

Biologická fakulta Jihočeské univerzity
České Budějovice



Magisterská práce

**Vývoj semenné banky a její vztah k nadzemní
vegetaci, obsahu celkového N a C a vliv
sledovaných charakteristik na plodnost druhu
Veronica arvensis L.**

Michal Hejman

1999

vedoucí práce: Doc. RNDr. Jan Lepš CSc.

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

V Českých Budějovicích, 26. 4. 1999

.....*Michal*.....

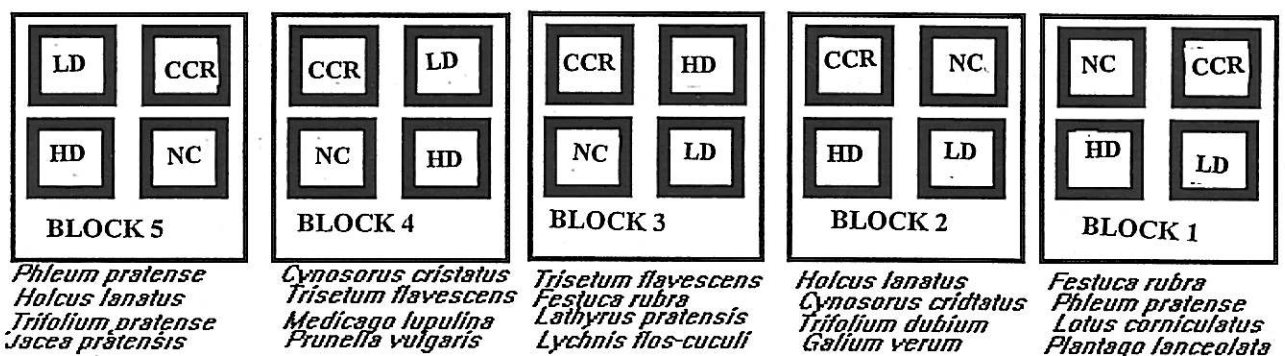
Úvod

Pohyb půdy při kultivaci pole upřednostňuje především druhy pionýrského charakteru (therophyty) s krátkým vývojovým cyklem a velkým množstvím semen. Pro úspěšné přežití drobných druhů na polích je třeba zásoba semen v půdě, která dosahuje počtu od několika set až po 80 000 a více v přepočtu na m^2 v orníčním horizontu (Jensen 1969, Wesolowski 1979, Warwick 1984, Roberts a Chancellor 1986, Albrecht a Bachthaler 1990, Albrecht a Pilgram 1997, Kropáč 1966). Způsob obhospodařování pole může během několika let velice změnit složení semenné banky. Tak například Roberts a Feast (1973) zaznamenali 97 % redukci zásoby semen v půdě po čtyřletém obhospodařování se sedmi kultivacemi ročně. Ponechá-li se pole bez kontroly plevelů, může dojít k velkému nárůstu počtu semen v půdě. Otte (1992) zaznamenal 753 % nárůst semen v půdě po čtyřletém hospodaření bez kontroly plevelů. Vliv některých půdních charakteristik a živin na variabilitu semenné banky na polích v Bavorsku zkoumal Albrecht a Bachthaler (1990). Našli pozitivní korelace mezi počtem semen a pH, K_2O , poměru C/N a velikostí půdních částic. Z pozdějších prací tato závislost nevyplývá. Albrecht a Bachthaler odebírali vzorky z různých polí v Bavorsku a to i na odlišných geologických substrátech, zatímco Albrecht a Forster (1996) zkoumali určitý krajinný segment. Obě práce se shodují, že celkový obsah dusíku nemá vliv na složení semenné banky. Albrecht a Pilgram (1997) zjistili negativní korelaci mezi semennou bankou a půdní kapacitou. Vysoká půdní kapacita je v těžkých půdách a zároveň zde bývá nižší obsah semen v porovnání s půdami písčitymi. Autoři si tuto závislost vysvětlují rozdílnou plevelnou florou. Na jílovitých půdách rostou často velké druhy produkující poměrně malé množství velkých semen, zatímco na půdách písčitých jsou častější drobné druhy produkující velké množství semen.

Albrecht a Pilgram (1997) studovali semennou banku na polích více vlastníků a našli mezi nimi průkazné rozdíly. Rozdíly si vysvětlují různou agrotechnikou, hnojením a pěstováním odlišných plodin v osevním postupu. Farnář pěstující více kukuřice měl v semenné bance více semen těchto druhů: *Chenopodium ficifolium*, *Solanum nigrum*, *Digitaria ischaemum* a *Rumex obtusifolius*.

Mnoho autorů nachází pozitivní korelace mezi semennou bankou a nastávající vegetací jak co do počtu semen v půdě a počtu semenáčků na povrchu, tak i co se týká druhového složení. Albrecht a Pilgram (1997) zjistili, že zhruba 1,3 % živých semen ze semenné banky v daném roce klíčí. Jiní autoři udávají počet poněkud vyšší a to: 1,8 - 2 % (Beuret 1984),

2,6 - 3,4 % (Roberts 1984), 3,9 % (Barralis a Chadoeuf 1980), 3 - 6 % (Roberts a Ricketts 1979). Rozdílné procento určení může být variabilní také díky rozdílným technikám použitých při práci. Někteří autoři klíčí, jiní promývají a prosívají.



Obr. 1: Uspořádání polního pokusu: CCR - kontinuální pěstování plodiny, NC - přírodní kolonizace, LD - plocha osetá nízkodruhovou směsí lučních druhů. V každém bloku byla zvolena jiná kombinace druhů pro odhalení mezidruhových interakcí. Druhové složení LD zásahu je uvedeno pod každým blokem. HD - plocha osetá směsí s vysokou druhovou diversitou lučních druhů (*Festuca rubra*, *Phleum pratense*, *Plantago lanceolata*, *Lotus corniculatus*, *Cynosorus cristatus*, *Trifolium dubium*, *Holcus lanatus*, *Galium verum*, *Lathyrus pratensis*, *Lychnis flos-cuculi*, *Medicago lupulina*, *Prunella vulgaris*, *Trifolium pratense*, *Jacea pratensis*, *Trisetum flavescens*).

V semenné bance existuje obrovská variabilita, o čemž svědčí i práce Albrechta a Forstra (1996). Průměrný počet semen v půdě ve studované 143 ha velké oblasti byl 4950 m⁻², 27 % studované oblasti mělo počet semen v půdě < 2500 m⁻², 23 % mělo počet semen v půdě od 2500 do 5000, 19 % od 5000 do 10000, 22 % od 10 000 do 20 000 a 9 % více než 20 000 semen na m². Nejmenší počet byl 200, největší 104 000 semen na m². Variabilitu semenné banky potvrzuje i Beniot, Kenkel a Cavers (1989).

Z orných půd se průměrně nejnižší počty semen v půdě vyskytují na vápníkem bohatých půdách, a to zhruba mezi 2700 - 15 000 m⁻² (Kropáč 1966, Albrecht a Bachthaler 1990). Naopak nejvyšší počty semen v půdě jsou uváděny z půd kyselých, nebo z půd se sezónně zamokřeným orničním horizontem, kde je počet semen v půdě na m² mezi hodnotami 33 900 - 47 600 (Jensen 1969, Albrecht a Bachthaler 1990). Milberg (1992) zaznamenává větší počet semen v půdě na nehnojených pastvinách v porovnání s hnojenými. Také uvádí, že použití semenné banky při obnově druhově bohatých luk není dobře možné, protože mnoho ohrožených druhů v semenné bance nebylo vůbec přítomno. Ke stejnému závěru dospěla i Bekker (1998).

Veronica arvensis je druh původní v Eurasii, nyní je rozšířený v široké oblasti severního i jižního temperátního pásu. Baskin a Baskin (1983) zkoumali strategii klíčení. V květnu a v červnu dozrálá semena jsou dormantní a začínají klíčit od srpna. Většina semen klíčí na podzim. K indukci květních pupenů u nich dochází v únoru a v březnu. Některá semena klíčí i na jaře a podle Baskina a Baskina (1983) o jejich osudu není nic známo.

V roce 1996 byl na poli Dr. Šrůtka v Benešově u Kamenice nad Lipou založen v rámci projektu CLUE polní pokus, jehož cílem byl výzkum sukcese směrem k lučným společenstvům na opuštěném poli. Pokus byl uspořádán v pěti úplných znáhodněných blocích se čtyřmi zásahy: Kontinuální pěstování plodiny (CCR), přírodní kolonizace (NC), vyseta směs s nízkou druhovou diversitou (LD) a vyseta směs s vysokou druhovou diversitou lučných druhů (HD). Plán pokusu je na obr. 1. Zkratky zásahů jsou použity i dalším textu. Jména druhů jsou uvedena podle Dostála (1989).

Mým úkolem bylo studovat vývoj semenné banky pod rozdílnými zásahy, dále jsem studoval vztah semenné banky a plevelné flóry přítomné ve vegetaci na poli, vliv obsahu celkového uhlíku a dusíku na semennou banku a biomasu a vliv nejrůznějších měřených charakteristik na plodnost rostlin druhu *Veronica arvensis*.

Metody a materiály

Odběr vzorků, klíčení a statistická analýza dat

Z každé plochy 10 x 10 m jsem odebral směsný půdní vzorek složený z dvaceti tři náhodně rozmístěných, 4 cm hlubokých vpichů válcovitou sondou o průměru 5 cm. Každý půdní vzorek jsem rozprostřel do misky o rozměrech 35 x 45 cm, jejíž dno bylo pokryto 2 cm vrstvou písku zadržujícím vláhu. Rozprostření vzorků předcházelo odstranění kamenů a organických zbytků prosetím přes síto s otvory o rozměrech 1 x 1 cm. Tento postup se opakoval ve všech sledováních semenné banky. Misky jsem umístil do skleníku, pravidelně zaléval, vzešlé semenáčky jsem určil, spočítal a odstranil. Každé klíčení probíhalo šest měsíců. Semenáčky, které jsem nemohl určit přímo po vyklíčení, jsem přesadil, dopěstoval a určil dodatečně. Povrch půdy jsem během klíčení dvakrát rozrušil. Prvý odběr vzorků jsem provedl v květnu 1996 před založením pokusu, druhý v říjnu 1996, třetí v říjnu 1997 a čtvrtý v říjnu 1998. Počty klíčivých semen, které jsem zaznamenal během klíčení, jsou přepočítány na m² plochy pokusu. Údaje o biomase pro porovnání s mými výsledky mi poskytl Petr Šmilauer. Biomasa na pokusných plochách byla tříděna do následujících skupin: biomasa bobovitých rostlin, biomasa trav a biomasa ostatních dvouděložných rostlin. Pro vyhodnocení podobnosti druhového složení a početnosti semenáčků vzešlých v jednotlivých půdních vzorcích jsem použil standardizovanou RDA analýzu (ter Braak 1987) v programu CANOCO ver. 3.12. Vysvětlující proměnnou jsem zvolil typ obhospodařování. Příslušnost plochy k bloku jsem použil jako „covariable“ (Obr. 1). Pro odhad statistické významnosti závislosti mezi typem obhospodařování, druhovou diversitou a abundancí semenáčků zaznamenaných v kultivovaných půdních vzorcích jsem použil Monte Carlo permutační test s tisíci permutacemi. Jednorozměrné statistické analýzy byly počítány pomocí programu STATISTICA verze 6.0.

