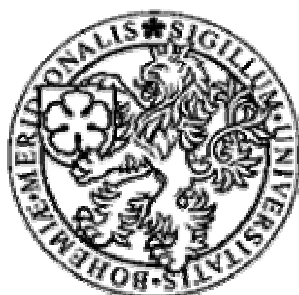
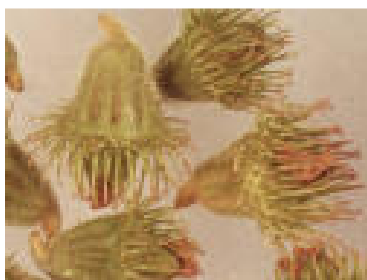


Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Biologická fakulta



Bakalářská práce

**UCHYCENÍ SEMENÁČKŮ BYLIN  
DOSÉVANÝCH DO INICIÁLNÍCH STADIÍ VEGETACE  
BĚHEM OBNOVY DRUHOVĚ BOHATÝCH LUK**



Eva Fraňková

Školitel: Leoš Klimeš  
Konzultantka: Ivana Jongepierová

České Budějovice  
2004

Fraňková, E. (2004): Uchycení semenáčků bylin dosévaných do iniciálních stadií vegetace během obnovy druhově bohatých luk. [Seedling establishment of herbaceous plants, additionally sown into initial stages of restored species-rich grasslands.] – 32 p., Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

**Anotace:** A seed mixture of seventeen herbaceous species was sown into three types of grasslands (i. e. regional plant mixture, commercial grass mixture and naturally regenerated fallow land) established three years before the sowing on arable land in the White Carpathians, Czech Republic. After one year, 11 species (out of the 17 sown species) established in at least one plot; the most successful species were *Genista tinctoria*, *Rhinanthus minor*, *Agrimonia eupatoria* and *Filipendula vulgaris*. Number of seedlings of these four species and also total number of newly established species differed between individual grassland types. Total number of seedlings of the sown species was affected by grassland type, season, total plant cover and area of gaps.

Tato práce byla podpořena granty GA ČR 526/02/0036 a 206/01/1037 a prostředky Katedry botaniky BF JU ČB.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pouze s použitím citované literatury.

V Českých Budějovicích, dne 5.5.2004

.....

## Motto

„Přirozenost se ráda skrývá. ... Živé je exemplem přirozenosti. Překvapí nás svým vlastním pohybem, vycukne se nám z ruky. Jindy nám v ruce uvadne. Vše živé roste a stárne; rodí se, rodí a umírá; přitom složitě komunikuje se světem, je složitým způsobem účastno na vztazích světa. Vše živé má i překvapivě složitou vnitřní strukturu, která představuje jakýsi vnitřní svět, fyzicky realizovanou síť vnitřních vztahů, skrze které se komunikace s vnějším okolím uskutečňuje. ...

Setkání s nově projevenou dimenzí nějaké přirozenosti může probouzet úctu, ale současně nás vystavuje nějakému nebezpečí. Poukazuje k dimenzím světa, které nám zatím nebyly zjevné, ale také zpochybňuje naše dosavadní představy. Probouzí vnímání krásy, úctu i strach. Takováto přirozená zkušenost je základem zkušenosti náboženské, filozofické i vědecké. ... “

Zdeněk Kratochvíl, Filosofie živé přírody.

## Poděkování

Ráda bych upřímně poděkovala svému školiteli, Leoši Klimešovi, za humor, trpělivost a čas, který mi věnoval. Ivaně Jongepierové jsem vděčná za odhodlání a skvělé zázemí, bez kterého by terénní část mé práce probíhala mnohem neveseleji. Všem svým přátelům na fakultě i mimo ni vyjadřuji tímto dík za pomoc s mojí prací a hlavně obdiv za velkorysost, se kterou dokáží čelit mému smíchu a všem dobrým i horším náladám. Svým rodičům pak vděčím za pochopení a laskavost, díky kterým jsem tady a teď.



# OBSAH

1	<b>ÚVOD</b> .....	2
1.1	Cíle práce .....	4
2	<b>MATERIÁL &amp; METODY</b> .....	5
2.1	Přírodní podmínky regionu .....	5
2.2	Popis lokality .....	6
2.3	Sběr semen .....	7
2.4	Terénní pokus .....	7
2.5	Pokusy v klimaboxu .....	8
2.6	Vážení semen .....	9
2.7	Statistické zpracování dat .....	9
3	<b>VÝSLEDKY</b> .....	11
3.1	Pokusy v klimaboxu .....	11
3.2	Terénní pokus .....	12
3.2.1	Rozdíly mezi jednotlivými typy porostů .....	12
3.2.2	Uchycení jednotlivých druhů .....	15
3.2.3	Průběh uchycení jednotlivých druhů .....	16
3.2.4	Vliv typu porostu a ročního období na počet uchycených druhů .....	18
3.2.5	Vliv typu porostu a ročního období na počet uchycených semenáčků .....	20
3.2.6	Vliv disturbance .....	21
3.2.7	Vliv konkrétních stanovištních charakteristik .....	22
3.2.8	Vlastnosti semen a úspěšnost uchycení semenáčků .....	23
4	<b>DISKUSE</b> .....	24
4.1	Množství semen .....	24
4.2	Jednotlivé druhy .....	24
4.3	Vliv typu porostu a disturbance .....	25
5	<b>ZÁVĚR</b> .....	27
6	<b>LITERATURA</b> .....	28
7	<b>PŘÍLOHY</b> .....	32

# 1 ÚVOD

Druhově bohaté luční porosty jsou ochránářsky nejcennějším typem vegetace Bílých Karpat (JONGEPIEROVÁ & GRULICH, 1992). I když potenciální přirozená vegetace tohoto území by měla podobu spíše karpatské ostřicové dubohabřiny (NEUHÄUSLOVÁ et al., 1998), již od středověku zde člověk výrazně usměrňoval vývoj krajiny ve prospěch otevřených prostor, převážně luk a pastvin (LOŽEK, 1992). Na paleogenních vápnatých pískovcích se tak postupně vyvinuly květnaté louky udržované převážně kosením a pastvou a staly se cennou součástí tohoto území. Díky přítomnosti soliterních dubů a křovitých remízků se v karpatských lučních společenstvech společně vyskytují druhy suchých trávníků, mezofilních luk, lesních lemů i druhy lesní (CHYTRÝ et al., 2001). Vegetační diverzita samotných travních porostů není nijak výjimečná (JONGEPIEROVÁ et GRULICH, 1992), o to zajímavější je však veliká diverzita druhová, která může být navíc značně proměnlivá, na ploše 30 x 30 cm se může vyskytovat 4 až 32 druhů (KLIMEŠ, 1997).