Celkový obsah C a N v pokusných plochách po druhé vegetační sezóně

Z každé plochy jsem odebral směsný půdní vzorek na hloubku orničního horizontu. Vzorek byl složen ze tří vpichů válcovitou sondou o průměru 5 cm. Vzorky jsem vysušil při 105°C a prošel přes síta z nichž poslední mělo průměr ok 2 mm. Obsah uhlíku a dusíku byl stanoven analyzátozem CHN firmy HEREUS.

Počítání semenáčků na pokusných plochách a porovnání počtu semenáčků se semennou bankou

V každé ploše jsem zvolil tři čtverce o rozměrech 0,3 x 0,3 m, v nichž jsem prováděl počítání semenáčků plevelů případně i zasetých druhů v plochách s nízkou druhovou diversitou, vysokou druhovou diversitou a v plochách s kontinuálním pěstováním plodiny. Vztah mezi zastoupením druhu v semenné bance a aktuální vegetací byl studován pomocí korelační analýzy. Byly vypočteny korelační koeficienty mezi počtem semen daného druhu na m² v semenné bance před zahájením pokusu a počtem semenáčků v červenci prvního roku (kdy ještě nepředpokládáme ovlivnění typem výsevu).

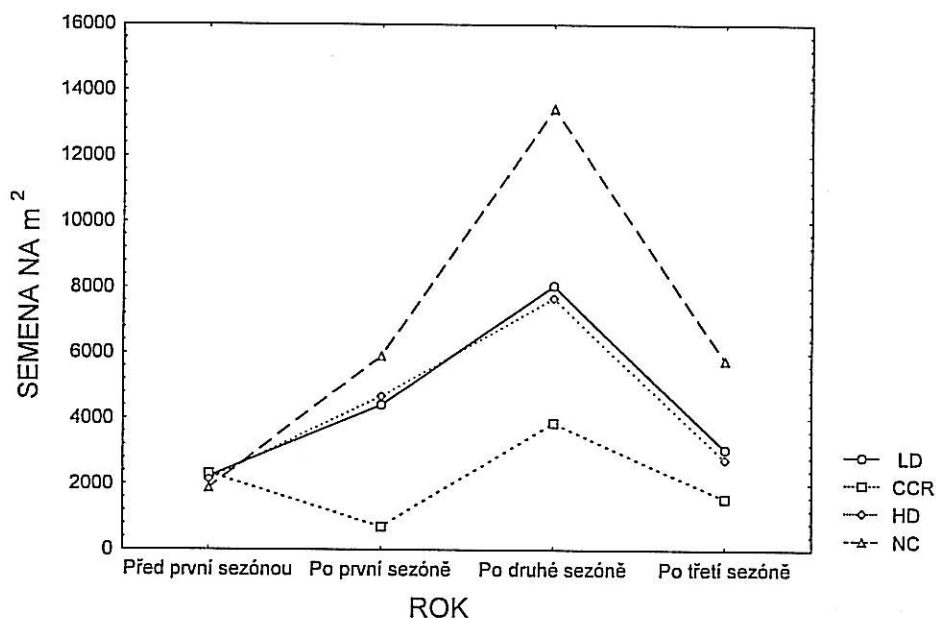
Protože takto bylo sledováno 7 nejhojnějších druhů, byla testována společná nulová hypotéza, že počet semenáčků těchto druhů na ploše není ovlivněn zastoupením druhu v semenné bance zjištěné na dané ploše. Pro test této nulové hypotézy byl zkonstruován následující permutační test: za předpokladu, že není limitace počtem semen, a druhy jsou tedy nezávislé na počtu semen v bance semen, je stejně dobrým prediktorem počtu semenáčků určitého druhu počet semen vlastního druhu v bance semen jako počet semen kteréhokoliv jiného druhu (tímto způsobem můžeme částečně vyloučit efekt „příznivých ploch,, kde by byl vysoký počet semen i semenáčků všech druhů). Pokud tedy nulová hypotéza platí, pak průměr korelačních koeficientů mezi semeny a semenáči téhož druhu bude stejný jako průměr korelačních koeficientů mezi semeny a semenáči různých druhů. Proto jsme spočítali hodnotu testového kritéria t pro dvouvýběrový test mezi korelačními koeficienty vlastního druhu a korelačními koeficienty různých druhů. Protože ale korelační koeficienty různých druhů nejsou nezávislé, není znám počet stupňů volnosti a nemůžeme tedy použít klasické kritické hodnoty. Proto byla dosažená hladina významnosti určena pomocí Monte Carlo simulací: identita druhů semen byla náhodně permutována 1999-krát a dosažená hladina významnosti odhadnuta pomocí: $P = (1+v) / (1+n)$, kde v je počet náhodných simulací, kde t bylo rovno nebo větší než je t v reálných datech a n je celkový počet simulací (princip Monte Carlo permutačních testů je hezky popsán v ter Braak a Šmilauer 1998). Byl použit jednostranný test, zajímá nás pouze pozitivní korelace semen a semenáčků).

Sledování semenáčků druhu *Veronica arvensis*

Na pokusné ploše byl vybrán čtverec o ploše 1 m², ve kterém byly označeny a sledovány semenáčky druhu *Veronica arvensis*. K označení semenáčků jsem použil různobarevná brčka, která jsem zapichoval ke sledovaným semenáčkům a zaznamenal jsem jejich souřadnice ve čtverci. Souřadnice a barva brčka mi umožnily identifikaci jednotlivých rostlin. Sledoval jsem tyto charakteristiky: výška, počet pravých listů, barva semenáčku, zdravotní stav a počet plodů při posledním měření. Označení a první měření semenáčků jsem prováděl v listopadu 1997, druhé měření v dubnu a třetí v červenci 1998. Ke statistickému vyhodnocení jsem použil program STATISTICA verze 6.0.

Výsledky

Průměrný počet semen na m^2 před zahájením pokusu byl 2093. Po první sezóně trvání pokusu došlo k velkému nárůstu počtu semen v zásahu s nízkou druhovou diversitou, vysokou druhovou diversitou a v zásahu s přírodní kolonizací v porovnání s kontrolním stále obhospodařovaným zásahem (Obr. 2).



Obr. 2: Průměrný počet semen na m^2 před zahájením pokusu v jednotlivých zásazích po první, druhé a třetí vegetační sezóně. NC - Přírodní kolonizace, CCR - kontinuální pěstování plodiny, LD - vyseta směs s nízkou druhovou diversitou lučních druhů, HD - vyseta směs s vysokou druhovou diversitou lučních druhů.

Nejmenší průměrný počet semen v kontrolních plochách (CCR) v porovnání se zbylými plochami byl zaznamenán i v následujících dvou sezónách a to v roce 1997 a v roce 1998. V dalších dvou letech trvání pokusu se začínají poněkud odlišovat v počtu semen plochy s přírodní kolonizací od ploch s nízkou a vysokou druhovou diversitou jak je patrné z obr. 2. Na základě RDA analýzy a Monte Carlo Permutačního testu se mi podařilo zamítnout nulovou hypotézu o tom, že se všechny zásahy neliší v zásobě semen v půdě po první, druhé a třetí vegetační sezóně (Tab. 1).

Tab.1: Tabulka s výsledky použitých ordinačních analýz. **NC** - Přírodní kolonizace, **CCR** - kontinuální pěstování plodiny, **LD** - vyseta směs s nízkou druhovou diversitou lučních druhů, **HD** - vyseta směs s vysokou druhovou diversitou lučních druhů.

Kdy?	Analýza	Nulová hypotéza (H_0)	CCR ano= 0 ne= 1	Počet permu- tací.	F	P	Zamítnu- tí H_0
Po první sezóně	RDA	Zásahy (CCR, NC, HD, LD) se neliší ve složení semenné banky.	0	1000	8,66	0,00	ANO
Po první sezóně	RDA	Zásahy (NC, HD, LD) se neliší ve složení semenné banky.	1	1000	0,88	0,53	NE
Po druhé sezóně	RDA	Zásahy (CCR, NC, HD, LD) se neliší ve složení semenné banky.	0	1000	8,10	0,00	ANO
Po druhé sezóně	RDA	Zásahy (NC, HD, LD) se neliší ve složení semenné banky.	1	1000	1,65	0,14	NE
Po třetí sezóně	RDA	Zásahy (CCR, NC, HD, LD) se neliší ve složení semenné banky.	0	1000	4,44	0,00	ANO
Po třetí sezóně	RDA	Zásahy (NC, HD, LD) se neliší ve složení semenné banky.	1	1000	2,43	0,04	ANO

Při analýze, v níž byly vyřazeny plochy kontrolní, stále obhospodařované, se mi nepodařilo zamítnout H_0 o tom, že by se plochy s přírodní kolonizací, nízkodruhovým a vysokodruhovým zásahem od sebe lišily ve složení semenné banky po první a druhé vegetační sezóně. Po třetí sezóně je tento rozdíl již průkazný (Tab. 1). Vliv zásahu na celkový počet semen je statisticky průkazný po všech třech vegetačních sezónách (Tab.3). Abych odhalil statisticky průkazné rozdíly, mezi zásahy tam, kde byla analýza variance průkazná, použil jsem Tukeyho test. Jeho výsledky jsou v tabulce 3.

Výsledky analýzy opakovaných pozorování (Repeated Measurements) jsou v Tab.2.

Tab.2: Výsledky analýzy opakovaných pozorování (Repeated Measurements). Analyzovány byly celkové počty semen v plochách po logaritmické transformaci. Uvedeno je *F* a *P* odpovídající interakci mezi časem a zásahy.

Nulová hypotéza	Vynechané zásahy	F	P	Zamítnutí H_0
Zásahy(CCR,NC,LD,HD) se neliší v čase.	-	2,96	0,01	ANO
Zásahy(NC,LD,HD) se neliší v čase.	CCR	2,93	0,02	ANO
Zásahy(NC,HD) se neliší v čase.	CCR, LD	1,99	0,14	NE
Zásahy(NC,LD) se neliší v čase.	CCR, HD	1,74	0,19	NE
Zásahy(HD,LD) se neliší v čase.	CCR, NC	0,26	0,89	NE
Zásahy(HD,CCR) se neliší v čase.	NC, LD	4,52	0,02	ANO
Zásahy(LD,CCR) se neliší v čase.	NC, HD	4,65	0,01	ANO
Zásahy(NC,CCR) se neliší v čase.	LD, HD	6,29	0,00	ANO

Korelace mezi celkovým počtem semen v plochách ve dvou po sobě jdoucích sezónách je statisticky průkazně kladná mezi druhou a třetí sezónou (Tab.4), mezi zbylými následujícími

sezónami je také kladná, ale statisticky neprůkazná. Korelace mezi počtem semen před zahájením pokusu a dalšími sezónami je statisticky neprůkazně záporná. V počtu semen na m² je veliká variabilita i mezi plochami se stejným zásahem, o čemž svědčí velké mezikvartilové rozpětí (Obr.10). Celkové množství semen v semenné bance po první sezóně je negativně korelováno s biomasou bobovitých rostlin v první sezóně, pozitivně s biomasou ostatních dvouděložných rostlin. Biomasa trav je téměř bez korelace a negativně statisticky průkazně korelovaná je celková biomasa. Biomasa trav z druhé sezóny byla statisticky průkazně negativně korelována s celkovým obsahem semen v semenné bance po druhé a třetí sezóně. Biomasa bobovitých rostlin z druhé sezóny je pozitivně korelována s celkovým množstvím semen po druhé sezóně. Výsledky korelací jsou uvedeny v tabulce 5.

Tab. 3: Výsledky analýz variance v nichž byla testována nulová hypotéza: zásahy se neliší v celkovém počtu semen. Pro průkazné výsledky byl proveden Tukey test a kombinace zásahů průkazné na 5 % hladině významnosti jsou uvedeny v posledním sloupci.

Testovaná nulová hypotéza (H0)	Kdy?	F	P	Zamítnutí H0	Průkazné rozdíly (Kombinace zásahů)
Zásahy (CCR,NC,LD,HD) se neliší v počtu semen.	Před první sezónou	0,72	0,55	NE	
Zásahy (CCR,NC,LD,HD) se neliší v počtu semen.	Po první sezóně	10,56	0,00	ANO	CCR-NC, CCR-LD, CCR-HD
Zásahy (CCR,NC,LD,HD) se neliší v počtu semen.	Po druhé sezóně	5,16	0,01	ANO	CCR-NC
Zásahy (CCR,NC,LD,HD) se neliší v počtu semen.	Po třetí sezóně	14,86	0,00	ANO	CCR-NC, NC-LD, NC-HD

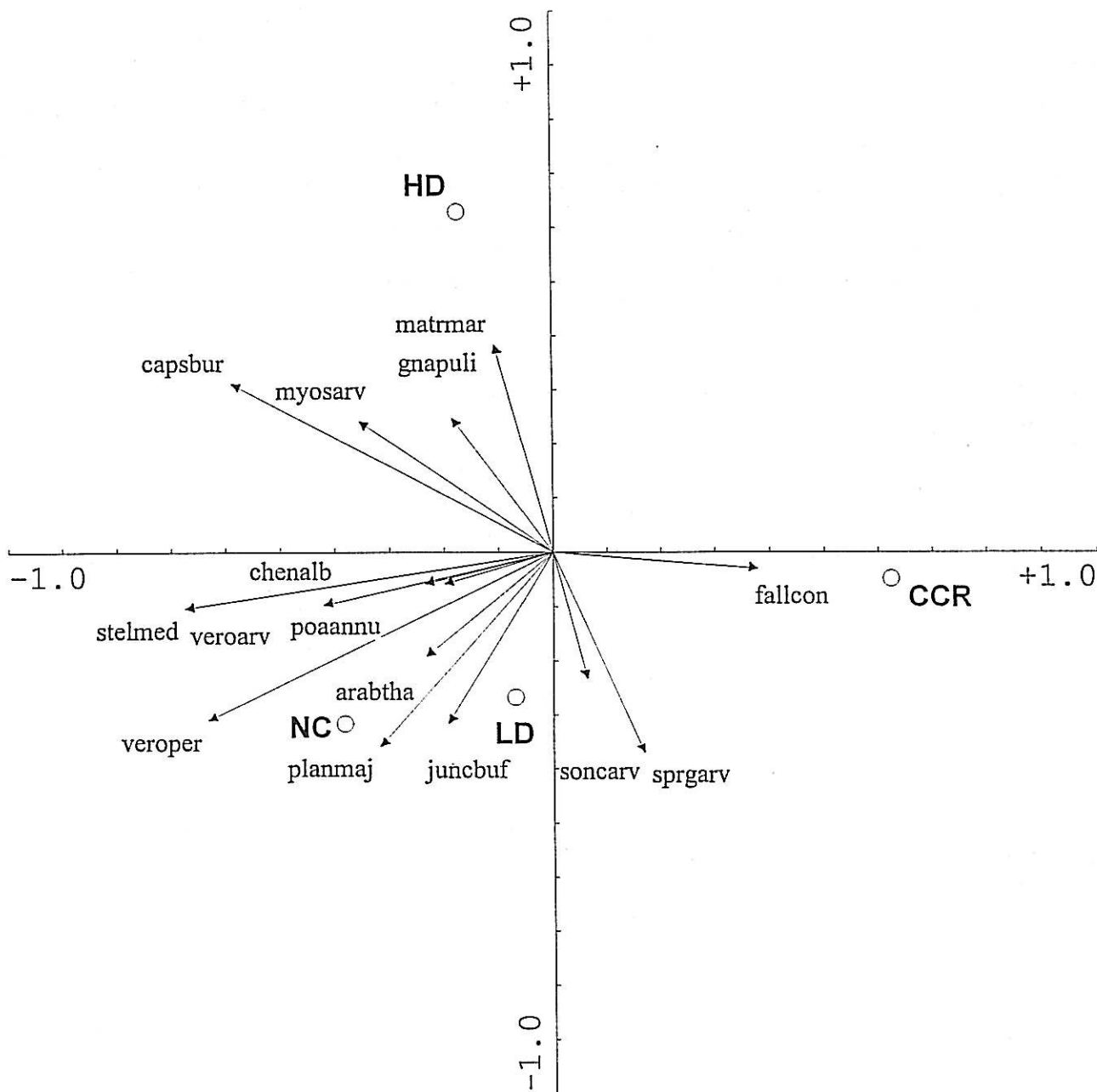
Tab. 4: Tabulka korelací mezi celkovými počty semen v plochách v různých sezónách.

Korelace Co?	S čím?	Hodnota kor. koef.	Hodnota P	Statistická průkaznost korelace
Počet semen před první sezónou	Počet semen po první sezóně	-0,1856	P = 0,433	NE
Počet semen po první sezóně	Počet semen po druhé sezóně	0,2228	P = 0,345	NE
Počet semen po druhé sezóně	Počet semen po třetí sezóně	0,7245	P = 0,000	ANO

Tab. 5: Tabulka korelací mezi celkovými počty semen a hodnotami biomasy.

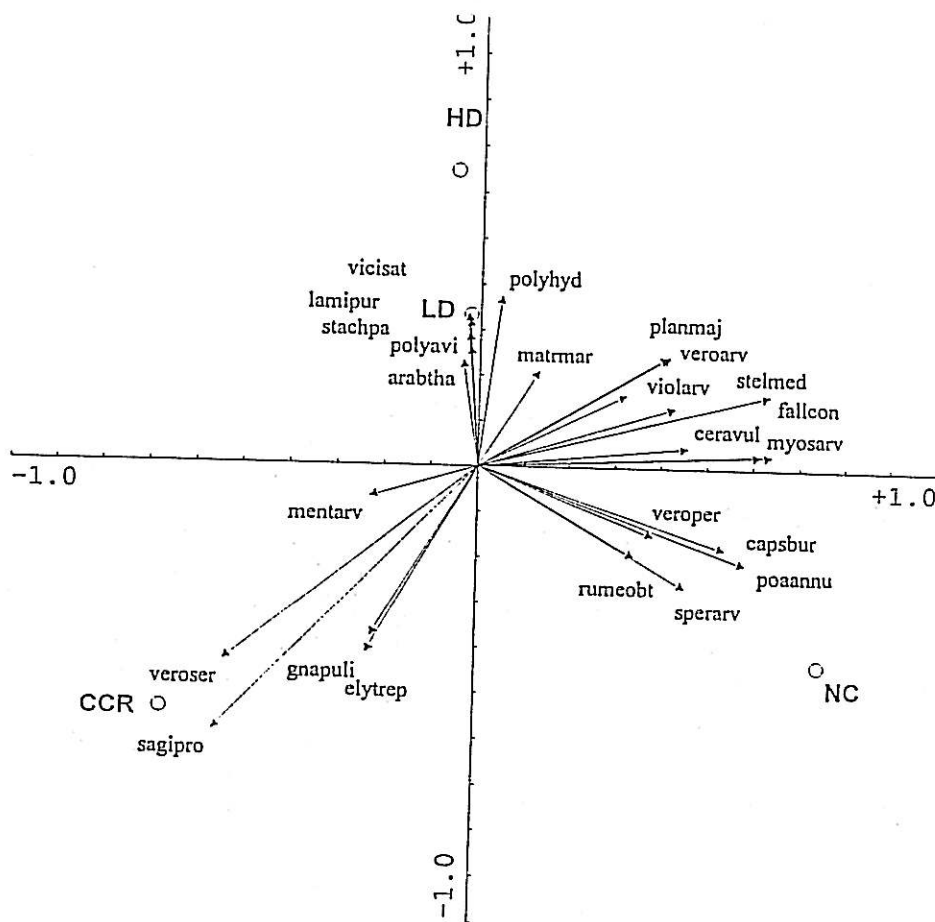
Korelace: Co?	S čím?	Hodnota kor. koef.	Hodnota P	Statistická průkaznost
Biom. bobovitých rostlin v první sezóně	Počet semen po první sezóně	-0,769	0,00	ANO
Biom. ostatních dvouděložných v první sezóně	Počet semen po první sezóně	0,881	0,00	ANO
Biom. trav v první vegetační sezóně	Počet semen po první sezóně	-0,101	0,670	NE
Celková biom. v první sezóně	Počet semen po první sezóně	-0,745	0,00	ANO
Biom. trav po druhé sezóně	Počet semen po druhé sezóně	-0,53	0,016	ANO
Biom. bobovitých rostlin v druhé sezóně	Počet semen po druhé sezóně	0,435	0,055	Téměř ANO

První rok po opuštění pole došlo k bujnému růstu plevelové vegetace. Plochy oseté lučními druhy nedokázaly výrazněji omezit produkci semen plevelů, a proto se zásahy NC, HD a LD od sebe výrazněji nelišily jak v počtu semen, tak v relativním zastoupení jednotlivých druhů (Obr. 3 a 10).



Obr. 3: Ordinační diagram RDA analýzy počtu semenáčků vzešlých ze vzorků odebraných po první vegetační sezóně. Zásahy byly použity jako vysvětlující proměnná. **NC** - přírodní kolonizace, **CCR** - kontinuální pěstování plodiny, **LD** - vyseta směs s nízkou druhovou diversitou lučních druhů, **HD** - vyseta směs s vysokou druhovou diversitou lučních druhů. Použité zkratky druhů: *matrmarm* - *Matricaria maritima*, *gnapuli* - *Gnaphalium uliginosum*, *myosarv* - *Myosotis arvensis*, *capsbur* - *Capsella bursa pastoris*, *fallcon* - *Fallopia convolvulus*, *sprgarv* - *Spergula arvensis*, *soncarv* - *Sonchus arvensis*, *juncbuf* - *Juncus bufonius*, *planmaj* - *Plantago major*, *arabtha* - *Arabidopsis thaliana*, *veroper* - *Veronica persica*, *poaannu* - *Poa annua*, *veroarv* - *Veronica arvensis*, *stelmed* - *Stellaria media*, *chenalb* - *Chenopodium album*.

Ve druhé vegetační sezóně začaly výrazně přispívat do vegetace vyseté druhy, což se projevilo nižším počtem semen v LD a HD zásazích v porovnání s NC zásahem. Tento trend pokračoval i v další sezóně jak je patrné z obrázku 10. V HD a LD zásazích se staly hojně zastoupené vyseté traviny (*Trisetum flavescens*, *Cynosorus cristatus*, *Holcus lanatus*), které až na *Holcus lanatus*, téměř nepřispívají do semenné banky.