Po roce 1948 bylo několik tisíc hektarů karpatských druhově bohatých luk přeměněno na ornou půdu, degradováno hnojením či ponecháno ladem a díky útlumu zemědělské výroby se výměra neobhospodařovaných ploch i v posledním desetiletí nadále zvyšovala (MACKOVČIN et al., 2002). Zásluhou správy CHKO a ZO ČSOP Bílé Karpaty, které zajišťují vhodný management kosení a někde i pastvy, se daří zachovalé travní porosty udržovat, a v rámci programů na tvorbu regionálních semenných směsí a obnovy květnatých luk rozlohu travních porostů dokonce rozšiřovat. Jen v roce 2002 bylo připraveno 353 kg osiva na zatravnění 20,7 ha orné půdy v ochranném pásmu NPR Čertoryje (JONGEPIEROVÁ et al., 2000).

Při obnově lučního porostu na orné půdě jsou zásadními problémy (1) špatná dostupnost semen místních druhů, způsobená jak chudou semennou bankou, ve které často převládají plevelné druhy, tak omezeným přísunem diaspor z okolních zdrojů, a (2) zvýšená úrodnost půdy vzniklá hnojením (STEVENSON et al., 1995). Zima (2002) ve své práci z CHKO Bílé Karpaty ukazuje, že průměrný obsah dusičnanového dusíku byl na čerstvě zalučňených lokalitách téměř dvakrát vyšší než na původních loukách. Zvýšený obsah živin je často spojován s vyšší produktivitou, která umožňuje dominanci několika málo kompetičně silných druhů a tím omezuje druhovou diverzitu porostu (MARRS, 1993).

Řešením nedostatečného přísunu semen může být např. přenos sena z druhově bohaté louky na obnovované plochy (KIEHL, 2004) nebo přímé vysévání žádoucích druhů v regionálních směsích (HOPKINS et al., 1999). Otázkou zůstává množství druhů, které je třeba dodat, aby byl co

nejrychleji založen porost obsahující co nejvíce cílových druhů, neboť potenciál kolonizace pozdějších sukcesních stádií dalšími druhy je velmi malý (HUTCHINGS & BOOTH, 1996).

Možnosti snížení obsahu živin v půdě shrnul ve své práci MARRS (1993), který navrhuje tři základní metody, jak tohoto snížení dosáhnout. (1) Odstraněním nebo naředěním zdrojů živin, např. skrývkou svrchní vrstvy zeminy, (2) ovlivněním zásob a toku živin v půdě a (3) zvýšením jejich odnosu. PYWELL et al. (2002) prokázali po 30 – 40 cm hlubokém zorání ploch snížení obsahu fosforu a draslíku ve svrchní pěticentimetrové vrstvě zeminy. Tento zásah měl zároveň oproti mělkému narušení a přirozeně obnovované ploše za následek prokazatelně nižší pokryvnost nevysetych druhů trav.

Další mechanické zásahy, které by mohly podpořit zvýšení druhové diverzity, testovali HOPKINS et al. (1999). Z výsledků jejich dvouletého pokusu vyplývá, že nejvýraznější pozitivní vliv na druhovou bohatost porostu měl výsev po odstranění drnu. Hlubší zkeypření půdy rotavátorem, omezený výsev regionální směsi do pruhu uprostřed plochy a lehké narušení povrchu půdy podpořilo zvýšení druhové diverzity méně výrazně. Dosazování předpěstovaných rostlin do porostu se ukázalo jako nejméně efektivní metoda, která může mít praktické využití pouze v omezeném lokálním měřítku.

Obecně je zvýšení druhové diverzity porostu vždy ovlivněno již zmiňovanou dostupností semen příslušných druhů a jejich schopností se uchytit a přežít (THOMPSON et al., 2001). Některé studie udávají jako limitující faktor spíše omezenou dostupnost semen (LEE, 1993). ISSELSTEIN et al. (2002) naproti tomu považují pro populaci daného druhu a tím potažmo i druhovou diverzitu celého porostu za klíčovou fázi uchycení, neboť semenáčky jsou v porovnání s okolní vegetací mnohem citlivější na nepříznivé abiotické i biotické faktory. ERIKSSON & EHRLÉN (1992) kompromisně navrhují, že kombinace obou těchto faktorů by mohla dynamiku uchycování semenáčků vysvětlit nejlépe.

Inhned po rozptýlení, dokud jsou semena na povrchu půdy, ovlivňují jejich klíčení zejména teplota, vlhkost a světelné podmínky. Nepříznivý stav těchto podmínek, často spolu s primární dormancí (viz dále), může způsobit pozdržení klíčení (PONS, 1991). REES (1986) rozlišuje tři typy dormance. (1) Vrozenou čili primární dormanci danou nedospělostí semene, přítomností nepropustného obalu semene nebo potřebou specifických ekologických podmínek (např. snížené teploty). (2) Vyvolanou neboli sekundární dormanci, kdy např. semena, jejichž klíčení původně nebylo závislé na světle, ho po deponování pod zemí pro klíčení vyžadují. (3) Vynucenou dormanci, která nastává nesplněním některé ze základních podmínek nutných ke klíčení (vlhkost, světlo, kyslík). V půdě může být vynucená dormance následně udržována nedostatkem

faktorů, které by ji prolomily (nedostatek světla, malý rozsah rozdílu denních teplot) (THOMPSON & GRIME, 1983), případně může být vyvolána již zmíněná dormance sekundární (REES, 1986).