Obr. 4: Ordinační diagram RDA analýzy počtu semenáčků vzešlých ze vzorků odebraných po druhé vegetační sezóně. zásahy byly použity jako vysvětlující proměnná. NC - přírodní kolonizace, CCR - kontinuální pěstování plodiny, LD - vyseta směs s nízkou druhovou diversitou lučních druhů, HD - vyseta směs s vysokou druhovou diversitou lučních druhů. Použité zkratky druhů: vicisat - *Vicia sativa*, lamipur - *Lamium purpureum*, stachpa - *Stachis palustris*, polyavi - *Polygonum aviculare*, arabtha - *Arabidopsis thaliana*, polyhyd - *Polygonum hydropiper*, matrmar - *Matricaria maritima*, planmaj - *Plantago major*, veroarv - *Veronica arvensis*, violarv - *Viola arvensis*, stelmed - *Stellaria media*, fallcon - *Fallopia convolvulus*, ceravul - *Cerastium vulgatum*, myosarv - *Myosotis arvensis*, veroper - *Veronica persica*, capsbur - *Capsella bursa pastoris*, poaannu - *Poa annua*, rumeobt - *Rumex obtusifolius*, sperarv - *Spergula arvensis*, mentarv - *Mentha arvensis*, veroser - *Veronica serpyllifolia*, sagipro - *Sagina procumbens*, gnapuli - *Gnaphalium uliginosum*, elytrep - *Elytrigia repens*.

Celkový obsah C a N v pokusných plochách po druhé vegetační sezóně

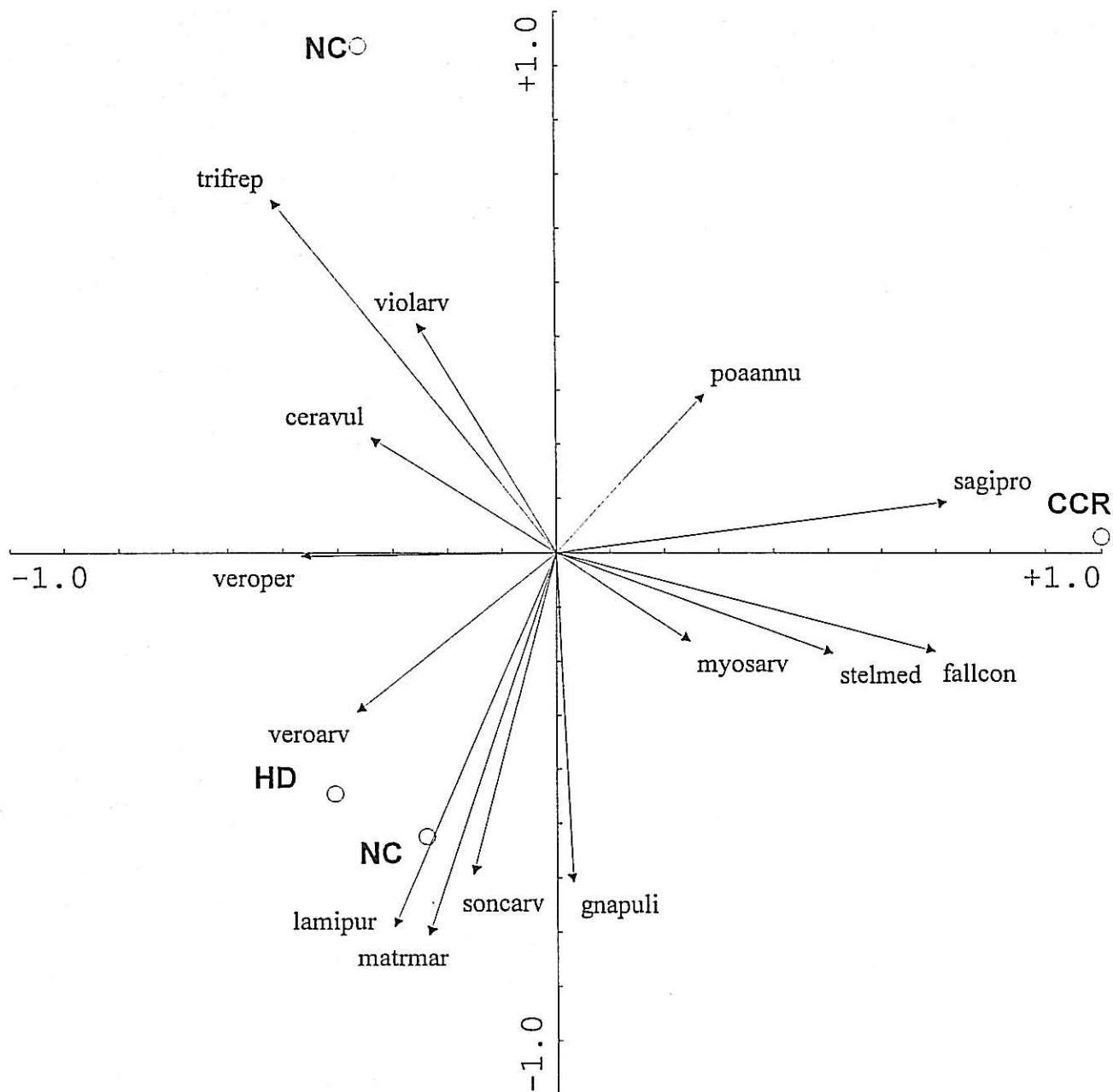
Mezi zásahy není statisticky průkazný rozdíl v celkovém obsahu uhlíku, dusíku a C/N poměru (Výsledky analýzy jsou uvedeny v tabulce 7), nicméně z obrázku 9 je patrný trend v přibývání uhlíku mezi zásahy v tomto pořadí: CCR, NC, HD, LD. Dále jsem hledal, není-li mezi obsahem živin v plochách a celkovým počtem semen danou sezónu nějaká korelace. Statisticky průkaznou korelaci jsem nenašel, ale z tabulky 6 vyplývá, že existuje slabá negativní korelace mezi počtem semen a celkovým obsahem C a N.

Tab. 6: Výsledky korelační analýzy mezi počtem semen na m² a celkovým obsahem N, C.

Korelace Co?	S čím?	Hodnota kor. koef.	Hodnota P	Statistická průkaznost
Celkový počet semen po druhé sezóně.	Celkový obsah C	-0,354	0,19	NE
Celkový počet semen po druhé sezóně.	Celkový obsah N	-0,437	0,17	NE
Celkový počet semen po třetí sezóně.	Celkový obsah C	-0,437	0,17	NE
Celkový počet semen po třetí sezóně.	Celkový obsah N	-0,004	0,99	NE

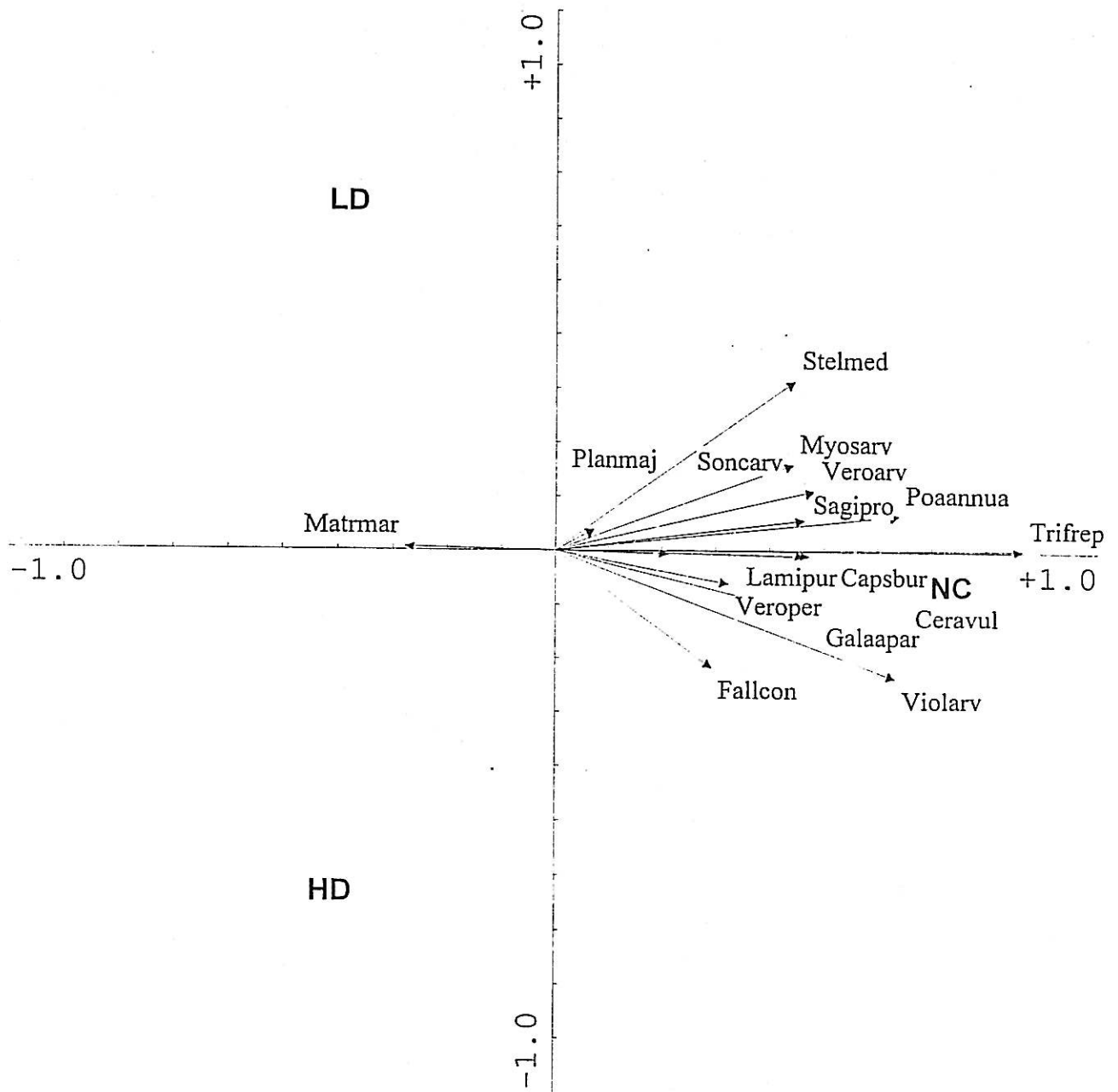
Tab. 7: Výsledky analýzy variance, v níž byly testovány nulové hypotézy: obsah C, N a C/N poměr se neliší podle zásahů po druhé vegetační sezóně.

	SS	df	MS	SS	df	MS		
	EFEKT	EFEKT	EFEKT	CHYBA	CHYBA	CHYBA	F	P
UHLÍK	0,072651	3	0,024217	0,154844	16	0,009678	2,502316	0,096331
DUSÍK	0,000134	3	4,46E-05	0,002642	16	0,000165	0,269997	0,846086
POMĚR C/N	1,331588	3	0,443863	9,675942	16	0,604746	0,733965	0,546843



Obr. 5: Ordinační diagram RDA analýzy počtu semenáčků vzešlých ze vzorků odebraných po třetí vegetační sezóně. zásahy byly použity jako vysvětlující proměnná.

NC - přírodní kolonizace, **CCR** - kontinuální pěstování plodiny, **LD** - vyseta směs s nízkou druhovou diversitou lučních druhů, **HD** - vyseta směs s vysokou druhovou diversitou lučních druhů. Použité zkratky druhů: Sagipro - *Sagina procumbens*, poaannu - *Poa annua*, fallcon - *Fallopia convolvulus*, stalmed - *Stellaria media*, myosarv - *Myosotis arvensis*, gnapuli - *Gnaphalium uliginosum*, soncarv - *Sonchus arvensis*, matrmar - *Matricaria maritima*, lamipur - *Lamium purpureum*, veroarv - *Veronica arvensis*, veroper - *Veronica persica*, ceravul - *Cerastium vulgatum*, trifrep - *Trifolium repens*, violarv - *Viola arvensis*.



Obr. 6: Ordinační diagram RDA analýzy počtu semenáčků vzešlých ze vzorků odebraných po třetí vegetační sezóně. Zásahy NC, HD a LD byly použity jako vysvětlující proměnná. NC - přírodní kolonizace, LD - vyseta směs s nízkou druhovou diversitou lučních druhů, HD - vyseta směs s vysokou druhovou diversitou lučních druhů. Použité zkratky druhů: matrmar - *Matricaria maritima*, planmaj - *Plantago major*, stelmed - *Stellaria media*, myosarv - *Myosotis arvensis*, veroarv - *Veronica arvensis*, sagipro - *Sagina procumbens*, poaannua - *Poa annua*, trifrep - *Trifolium repens*, ceravul - *Cerastium vulgatum*, veroper - *Veronica persica*, capsbur - *Capsella bursa pastoris*, galiapa - *Galium aparine*, violarv - *Viola arvensis*, fallcon - *Fallopia convolvulus*.

Celkové množství uhlíku bylo statisticky průkazně pozitivně korelováno s biomasou trav v následující sezóně ($P = 0,017$). Pro celkový obsah dusíku není průkazná žádná korelace.

Počítání semenáčků na pokusných plochách a porovnání počtu semenáčků se semennou bankou

Šest ze sedmi testovaných nejhojnějších druhů bylo pozitivně korelovaných mezi semennou bankou a vegetací následující sezóny. Mezi pozitivně korelované druhy patří: *Fallopia convolvulus* (kor. koef.: 0,41), *Trifolium repens* (kor. koef.: 0,50), *Myosotis arvensis* (kor. koef.: 0,19), *Viola arvensis* (kor. koef.: 0,11), *Poa annua* (kor. koef.: 0,34) a *Stellaria media* (kor. koef.: 0,24). Slabě negativně korelovaný byl druh *Plantago major* (kor. koef.: -0,04). Hodnoty korel koef kolem 0,49 ukazují, že variabilita v počtu semenáčků mezi plochami může být způsobena variabilitou v počtu semen až z 25% (R^2). Průměrná hodnota korelačního koeficientu mezi semeny a semenáči vlastního druhu byla 0,250, mezi semeny a semenáči různých druhů byla -0,029. Monte Carlo permutační test ukázal, že rozdíl je statisticky vysoce významný ($P = 0,0040$). Na sto semen nalezených v semenné bance připadá 63 rostlin nalezených na poli pro druh *Fallopia convolvulus*, 22 pro druh *Myosotis arvensis*, 6,7 pro druh *Plantago major*, 5,3 pro druh *Poa annua*, 37 pro druh *Trifolium repens*, 41 pro druh *Stellaria media* a 54 pro druh *Viola arvensis*.

Sledování semenáčků druhu *Veronica arvensis*

Semenáčky, které vyklíčily na podzim a měly ukousnutý terminál vykazovaly při třetím měření v létě větší počet plodů (ne však statisticky průkazný) ve srovnání se semenáčky, které nebyly na podzim poškozené (Tab. 8).

Tab. 8: Vliv poškození terminálu na počet plodů.

	Průměr	Průměr				N	N	S. D.	S.D.	F	P
	Neukousnutý	Ukousnutý	t-value	df	p	Neuko u- snutý	Ukous- nutý	Neukou- snutý	Ukous- nutý		
Počet plodů	7,02777	11,375	-1,6796	86	0,09666	72	16	8,58261	12,4143	2,09223	0,04008
Logpočet plodů	0,71325	0,90589	-0,6467	86	0,10325	72	16	0,42098	0,43383	1,06199	0,81255

Mladé rostliny, které byly při druhém dubnovém měření větvené, měly statisticky větší počet plodů při třetím měření v létě v porovnání s rostlinami nevětvenými (Tab. 9).

Tab. 9: Vliv větvení v dubnu na počet plodů v létě.

	Průměr	Průměr				N	N	S.D.	S.D.	F	P
	Nevětve- né	Větvené	t	df	p	Nevět- vené	Větve- né	Nevět- vené	Větve- né		
Počet plodů	5,89473	11,6666	-2,5372	79	0,01314	57	24	7,80266	12,3276	2,49617	0,00555
Logpočet plodů	0,64810	0,94161	-2,9884	79	0,00373	57	24	0,41012	0,38732	1,12120	0,78501

Vliv okousání terminálu na přežití zimy je statisticky neprůkazný, nicméně z tabulky 10 je patrné, že procento přežití zimy je větší u rostlin s nepoškozeným terminálem.

Tab. 10: Vliv poškozeného terminálu na přežití zimy.

	Nežije	Žije	Celkem					
				P		Chi - kvadrát	df	P
Neukousnutý terminál	38 (29,5%)	91 (70,5%)	129					
Ukousnutý terminál	17 (39,5%)	26 (60,5%)	43	0,11	Chi - kvadrát	1,505724	df=1	0,21980
Všechny skupiny	55	117	172	0,09	M-L Chi - kvadrát	1,471191	df=1	0,22517

Vliv větvení při druhém dubnovém měření na počet plodů při třetím letním měření je statisticky průkazný ($F = 7,62$, $P = 0,007$). Rostliny větvené v dubnu mají v průměru větší počet plodů v porovnání s rostlinami nevětvenými a jsou také v průměru vyšší. (Tab. 11).

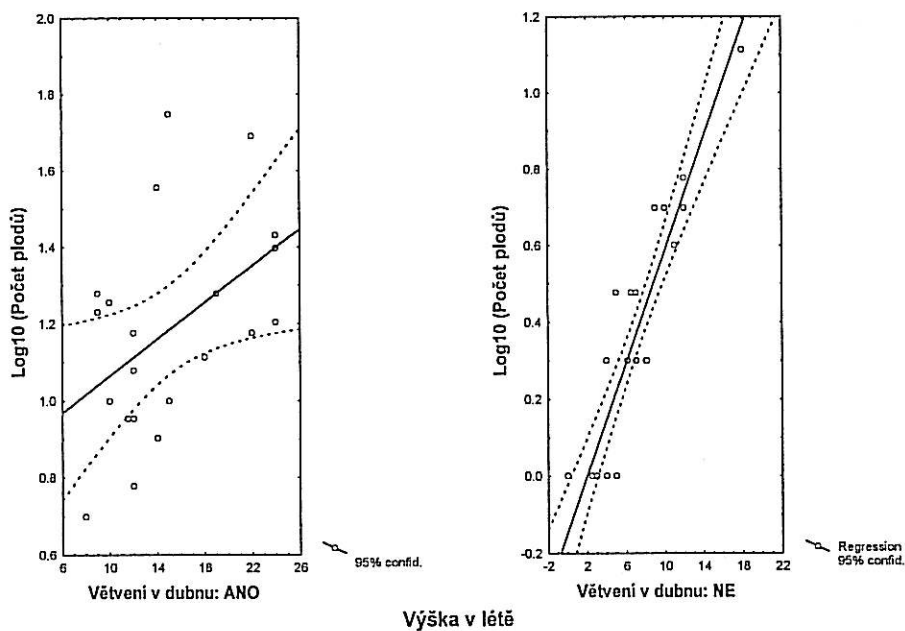
Tab. 11: Průměrné hodnoty výšky a počtu plodů v létě u větvených a nevětvených rostlin.

Větvení v dubnu	Výška v létě	Logpočet plodů
Ne	10,28246	0,648103
Ano	11,42917	0,941611

Vliv doby vyklíčení na výšku rostliny a počet plodů při třetím červencovém měření je statisticky průkazný (Tab. 12). Rostliny, které vyklíčily „na jaře“ jsou průměrně nižší a mají menší počet plodů v porovnání s rostlinami vyklíčenými „na podzim.“

Tab. 12: Vliv doby vyklíčení na výšku rostliny a počet plodů při třetím červencovém měření.

	Průměr	Průměr				Valid N	Valid N	Std,Dev	Std,Dev	F-ratio	p
	Jarní klíčení	Podzimní klíčení	t	df	P	Jarní klíčení	Podzimní klíčení	Jarní klíčení	Podzimní klíčení		
Výška v létě	6,66666	11,2012	-2,1790	86	0,03206	9	79	4,12310	6,06901	2,16664	0,24116
Počet plodů	1,55555	8,53164	-2,1382	86	0,03533	9	79	2,29734	9,70967	17,8631	0,0002
Logpoč, plodů	0,28714	0,80081	-3,6501	86	0,00044	9	79	0,32497	0,40692	1,56795	0,51267



Obr. 7: Závislost počtu plodů v létě na výšce v létě u větvených a nevětvených rostlin v dubnu.

Diskuse

Zajímavý je výskyt druhu *Trifolium repens*, *Cerastium vulgatum* a *Rumex obtusifolius*. Podle Albrechta a Pilgrama (1997) nepatří tyto druhy mezi klasické plevele polí. Jsou to druhy především rostoucí na pastvinách. Do polí se semena dostávají s organickým hnojením hnojem. Druh *Trifolium repens* byl po třetí sezóně v semenné bance nejvíce zastoupen v plochách s přírodní kolonizací (NC) jak je patrné z obrázku 6.

Sagina porcumbens je druhem, který je po druhé a třetí sezóně mnohem hojnější ve stále obhospodařovaných plochách (CCR) v porovnání s ostatními plochami (Obr. 4 a 5). Jedná se o konkurenčně velice slabou rostlinu, jíž vyhovuje kompetičně volný prostor brzy na jaře, kdy pěstovaná plodina ještě není dominantní. Grime, Hodgson a Hunt (1988) uvádí, že je hojná v často sečených trávnících, protože není omezována kosením na rozdíl od travin. V počtu semen na m² je obrovská variabilita i v rámci ploch se stejným typem zásahu jak je patrné z kvartilů na obr. 10. Albrecht a Forster (1996) ve své práci nacházejí také obrovskou variabilitu v semenné bance. Přímo variabilitou a kvalitou odhadů semenné banky se zabývali Beniot, Kenkel & Cavers (1989).

Elytrigia repens druh, který byl dominantní na opuštěném poli ve vegetaci, téměř nepřispívá do semenné banky. Semenná produkce tohoto druhu je uváděna nejčastěji mezi 25 - 40 semeny na jeden stonek (Werner a Rioux 1977). Ve srovnání s rostlinou *Juncus bufonius*, která je v dobrých podmínkách schopna vyprodukovat až 2 000 000 semen na m² ve svém okolí (Jensen 1969), je semenná produkce pýru velmi malá a pýr se množí především vegetativně. *Juncus bufonius* byl v semenné bance také přítomen. Jensen (1969) zkoumal 57 polí v Dánsku a na většině našel v semenné bance *Juncus bufonius*, přitom ve vegetaci na poli jej zaznamenal velice ojediněle na jednom poli. Při počítání semenáčků na poli se mi jej nepodařilo zaznamenat.