Abiotické faktory, jako jsou teplota, vlhkost a světelné podmínky, jsou ovšem v rámci mikrostanoviště, tedy bezprostředního okolí místa, kde klíčení a uchycení semenáčku probíhá, ovlivněny faktory biotickými. ŠPAČKOVÁ & LEPŠ (2004) uvádí jako nejčastěji zmiňované biotické faktory přítomnost mechového patra, opadu a otevřených prostor v porostu. Ve čtyři roky trvajícím pokusu prokázali negativní vliv mechového patra a opadu na počet přítomných semenáčků. Opačným jevem ovšem může být facilitace, kdy přítomnost ostatních rostlin chrání semenáčky před extrémními výkyvy vlhkosti a teplot, které se jinak projevují na holé půdě výrazněji (CALLAWAY, 1995).

ŠPAČKOVÁ & LEPŠ (2004) dále zjistili, že příhodná mikrostanoviště, charakterizovaná vysokým počtem semenáčků, přetrvávají jeden nebo dva roky, jen velmi zřídka déle. Dynamiku mikrostanovišť zkoumal také BELL et al. (1999), který shodně konstatuje, že větší gapy přetrvávají v porostu přibližně 1,5 roku, zatímco malé gapy méně než 6 měsíců. Meziroční fluktuace v uchycování semenáčků dané proměnlivostí mikrostanovišť jsou považovány za důležitý mechanismus pro udržení druhové diverzity porostu (GRUBB, 1977).

## 1.1 Cíle práce

Dosévání semen jako jedna z metod obnovení druhové diverzity porostu je často popisována v literatuře (COULSON ET al., 2001, HOPKINS et al., 1999, PYWELL et al., 2003, SMITH et al., 2002), ale v Bílých Karpatech nikdy nebyla při obnově druhově bohatých luk v praxi vyzkoušena. Aby mohla být posouzena efektivita dosévání v regionu Bílých Karpat a možnosti jeho využití v širším měřítku, budu ve své práci hledat odpovědi na následující otázky:

- 1) Které druhy jsou schopné se v porostu po dosetí uchytit?
- 2) Souvisí tato schopnost s klíčivostí a hmotností semen jednotlivých druhů?
- 3) Je úspěšnost uchycení semenáčků ovlivněna pokryvností živé biomasy a zapojeností porostu?
- 4) Má na uchycení semenáčků vliv disturbance provedená před vysetím?

## 2 MATERIÁL & METODY

### 2.1 Přírodní podmínky regionu

Terénní výzkum probíhal v západní části Chráněné krajinné oblasti Bílé Karpaty. Geologický podklad Bílých Karpat tvoří horniny dílčí bělokarpatské jednotky magurského flyšového příkrovu, zastoupené převážně pískovci střídanými nepropustnými jílovci a slínovci. Často obsahují značný podíl uhličitane vápenatého v podobě vápnitého tmelu. Rychlé nepravidelné střídání propustných a nepropustných vrstev tvoří celkově nepříznivé hydrogeologické podmínky a velmi omezený výskyt podzemních vod, vázaných pouze na místní mocnější polohy pískovců (MACKOVČIN et al., 2002).

Průměrné teploty z let 2002 a 2003, kdy probíhal můj výzkum, byly oproti dlouhodobým průměrům z období 1961 – 1990 extrémnějši. Zimní, jarní a podzimní teploty byly nižší než dlouhodobý průměr, naopak letní teploty byly vyšší. V roce 2003 se tento trend projevil ještě výrazněji než v roce 2002 (**Tab. 1**).

*Tab. 1: Průměrné teploty za celý rok (CELKEM) a jednotlivé měsíce v roce (1–12) z měřicí stanice Strážnice. Průměr je z let 1961 – 1990.*

[°C]	CELKEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRŮMĚR	<b>8,9</b>	<b>-1,9</b>	<b>0,2</b>	<b>4,2</b>	<b>9,3</b>	<b>14,2</b>	<b>17</b>	<b>18,4</b>	<b>18,1</b>	<b>14,4</b>	<b>9,4</b>	<b>4,2</b>	<b>0,1</b>
2002	9,8	-1,2	4,1	5,8	9,1	17,4	18,1	20,4	19,4	12,9	7,7	7,2	-2,8
2003	9,2	-2,3	-3,3	3,7	8,6	16,3	20,1	19,4	21,4	14,1	6,3	5,6	0,1

Srážkový úhrn za celý rok 2003 byl o třetinu menší, než je dlouhodobý průměr i průměr z roku 2002. I srážky v jednotlivých měsících byly v roce 2003 oproti dlouhodobému průměru i roku 2002 nižší. Zvláště suché byly měsíce únor, březen, červen a srpen (**Tab. 2**) (Dr. Miloslav Hradil, ČHMÚ, ústní sdělení).



**Tab. 2:** Průměrné srážky za celý rok (CELKEM) a jednotlivé měsíce v roce (1–12) z měřicí stanice Strážnice. Průměr je z let 1961–1990.

[mm]	CELKEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
PRŮMĚR	535,8	24,4	28,2	24,9	39,7	63,8	84,6	59,4	61	40,4	34,3	42,8	32,9
2002	518,1	15	31,2	15,5	20,7	30,3	78,7	82,3	56,8	33,1	89,9	36,5	28,1
2003	364,4	28,9	0,7	7	37,9	43,4	21,1	60,9	25,2	33,6	26,4	36,8	42,5

## 2.2 Popis lokality

Terénní výzkum probíhal v tzv. nadregionálním biocentru Čertoryje, v katastru obce Malá Vrbka, na JV svahu kopce Výzkum (439 m.n.m.). V 70. letech byl JV svah Výzkumu rozorán a zbaven vzrostlé lemové vegetace a až do poloviny roku 1998 využíván jako orná půda (JONGEPIEROVÁ, 2003). Severní část Výzkumu pokrývá smíšený les, jižní část je zemědělsky obdělávané pole a asi 300 m západně od vrcholu Výzkumu začínají druhově bohaté luční porosty přímo navazující na NPR Čertoryje.