Ve vegetaci v pokusných plochách přítomný druh *Aphanes arvensis* jsem zaznamenal v semenné bance ojediněle. Může to být i tím, že *Aphanes arvensis* vyžaduje pro klíčení nízké teploty a na polích je jeho výskyt častější v ozimých plodinách (Albrecht 1995).

Z výsledků je zřejmé, že zásahy (NC, LD a HD), které byly po první vegetační sezóně téměř uniformní se v průběhu času začínají odlišovat ve složení semenné banky. Třetí sezónu po zahájení pokusu byly od sebe statisticky průkazně rozdílné zásahy NC, LD a HD jak v celkovém počtu semen na m², tak v celkovém zastoupení jednotlivých druhů (obrázek 6 a 10). Nejvíce k rozdílnosti semenné banky přispívají vyseté, dnes již hojně zastoupené traviny,

kteře samy do semenné banky téměř nepřispívají, ale účinně potlačují drobné plevelné druhy (největší počet semen v půdě byl v plochách s přírodní kolonizací). Nikde se mi ale nepodařilo prokázat vliv druhové bohatosti výsevů na semennou banku. Podrobně o ekologii a chování jednotlivých druhů v tomto pokusu pojednávám ve své bakalářské práci.

Vliv ročníku na semennou banku je také výrazný, zatímco v jednom roce semenné bance dominoval druh *Capsella bursa pastoris*, v druhém roce byl poměrně málo početný. Podobné chování jsem našel i u druhů *Trifolium repens* a *Spergula arvensis*. Toto chování pravděpodobně bude odrážet i změny těchto druhů ve vegetaci. Vliv obhospodařování na semennou banku je velice výrazný a rychlý. Plochy, na nichž bylo ukončeno obhospodařování se během jedné vegetační sezóny velice odlišily od ploch kontinuálně obhospodařovaných. Při porovnávání celkového počtu semen v plochách před zahájením pokusu a po první a dalších sezónách nebyla žádná pozitivní korelace, dokonce korelace byly slabě záporné, což svědčí o obrovském vlivu přerušení stálého obhospodařování na semennou banku a relativně malém vlivu celkového počtu semen v půdě na vývoj semenné banky mezi sezónou se stálým obhospodařováním a první sezónou v níž došlo ke změně obhospodařování. Velký a rychlý vliv změny obhospodařování na počet semen v půdě zaznamenávají i Roberts a Feast (1973) a Otte (1992).

Mezi dalšími sezónami, kdy již nedocházelo ke změně obhospodařování, jsem zaznamenal pozitivní korelace mezi počtem semen v plochách v předcházející a následující sezóně. Během času dochází k relativní „stabilizaci“ lučních společenstev v **NC**, **LD** a **HD** zásazích, což se projevuje zvětšováním pozitivních korelací mezi počtem semen v následujících po sobě jdoucích sezónách (mezi druhou a třetí sezónou byla korelace statisticky průkazná). Na počet semen v půdě má také obrovský vliv nadzemní vegetace o čemž svědčí korelace mezi celkovým počtem semen a biomasou. Travniny, které v první sezóně nebyly ve vegetaci příliš zastoupeny neměly na počet semen v půdě výrazný vliv, ale v dalších sezónách, kdy došlo k rozvoji travinné vegetace, byla korelace biomasy travin s počtem semen v půdě silně záporná. Zápornou korelaci jsem našel i při vyřazení **CCR** ploch. Biomasa bobovitých rostlin byla s počtem semen v půdě první sezónu negativně korelovaná také díky tomu, že v **CCR** zásahu byl pěstován hrách, jehož biomasa se započítávala k bobovitým rostlinám. V ostatních letech je korelace mezi bobovitými rostlinami a celkovým počtem semen pozitivní i při vyřazení **CCR** ploch. Výrazná pozitivní korelace počtu semen a biomasy ostatních dvouděložných je dána velkým příspěvkem rostlin z této skupiny do semenné banky. Pro vytvoření představy uvádím jednoduchý rozbor: travniny,

kteře měly v roce 1997 25 % podíl ve vegetaci na biomase, přispívaly do semenné banky 16 %. Z uvedených 16 % přitom připadá 98 % na jednoletý plevelný druh *Poa annua*, který sotva dokáže ovlivnit celkovou biomasu trav. Po odečtení jejího podílu ze semenné banky zjistíme, že podíl vytrvalých trav na semenné bance činil pouze 0,32 %. Biomasa bobovitých rostlin měla v roce 1997 71,5 % podíl na vegetaci. Do semenné banky bobovité rostliny přispěly 20,4 %. Největší podíl na tomto procentu má druh *Trifolium repens*. Leguminózy sice do semenné banky přispívají, ale jejich celková semenná produkce je v porovnání s produkcí biomasy poměrně malá ve srovnání s jednoletými plevelnými druhy (Welbank 1963). Kategorie ostatní dvouděložné rostliny se podílela na biomase v roce 1997 3,5 %. Do této kategorie spadají jak vyseté druhy, tak jednoleté druhy plevelné. Podíl na semenné bance činil 63,5 % a přitom podíl vysetých druhů je na tomto čísle zanedbatelný. Jednoleté plevelné druhy mají největší vliv na celkový počet semen v půdě. K asymetrii mezi zastoupením druhů v semenné bance a nadzemní vegetaci dospěli i Donelan a Thompson (1980). Bekker (1998) uvádí, že životnost semen lučních druhů je velmi krátká a ve své práci nachází velkou nepodobnost nadzemní vegetace luk se semennou bankou. Trávy, které mají osinu, většinou klíčí velmi rychle po uvolnění z mateřské rostliny na povrchu půdy, zatímco trávy bez přívěšků mohou do semenné banky přispívat (Peart 1984, Willems a Huijsmans 1994).

Celkový obsah C a N v pokusných plochách po druhé vegetační sezóně

Mezi zásahy nebyl statisticky průkazný rozdíl v celkovém obsahu uhlíku, dusíku a jejich poměru (tabulka 8). Pro uhlík byl nápadný trend v přibývání obsahu mezi zásahy v tomto pořadí: **CCR, NC, HD, LD** (obrázek 9). Množství uhlíku je přitom pozitivně korelováno s množstvím biomasy trav. Biomasa trav je negativně korelována s počtem semen. Celkový obsah uhlíku vypovídá o akumulaci organické hmoty v půdě (Sotáková 1982) a v průběhu dalších sezón se bude jeho množství pravděpodobně zvyšovat. Pro dusík jsem nenalezl žádnou nápadnou korelaci s bimasou a celkovým počtem semen. Z obrázku 9 je ale zřejmé, že největší množství celkového N bylo v **HD** a nejnižší množství v **CCR** plochách. Největší průměrné množství biomasy bylo v **HD** plochách, o něco méně v **CCR**, dále v **LD** plochách a nejméně v **NC** plochách. Když vynecháme kontrolní **CCR** plochy, ve kterých je velké množství biomasy a přitom nejmenší obsah N a C v půdě (tento nepoměr bude pravděpodobně způsoben tím, že plochy jsou stále kultivované a obrat živin v nich je rychlý v porovnání s ostatními plochami), je množství N, C a biomasy nejmenší v plochách s přírodní kolonizací (**NC**), více v nízkodruhových (**LD**) plochách a největší množství je

ve vysokodruhových (HD) plochách. To, že jsem pro dusík nenašel žádnou výraznější korelaci může být způsobeno velikou variabilitou ve sledovaných charakteristikách. Žádnou nápadnou korelaci N se semennou bankou ve svých pracích nenachází ani Albrecht a Bachthaler (1990) a Albrecht a Forster (1996).

Počítání semenáčků na pokusných plochách a porovnání počtu semenáčků se semennou bankou

Mezi složením semenné banky a vegetací následující sezóny jsem našel pozitivní korelace pro šest ze sedmi nejhojnějších druhů. *Plantago major* vykazovalo korelaci slabě zápornou, což si však nevysvětluji tím, že by počet semen v půdě neměl vliv na počet rostlin v porostu, ale tím, že mezi plochami i v rámci jedné plochy existovala obrovská variabilita v počtu semen v semenné bance i v počtu rostlin ve vegetaci a pro odhalení závislosti pro tento druh by bylo třeba studovat více ploch. Albrecht a Pilgram (1997) našli pozitivní korelaci mezi semennou bankou a nadzemní vegetací a také zjistili, že na 100 semen v semenné bance připadá průměrně 1,3 rostlin na poli v následující sezóně. Mnou zjištěné číslo pro sedm nejhojnějších druhů je 33. V porovnání s ostatními autory je poněkud vysoké. Tak například Roberts a Ricketts (1979) udávají 3 - 6, Roberts (1984) 2,6 -3,4 nebo Barralis a Chadoeuf (1980) 3,9.

Důvody proč mnou zjištěné číslo je tak vysoké mohou být následující: klíčením nebyla zachycena všechna semena v půdě a to díky krátké době kultivace, při které nemohlo dojít k přerušování dormance u dormantních semen. Většina autorů provádí kultivaci po dobu dvou let, já jsem kultivoval půl roku. Kultivace ve skleníku, kde nemůžeme výrazněji regulovat teplotu vzduchu za slunečných dnů mohla vést k vytvoření dormance u brzy na jaře klíčících druhů. Například u druhu *Polygonum aviculare*, je dokázáno, že k obnovení dormance u nevyklíčených semen dochází vlivem vysoké půdní teploty v květnu či v červnu (Courtney 1968). Při stanovení semenné banky klíčící metodou je běžné provádět klíčení za venkovních podmínek, tak aby nedocházelo ke kontaminaci semeny z okolí. Další faktor díky němuž mohlo dojít k podhodnocení semenné banky je malá hloubka odběru půdních vzorků. Albrecht a Pilgram (1997) odebíral půdní vzorky na hloubku orničního horizontu, jiní autoři odebírali na hloubku 10 cm. Tento faktor nejspíše nejvíce ovlivnil první klíčení, při kterém byly vzorky odebírány ze zoraného pole a v dalších klíčeních stále obhospodařované plochy. Při kultivaci půdy dochází k jejímu promíšení a semena jsou rovnoměrněji rozprostřena v celém orničním horizontu. Semena v hloubce větší než 4 cm jsou v neorané půdě nezajímavá. V plochách bez kultivace je většina semen přítomna v horních několika cm půdy.

Jiné vysvětlení vysokých čísel může být také díky tomu, že v pokusných plochách nebyly prováděny zásahy proti plevelům, rostliny vyseté v nízkodruhovém (LD) a vysokodruhovém zásahu (HD) vzcházely poměrně pomalu a první sezónu nedokázaly zabránit klíčení plevelných druhů, proto byly pro rozvoj vegetace drobných plevelů ideální podmínky. Čísla uváděná citovanými autory byla zjištěna na polích, kde docházelo k pravidelnému pěstování zemědělských plodin spojeného s aplikací pesticidů. Při počítání semenáčků plevelů v pokusných plochách jsem vynechával plochy se stálým obhospodařováním, protože jsem často zaznamenal nulový počet semenáčků na m². Kdyby byly plochy stálého pěstování plodin srovnávány se semennou bankou, byl by poměr mezi semennou bankou a semenáčky na poli mnohem nižší nežli v ostatních plochách. Metodika, kterou jsem dostal předepsanou, byla použita i v ostatních zemích zapojených do projektu CLUE.

Sledování semenáčků druhu *Veronica arvensis*

Semenáčky s ukousnutým terminálem mají v závěru o něco více plodů než semenáčky nepoškozené (obr.8). Poškození terminálu pravděpodobně indukuje dřívější větvení rostliny a rostliny větvené měly více plodů v porovnání s rostlinami nevětvenými (obr.7). Prediktor výška v létě dobře vysvětluje počet plodů u nevětvených rostlin, zatímco u rostlin větvených je méně důležitá, jak je patrné z obrázku 8. Rostliny větvené mají plody rozmístěné na hlavním, i na vedlejších terminálech a výška hlavního terminálu méně vypovídá o síle rostliny v porovnání s rostlinami nevětvenými, i když větvené rostliny jsou většinou vyšší.

Rostliny poškozené okusem terminálu byly většinou silnější proti rostlinám nepoškozeným. Pravděpodobně dříve vyklíčily a měly větší zásobu asimilátů v porovnání s nepoškozenými, ale mladšími rostlinami. Na druhé straně přežití zimy bylo větší u rostlin nepoškozených (70,5%) proti poškozeným (60,5%). Je možné, že poškozené rostliny mají menší rezistenci proti nepříznivým vlivům jako jsou například houbové infekce. Rostliny větvené v dubnu měly více plodů (průměrně 11,6) proti nevětveným (průměrně 5,9). Mezi nevětvenými byla většina rostlin vyklíčených na „jaře.“ Některé rostliny, které nebyly v dubnu větvené měly v létě nulový počet plodů, zatímco rostliny v dubnu větvené, měly všechny nenulový počet plodů.

Nejvýhodnější strategií druhu *V. arvensis* se tedy zdá vyklíčení na podzim a brzké větvení. Do skupiny semenáčků vyklíčených na „jaře“ patří rostliny vyklíčené od listopadu do dubna, protože jsem prováděl pozorování v dubnu, nemohu tedy rozlišit přesný čas klíčení jednotlivých semenáčků. Do skupiny semenáčků vyklíčených na „podzim“ patří rostliny

vzešlé do listopadu. Rostliny vyklíčené „na jaře“ jsou v létě menší a mají i nižší počet plodů v porovnání s rostlinami „podzimními“ (Obr.8). Jarní rostlinky hůře obstávají v konkurenci s okolní vegetací. Výška rostliny a počet pravých listů na podzim neměly vliv na přežití zimy 1997/1998. Zima 1997/1998 byla poměrně mírná, proto nemusely sledované charakteristiky ovlivnit přežití. K obecným závěrům by bylo nutné provádět sledování více sezón, to by ale neodpovídalo fázi sukcese na opuštěném poli. Baskin a Baskin (1983) tvrdí, že o osudu na jaře vzešlých semenáčků není nic známo. Většina rostlin druhu *V. arvensis* vyklíčila na podzim do listopadu, což odpovídá zjištěním i jiných autorů (Baskin a Baskin 1983, Harris a Lovell 1979).

Závěr

(1) Efekt zásahu měl statisticky průkazný vliv na vývoj semenné banky. Plochy s přírodní kolonizací, s vysetou směsí s nízkou druhovou diversitou a vysokou druhovou diversitou se od sebe začaly statisticky průkazně odlišovat po třetí vegetační sezóně.

(2) Mezi semennou bankou a vegetací dané sezóny existují pozitivní korelace.

(3) Celkový obsah C a N neměl statisticky průkazný vliv na celkový počet semen v půdě, nicméně korelace C, N a celkového počtu semen jsou slabě negativní. Obsah C a N se průkazně neliší podle zásahů, ale pro C byl nápadný trend. Obsah uhlíku je pozitivně korelován s biomasou trav.

(4) V celkové biomase málo zastoupené jednoleté plevely měly největší podíl na celkovém počtu semen v půdě.

(5) Pro druh *Veronica arvensis* se zdá výhodnější vyklíčit do listopadu nežli od listopadu do dubna.

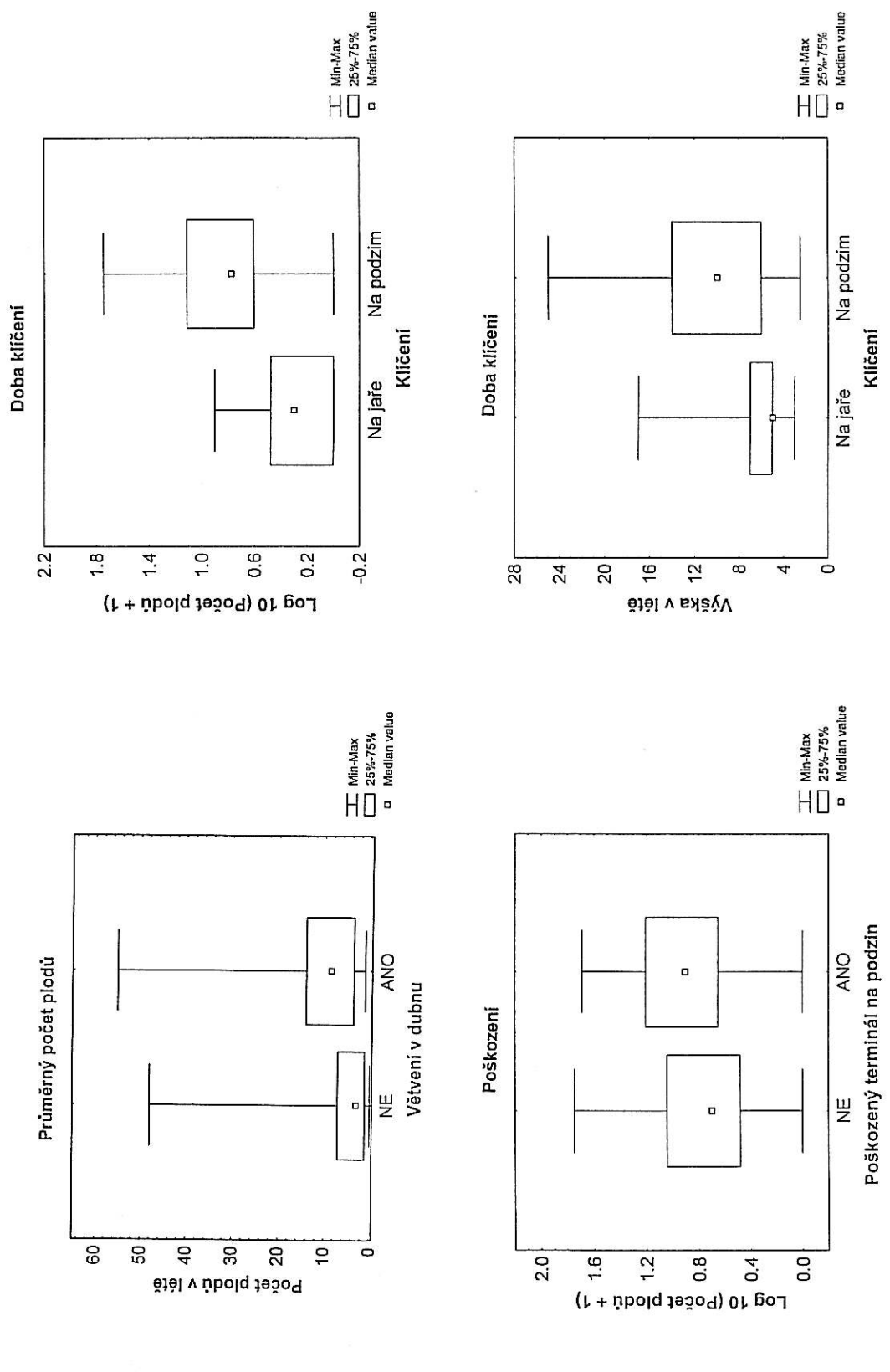
Poděkování

Poděkování patří především mému školiteli Janu Lepšovi, který mi pomáhal se statistickou analýzou. Dále mu děkuji za poskytnutou literaturu, za trpělivý přístup k mé často nespolehlivé osobě a za všechno, co pro mne kdy učinil. Poděkování patří i Petru Šmilauerovi za poskytnutí dat o biomase, Miroslavu Šrůtkovi a jeho rodině za stravu a poskytnutí zázemí pro práci a také Verunce Macákové za pomoc při sběru dat a opravě pravopisných chyb.