Od dubna 1999 probíhá na JV svahu Výzkumu projekt zaměřený na obnovu druhově bohatých luk ve vymezeném nadregionálním biocentru Čertoryje. Vedoucím tohoto projektu je RNDr. Ivana Jongepierová ze Správy CHKO Bílé Karpaty. V letech 1993–1995 byly v zachovalých částech karpatských lučních porostů nasbírány regionální druhy bylin a trav a následně pěstovány v matečných porostech ve Výzkumné stanici travinářské Oseva PRO s.r.o. v Zubří a u soukromých pěstitelů v regionu Bílých Karpat (JONGEPIEROVÁ et al., 2000).

V pokusu byly následně použity 2 typy semenných směsí. (1) **Regionální směs**, v níž 90% hmotnosti vyšetých semen tvořily trávy *Bromus erectus*, *Festuca rubra*, *Festuca rupicola*, *Anthoxanthum odoratum*, *Poa angustifolia*, *Briza media* a *Koeleria pyramidata* a 10 % byliny, které byly zastoupeny 2,6 % jetelovin - *Anthyllis vulneraria*, *Trifolium montanum*, *Trifolium rubens* a 7,4 % bylin - *Betonica officinalis*, *Campanula glomerata*, *Centaurea scabiosa*, *Cirsium pannonicum*, *Galium verum*, *Galium album*, *Helianthemum ovatum*, *Hypericum perforatum*, *Inula salicina*, *Jacea pratensis*, *Leontodon hispidus*, *Leucathemum vulgare*, *Plantago lanceolata*, *Prunella laciniata*, *P. vulgaris*, *Salvia verticillata*, *Tragopogon orientalis*. (2) **Komerční travní směs**, která byla tvořena druhy *Arrhenatherum elatius*, *Cynosurus cristatus*, *Festuca ovina*, *Festuca rubra*, *Festuca pratensis*, *Poa pratensis* a *Trisetum flavescens* (JONGEPIEROVÁ, 2003).

Pro pokus byly zvoleny 4 typy zalučnění: (1) regionální směs celoplošně, (2) regionální směs v pásu 5 m, zbytek zalučněn komerční travní směsí, (3) regionální směs v pásu 5 m, zbytek ponechán samovolné sukcesi, (4) ponechán úhor. Každý typ je ve 4 opakováních. Pokusné plochy měly výměru 20 x 55 m, výsevni množství bylo všude 20 kg.ha<sup>-1</sup>, tj. 2 g.m<sup>-2</sup>. Rozvržení ploch je patrné v **příloze 1**.

### 2.3 Sběr semen

V červnu, červenci a srpnu 2002 jsem ručně nasbírala semena 17 druhů rostlin. Kritériem pro výběr druhů byla (1) jejich přítomnost v zachovalých karpatských lučních porostech, (2) dostatečná zralost a množství jejich semen v době sběru a (3) jejich nepřítomnost ve směsích vyšetřých na Výzkumu. Sbírala jsem celé reproduktivní části rostlin vždy z co největšího počtu populací na lokalitě a v rámci populace vždy z těch nejvíce zralých jedinců.

Na území NPR Čertoryje jsem nasbírala druhy *Acetosa pratensis*, *Euphorbia cyparissias*, *Filipendula vulgaris*, *Genista tinctoria*, *Primula veris*, *Prunella grandiflora*, *Rhinanthus minor*, *Salvia pratensis*, *Serratula tinctoria*, *Silene nutans* a *Trifolium medium*. V okolí železniční zastávky Javorník (cca 2 - 3 km JZ od Velké nad Veličkou) jsem nasbírala druhy *Agrimonia eupatoria*, *Astragalus cicer*, *Astragalus danicus*, *Carex flacca*, *Dorycnium germanicum*, *Filipendula vulgaris*, *Plantago media* a *Primula veris*.

Sebrané části rostlin (tobolky, úbory, cyathia, klasy apod.) jsem vždy 2 týdny sušila ve větrané místnosti při pokojové teplotě 18 – 25°C a ve stejných podmínkách jsem je pak v látkových pytlících skladovala do srpna. V srpnu 2002 jsem semena vyčistila pomocí vzduchového čističe a sít ve Výzkumné stanici travinářské v Zubří. Odstranila jsem zbytky vegetativních částí rostlin a plodů do té míry, abych byla schopná oddělit a počítat jednotlivá semena.

### 2.4 Terénní pokus

V září 2002 jsem na Výzkumu založila trvalé plochy. Využila jsem 6 ploch založených v roce 1999, konkrétně 2 plochy s regionální směsí celoplošně, 2 plochy s komerční travní směsí (a 5 m pásem regionální směsi uprostřed) a 2 plochy s ponechaným úhorem. V každé ze 6 ploch jsem vytyčila 8 ploch 1,5 x 1,5 m, vždy 4 v horní a 4 v dolní části obdélníkové plochy. Plochy

byly umístěny v okrajových částech obdélníků tak, aby neovlivnily monitoring pokusu založeného v roce 1999. Schéma pokusu je znázorněno v **příloze 1**.

V rámci jednotlivých typů porostu jsem v náhodně vybrané polovině ploch hráběmi odstranila stařinu, narušila zápoj porostu a zkyprila povrch půdy do hloubky 1 cm (disturbance). Do každé plochy 1,5 x 1,5 m jsem pak ručně vysela směs 510 semen, tak že 30 semen bylo od každého ze 17 druhů. V červnu (5. - 12.6.) 2003 jsem v každé ze 48 ploch (1) zapsala fytoocenologický snímek, tj. zaznamenala všechny druhy a jejich procentuální pokryvnost v ploše pomocí upravené Braun-Blanquetovy stupnice (0,1% .. jeden jedinec, 0,5% .. více jedinců s celkovou pokryvností menší než 1%, dále 1, 3, 5, 7, 10%. Vyšší hodnoty byly zaokrouhleny na násobky pěti procent), (2) spočítala všechny jedince mnou vyšetých druhů, kteří už měli alespoň jeden pravý list a (3) zapsala souřadnice jejich přesné polohy v ploše. Dále jsem v každé ze 48 ploch náhodně zvolila tři čtverce 30 x 30 cm a v nich jsem (1) spočítala celkový počet semenáčků všech druhů, které jsem nevysela, (2) odhadla pokryvnost živé biomasy a (3) odhadla zapojenost porostu pomocí pětičlenné stupnice (1 = souvislý zapojený porost, 2 = řidší porost bez otevřených míst, 3 = porost s otevřenými místy do velikosti 3 x 3 cm, 4 = porost s většími otevřenými prostory do velikosti 5 x 5 cm, 5 = nesouvislý porost s otevřenými prostory většími než 5 x 5 cm). V červenci 2003 byly všechny plochy pokoseny traktorem. Ve dnech 15. – 19.9. 2003 jsem v každé ploše spočítala přeživší a nově vyklíčené jedince mnou zasetých druhů. Opět jsem v každé ze 48 ploch náhodně zvolila tři čtverce o velikosti 30 x 30 cm a v nich jsem (1) spočítala celkový počet semenáčků všech druhů, které jsem nevysela, (2) odhadla pokryvnost živé biomasy a (3) odhadla zapojenost porostu.

Nomenklatura cévnatých rostlin je uvedena podle Klíče ke květeně České republiky (KUBÁT et al., 2002).

## **2.5 Pokusy v klimaboxu**

První testování klíčivosti semen v klimaboxu jsem provedla na podzim 2002. Tento pokus trval 40 dní, od 12.11. do 20.12. 2002. Nechala jsem klíčit 3 x 50 semen každého druhu, vždy 50 semen na jedné Petriho misce na filtračním papíře. V každé misce byla ještě menší mistička dnem vzhůru, na které byla semena. Filtrační papír, který přesahoval z menší mističky na dno té větší, nasával po zalití průběžně vodu, čímž byla zajištěna stálá přiměřená vlhkost semen. Vždy po dvou až třech dnech jsem počítala a odstraňovala klíčící jedince. Doba osvitů byla 14 hodin,

teplota 20°C (tolerance  $\pm 2^\circ\text{C}$ ). Aby semena neplesnivěla, aplikovala jsem na ně v několikadenních intervalech 0,5% roztok  $\text{KMnO}_4$ .

Přes zimu byla zbylá semena uskladněna ve skleníku bez regulace teploty a vlhkosti. Nebyla prováděna umělá stratifikace.

Druhý pokus na klíčivost semen proběhl na jaře 2003 a trval 48 dní (17.4. – 3.6. 2003). Roztok  $\text{KMnO}_4$  jsem neaplikovala vzhledem k tomu, že semena nebyla výrazně zasažena plísní. Jinak byla použita stejná metodika jako na podzim.

## 2.6 Vážení semen

Na analytických vahách jsem zvažila vždy 3 x 50 semen každého druhu, vypočítala jsem průměrnou hmotnost 50 semen a z ní průměrnou hmotnost jednoho semene. Vážila jsem semena ve stavu, ve kterém jsem je vysévala, tzn. včetně obalů a útvarů usnadňujících šíření semen (háčky, chmýří atp.). Pouze u *Agrimonia eupatoria* jsem odstranila tvrdé osemení a zvažila samotné semeno, protože osemení bylo několikanásobně těžší než semeno.

## 2.7 Statistické zpracování dat

Rozdíly v klíčivosti semen jednotlivých druhů na podzim a na jaře jsem testovala pomocí  $\chi^2$  testu, který porovnává zjištěné frekvence s očekávanými. Vliv druhu a ročního období jsem testovala pomocí faktoriální analýzy variance. Pro posouzení podobnosti typů porostů v počtu přítomných druhů a pro porovnání rozdílů v pokryvnosti živé biomasy, pokryvnosti mechů, počtu semenáčků a zapojenosti porostu jsem použila t-test pro nezávislé proměnné, ve kterém jsem testovala každou dvojici typů porostů zvlášť. Data o počtu všech přítomných druhů jsem netransformovala, neboť u nich předpokládám normální rozdělení. Pro testování vlivu typu porostu na počet semenáčků jednotlivých druhů jsem použila analýzu variance a pro vyjádření rozdílů mezi porovnávanými typy Tukeyho HSD test.

Rozdíly v počtu vzešlých jedinců a druhů v červnu a v září, rozdíly mezi jednotlivými typy porostů a závislost počtu vzešlých jedinců a druhů na provedené disturbanci jsem vyhodnotila pomocí analýzy variance pro opakovaná měření a Tukeyho HSD testu. Pro data o počtu vzešlých jedinců jednotlivých druhů, celkovém počtu vzešlých jedinců a celkovém počtu vzešlých druhů v jedné ploše jsem použila arcsinovou transformaci (LEPŠ, 1996), protože jde o poměrový údaj. Počet vysetých semen každého druhu, stejně jako celkový počet druhů, je daný a je shora

omezen, a proto počet vzešlých jedinců i druhů je procentuální částí ze všech vysetých semen a nelze u něj předpokládat normální rozdělení.