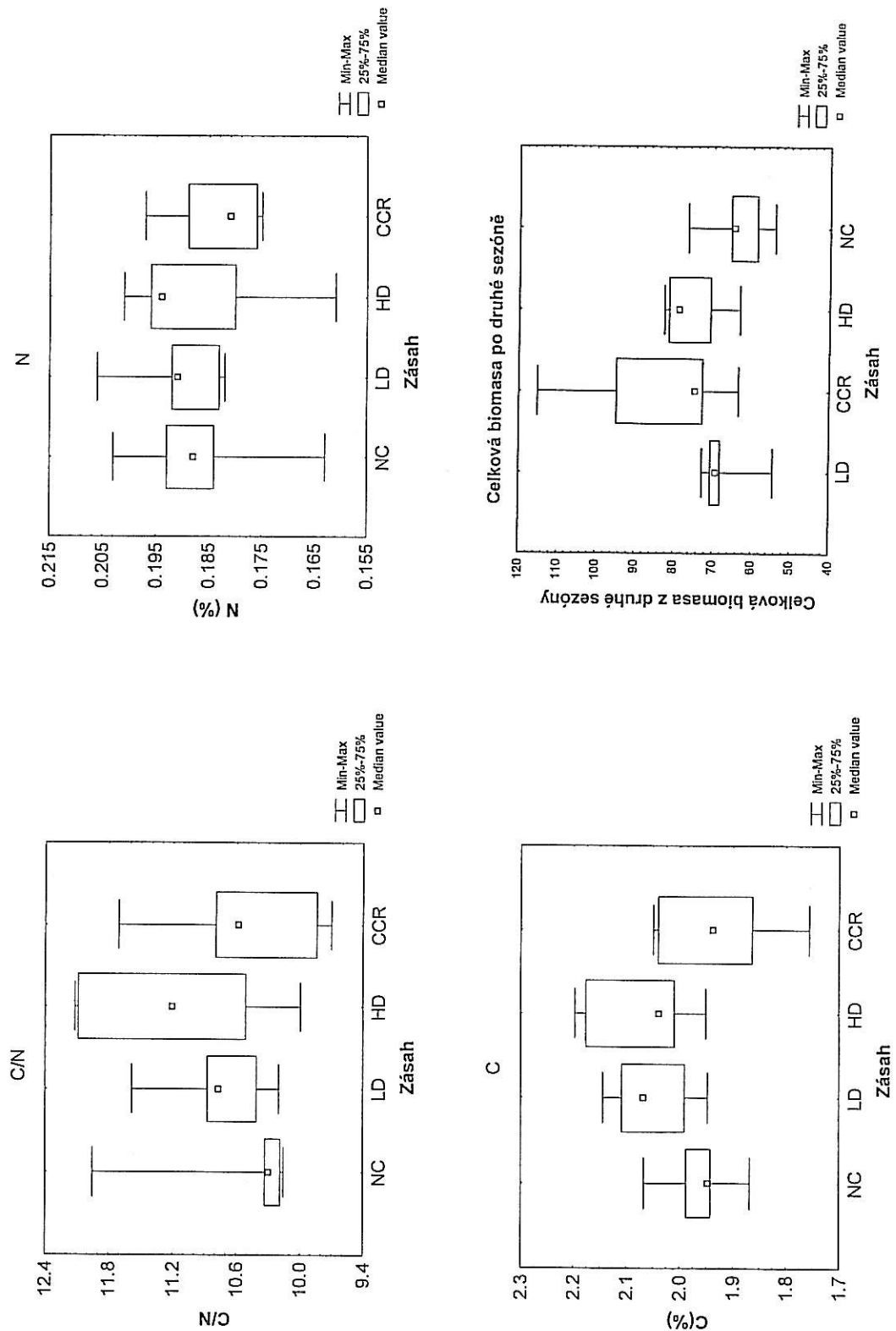
Citovaná literatura

- Albrecht, H. & Bachthaler, G. 1990. Unkrautsamengehalte und Bodeneigenschaften von Ackerflächen in Bayern. *Weed Research* 30: 101 - 108.
- Albrecht, H. & Forster, E. F. 1996 The weed seed bank of soils in a landscape segment in southern Bavaria - I. Seed content, species composition and spatial variability. *Vegetatio* 125: 1 - 10.
- Albrecht, H. & Pilgram, M. 1997. The weed seed bank of soils in a landscape segment in southern Bavaria. II. Relation to environmental variables and to the surface vegetation. *Plant Ecology* 131: 31 - 43.
- Albrecht, H. & Sommer, H. 1998. Development of the arable weed seed bank after the change from conventional to integrated and organic farming. *Aspects of Applied Biology* 51: 1 - 10.
- Albrecht, H. 1995. Modelluntersuchung und Literaturlauswertung zum Diasporenvorrat gefährdeter Wildkräuter in Ackerböden. *Schriftenreihe der Stiftung gefährdeter Pflanzen* 5: 123 - 140.
- Baskin, J. M. & Baskin, C. C. 1983. Germination ecology of *Veronica arvensis*. *Journal of Ecology* 71: 57 - 68.
- Barralis, G. A & Chadoeuf, R. 1987. Potential semencier des terres arables. *Weed Research* 27: 417 - 427.
- Beniot, D. L., Kenkel, N. C. & Cavers, P. B. 1989. Factors influencing the precision of soil seed bank estimates. *Canadian Journal of Botany* 67: 2833 -2840.
- Beuret, E. 1984. Expression et évolution du stock grainier des sols: influence d'assolement et de l'époque des travaux du sol. - 7ème Colloque International sur L'Ecologie, la Biologie et la Systématique des Mauvaises Herbes (Paris), 81 - 90.
- Cavers, P. B. & Beniot, D. L. 1989. Seed banks in arable soils. V: Leck, M. A., Parker, V. T. & Simpson, R. L. (eds): *Ecology of soil seed banks*. Pp. 309 - 328. Academic Press, San Diego.
- Courtney, A. D. 1968. Seed dormancy and field emergence in *Polygonum aviculare*, *Journal Applied Ecology*, 5, 675 - 684.
- Darksen, D. A. & Lafond G. P., Thomas, A. G., Loepky, H. A., Swanton, C. J. 1993. Impact of agronomic practices on weed communities tillage systems. *Weed Science*. 41: 409 - 417.

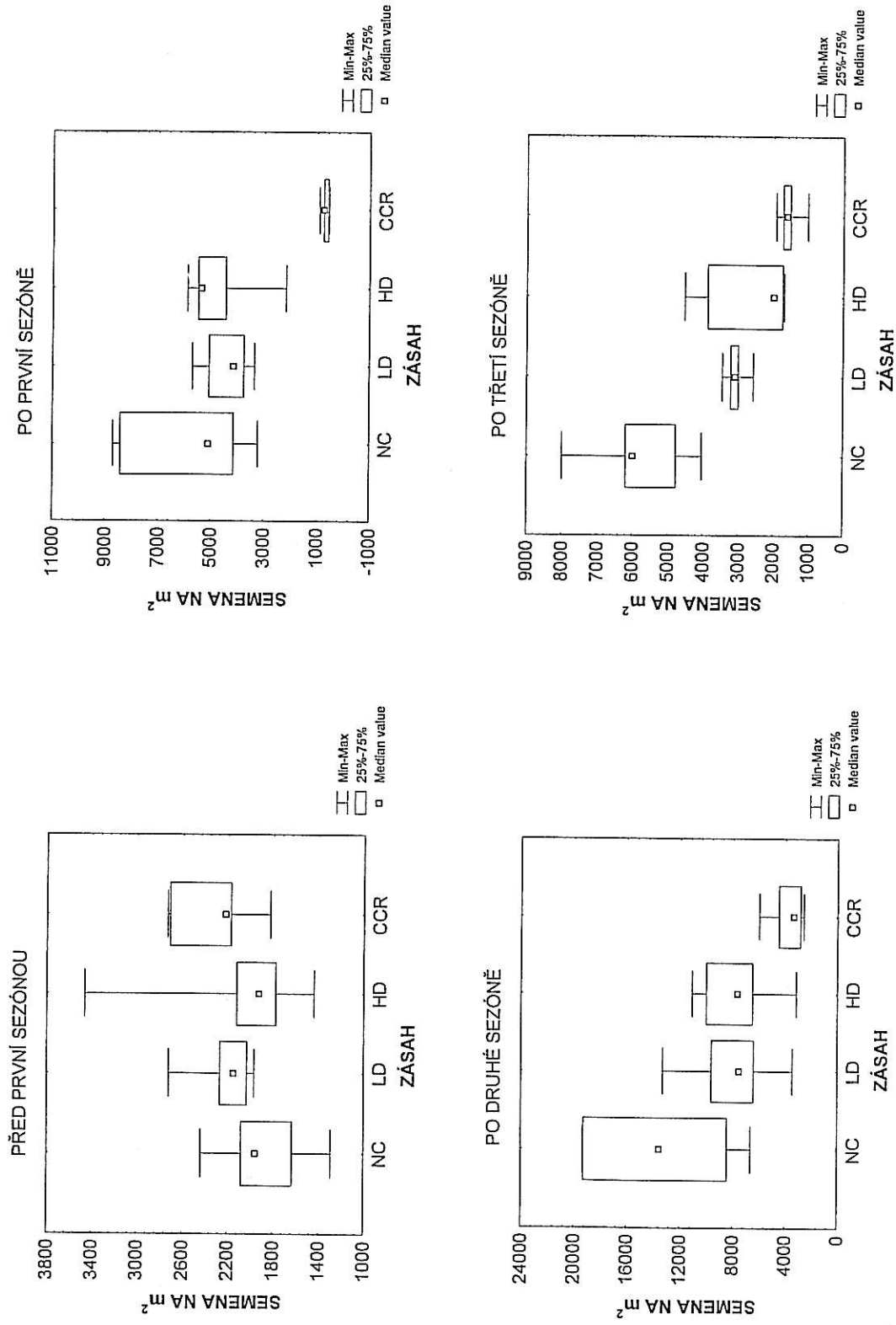
- Dostál, J. 1989. Nová květena ČSSR. Academia, Praha.
- Harris, G. R. & Lovell, P. H. 1980. Growth and reproductive strategy in *Veronica spp.* *Annals of Botany* 45: 447 - 458.
- Jensen, H. A. 1969. Content of buried seeds in arable soil in Denmark and its relation to the weed population. *Dansk Botanisk Arkiv* 27: 1 - 56.
- Kropáč, Z. 1966. Estimation of weed seeds in arable land. *Pedobiologia*. 6: 105 -128.
- Milberg, P. 1992. Seed bank in a 35-year-old experiment with different treatments of a semi-natural grassland. *Acta Oecologica*. 13 (6): 743 -752.
- Otte, A. 1992: Entwicklung im Samenpotential von Ackerböden nach dem Aussetzen von Unkrautregulierungsmaßnahmen. *Landwirtschaftliches Jahrbuch* 69: 837 - 860.
- Peart, M. H. 1984. The effects of morphology, orientation and position of grass diaspores on seedling survival. *Journal of Ecology* 72: 437 - 453.
- Roberts, H. A. & Feast, P. M. 1973. Changes in the number of viable weed seeds after different regimes. *Weed Research*. 13: 298 - 303.
- Roberts, H. A. & Chancellor, R. J. 1986. Seed banks of some arable soils in the English midlands. *Weed Research*.26: 251 - 257.
- Roberts, H. A. & Ricketts, M. E. 1979. Quantitative relationship between the weed flora after cultivation and the seed population in the soil. *Weed Research*. 19: 269 - 275.
- Roberts, H. A. 1981. Seed banks in soil. *Advances in Applied Biology* 6: 1 - 55.
- Roberts, H. A. 1984. Crop and weed emergence patterns in relation to time of cultivation and rainfall. *Annals of Applied Biology*. 105: 263 - 275.
- Sotáková, S. 1982: Organická hmota a úrodnost' pôdy.- Příroda, Bratislava.
- StatSoft, Inc. 1995: STATISTICA 1995 for Windows, verze 6.0.
- Warwick, M. A. 1984. Buried seeds in arable soils in Scotland. *Weed Reserch*. 24: 261 - 268.
- Werner, P. A. & Rioux, R. 1977. The biology of Canadian weeds. 24. *Agropyron repens* (L.) Beauv. *Canadian Journal of Plant Science*. 57: 905 - 919.
- Wesolowski, M. 1979. Type composition and number of weed seeds in the soils of the South - East Poland. a. Soils of the lowland region. *Annales Universitatis Mariae Curie, Sectio E*, 34: 23 36.
- Wesson, G. & Wareing, P. F. 1969. The role of light in the germination of naturally occurring populations of buried weed seeds. *Journal of Experimental Botany*. 20/63: 402 - 413.
- Willems, J. H. & Huijsmans, K. G. A. 1994. Vertical seed dispersal by earthworms: A quantitative approach. *Ecography* 17: 124 - 130.



Obr. 8: Porovnání měřených charakteristik u rostlin druhu *Veronica arvensis*. Závislost počtu plodů na větvení v dubnu, počtu plodů na době klíčení, počtu plodů na poškození terminálu a výšce v létě na době klíčení.



Obr. 9: Celkový obsah C, N, C/N poměr a celková biomasa po druhé vegetační sezóně v jednotlivých zásazích. NC - Přírodní kolonizace, CCR - kontinuální pěstování plodiny, LD - vyseta směs s nízkou druhovou diverzitou lučních druhů, HD - vyseta směs s vysokou druhovou diverzitou lučních druhů.



Obr. 10: Celkový obsah semen v půdě v jednotlivých zásazích před první vegetační sezónou, po první, druhé a přetí vegetační sezóně. NC - Přírodní kolonizace, CCR - kontinuální pěstování plodiny, LD - vyseta směr s vysokou druhovou diverzitou lučních druhů, HD - vyseta směr s nízkou druhovou diverzitou lučních druhů.