Pro vyjádření vztahu mezi počtem vzešlých semenáčků a vzešlých druhů a charakteristikami porostu jsem použila korelační koeficienty, které vyjadřují nejen míru těsnosti vztahu, ale i jeho pozitivní či negativní charakter. Celkové počty nevysetých semenáčků jsem logaritmicky transformovala, neboť jde o počty individuí s výrazně shlukovitým uspořádáním (LEPŠ, 1996). Korelační koeficienty jsem spočítala také pro vyhodnocení vztahu mezi počtem vzešlých semenáčků jednotlivých druhů a vlastnostmi jejich semen.

Pro grafické znázornění rozdílů v druhovém složení porovnávaných druhů porostů jsem použila analýzu hlavních komponent (PCA) předpokládající lineární model. Doseté druhy, které do té doby vzešly, byly z analýzy vynechány.

Pro vyhodnocení dat jsem použila programy MS Excel 2000, Statistica verze 6.0 (STATSOFT, INC., 2001) a Canoco verze 4.5 (TER BRAAK & ŠMILAUER, 2002).

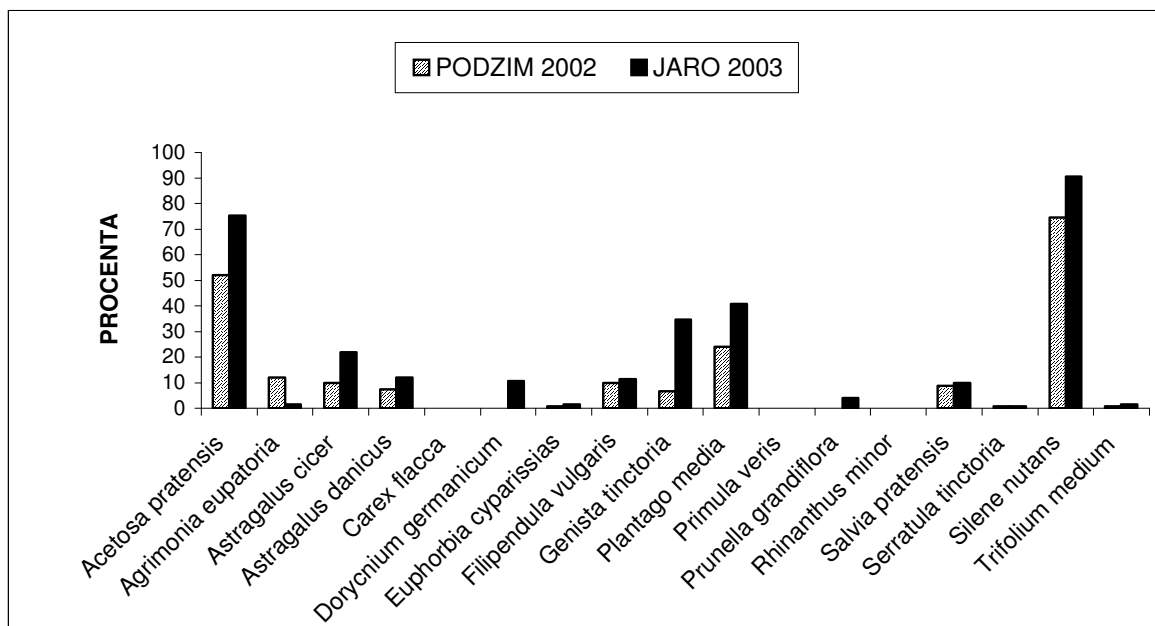
### 3 VÝSLEDKY

#### 3.1 Pokusy v klimaboxu

Na podzim 2002 nejlépe klíčily *Silene nutans*, *Acetosa pratensis* a *Plantago media* (**Tab. 3**). Naopak vůbec neklíčily *Carex flacca*, *Dorycnium germanicum*, *Primula veris*, *Prunella grandiflora* a *Rhinanthus minor*.

Na jaře 2003 nejlépe klíčily *Silene nutans*, *Acetosa pratensis*, *Plantago media*, *Genista tinctoria* a *Astragalus cicer* (**Tab. 3**) a opět nevyklíčily *Carex flacca*, *Primula veris* a *Rhinanthus minor* (**Obr. 1**).

Klíčivost na podzim a na jaře se průkazně lišila u druhů *Acetosa pratensis*, *Agrimonia eupatoria*, *Dorycnium germanicum*, *Genista tinctoria* a *Prunella grandiflora* (**Tab. 3**). Na jaře byla u všech druhů kromě *Agrimonia eupatoria* klíčivost stejná jako na podzim nebo vyšší (**Tab. 3**). Celkový vliv druhu ( $F = 92,41$ ;  $P < 10^{-6}$ ), vliv ročního období ( $F = 26,15$ ;  $P < 10^{-5}$ ) i vliv jejich interakce ( $F = 4,38$ ;  $P < 10^{-5}$ ) na klíčení byly vysoce průkazné.



**Obr. 1:** Průměrná procentuální klíčivost pro jednotlivé druhy. Průměr je vždy ze 3 x 50 semen pro každý druh v každém období.

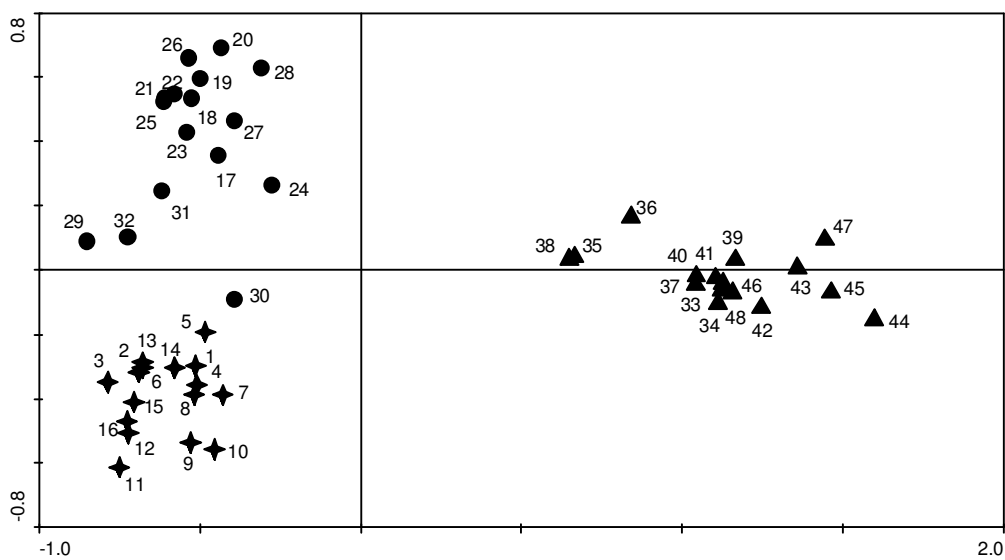
**Tab. 3:** Průměrné klíčivosti semen jednotlivých druhů na podzim 2002 a na jaře 2003, průkaznost rozdílu v klíčivosti na podzim a na jaře a hodnota testového kritéria. Statisticky průkazné výsledky ( $P < 0,05$ ) jsou zvýrazněny tučně.  $\chi^2$  test.

	podzim 2002 [%]	jaře 2003 [%]	P	$\chi^2$
<b>Acetosa pratensis</b>	52	75	<b>0,039</b>	4,276
<b>Agrimonia eupatoria</b>	12	1	<b>0,003</b>	8,541
<i>Astragalus cicer</i>	13	22	0,113	2,510
<i>Astragalus danicus</i>	8	12	0,371	0,800
<b>Dorycnium germanicum</b>	1	11	<b>0,007</b>	7,270
<i>Euphorbia cyparissias</i>	1	1	1,000	0,000
<i>Filipendula vulgaris</i>	10	11	0,773	0,083
<b>Genista tinctoria</b>	7	35	<b>&lt; 10<sup>-3</sup></b>	18,965
<i>Plantago media</i>	28	41	0,126	2,338
<b>Prunella grandiflora</b>	0	4	<b>0,046</b>	4,000
<i>Salvia pratensis</i>	10	10	1,000	0,000
<i>Serratula tinctoria</i>	1	1	1,000	0,000
<i>Silene nutans</i>	75	91	0,213	1,548
<i>Trifolium medium</i>	1	1	0,641	0,218

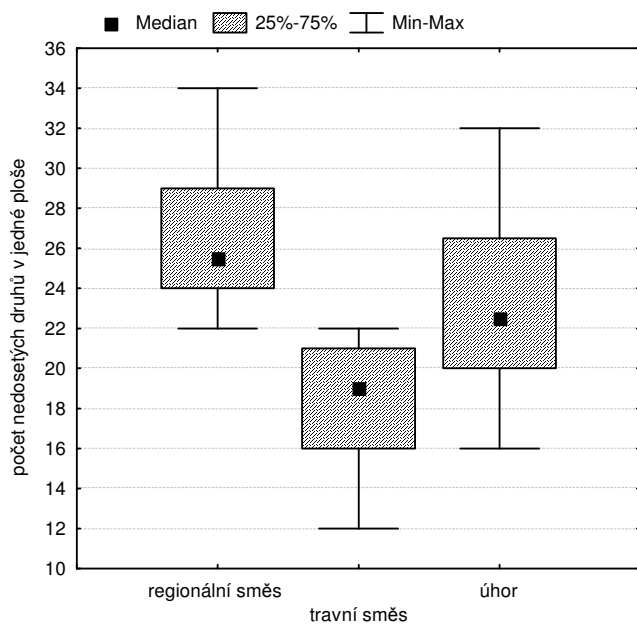
## 3.2 Terénní pokus

### 3.2.1 Rozdíly mezi jednotlivými typy porostů

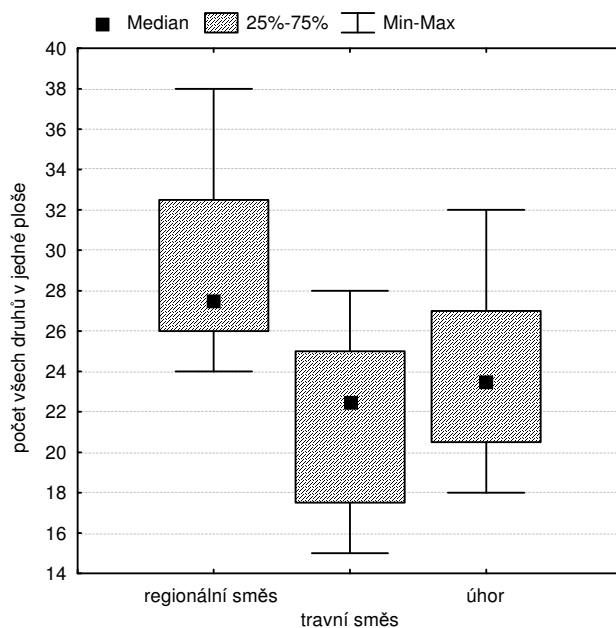
Porosty regionální směsi, komerční travní směsi a úhoru se po čtyřech letech od založení, tj. v roce 2002, lišily jak svým druhovým složením (**Obr. 2**), tak počtem přítomných druhů (**Obr. 3**). V červnu byl průkazný rozdíl v počtu nedosetých druhů v regionální a komerční travní směsi ( $t = 6,58$ ;  $P < 10^{-6}$ ) a v komerční travní směsi a úhoru ( $t = -3,66$ ;  $P = 0,001$ ). Když jsem do počtu druhů započítala i doseté druhy, které se v plochách uchytily během jara, dostala jsem poněkud pozměněný výsledek (**Obr. 4**). Nejvíce druhů se uchytilo v komerční travní směsi a nejméně v úhoru (**Tab. 11**, viz dále), čímž se zmenšil rozdíl mezi regionální a komerční travní směsí, i když byl stále vysoce průkazný ( $t = 5,17$ ;  $P < 10^{-4}$ ) a zvýraznil se rozdíl mezi regionální směsí a úhorem ( $t = 3,38$ ;  $P = 0,002$ ). Naopak rozdíl mezi komerční travní směsí a úhorem přestal být průkazný ( $t = -1,8$ ;  $P = 0,081$ ).



**Obr. 2:** Rozmístění ploch podle druhového složení (bez mnou vyšetřých druhů) znázorněné v ordinačním prostoru. Čísla označují jednotlivé plochy 1,5 x 1,5 m. 1 – 16 regionální směs, 17 – 32 komerční travní směs, 33 – 48 úhor. PCA analýza.



**Obr. 3:** Rozdíl v druhové bohatosti mezi porovnávanými porosty bez dosetých druhů.



**Obr. 4:** Rozdíl v druhové bohatosti mezi porovnávanými porosty včetně dosetých druhů.



Porovnávané porosty se dále průkazně lišily průměrným počtem všech semenáčků nedosetých druhů, celkovou pokryvností živé biomasy a zapojeností porostu. Pokryvnost mechů byla ve všech typech porostů zanedbatelná (**Tab. 4**). Popisované rozdíly mezi provnávanými typy porostů jsou patrné na fotografiích v **příloze 2**.

**Regionální směs** tvořila nejvíce zapojený porost s malým množstvím opadu a stařiny. Pokryvnost živé biomasy byla největší a množství semenáčků srovnatelné s množstvím v komerční travní směsi. Otevřené prostory byly jen malé, maximálně několik cm<sup>2</sup>. **Komerční travní směs** tvořila středně zapojený porost. Pokryvnost živé biomasy byla sice nižší, ale množství stařiny značné. Otevřené prostory s holou půdou se v porostu prakticky nevyskytovaly. **Úhor** byl naopak charakterizován velkými otevřenými prostory a velkým množstvím semenáčků. Pokryvnost živé biomasy byla relativně vysoká, ale opad téměř žádný (**Tab. 4**).

*Tab. 4: Průměrné hodnoty celkové pokryvnosti živé biomasy, pokryvnosti mechů, počtu semenáčků a zapojenosti ve studovaných porostech. U zapojenosti znamená vyšší hodnota menší zapojenost porostu. Hodnoty, které se průkazně neliší mezi jednotlivými typy porostů, jsou označeny stejným indexem. T-test pro nezávislé vzorky.*

<b>v ploše 1,5 x 1,5 m</b>	<b>reg. směs</b>	<b>trav. směs</b>	<b>úhor</b>
celková pokryvnost - červen [%]	74,06 <sup>a</sup>	64,69 <sup>b</sup>	63,44 <sup>b</sup>
pokryvnost mechů - červen [%]	0,22 <sup>a</sup>	0,47 <sup>b</sup>	0,22 <sup>a</sup>
<b>v ploše 30 x 30 cm</b>			
prům. počet semenáčků - červen	10,50 <sup>a</sup>	5,35 <sup>b</sup>	146,90 <sup>c</sup>
prům. počet semenáčků - září	1,88 <sup>a</sup>	1,17 <sup>a</sup>	5,79 <sup>b</sup>
zapojenost porostu - červen	2,20 <sup>a</sup>	2,79 <sup>b</sup>	2,65 <sup>b</sup>
zapojenost porostu - září	2,92 <sup>a</sup>	3,23 <sup>a</sup>	4,35 <sup>b</sup>

### 3.2.2 Uchycení jednotlivých druhů

Ze 17 vyšetřovaných druhů se 11 druhů uchytily alespoň v jedné ploše. Druhy *Agrimonia eupatoria*, *Genista tinctoria* a *Rhinanthus minor* se ukázaly jako nejméně úspěšné v průměrném počtu vzešlých jedinců na plochu. U těchto druhů a *Filipendula vulgaris* se zároveň projevil v průměrném počtu vzešlých jedinců na plochu průkazný rozdíl mezi jednotlivými typy porostů (Tab. 5). Naopak druhy *Carex flacca*, *Primula veris*, *Prunella grandiflora*, *Salvia pratensis*, *Serratula tinctoria* a *Silene nutans* nevzešly ani v jedné z pokusných ploch.

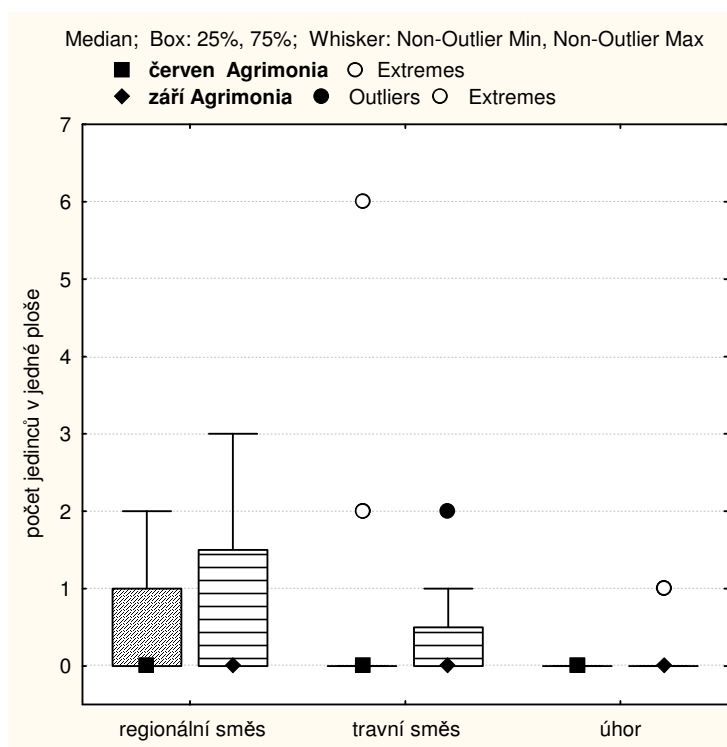
**Tab. 5:** Druhy, které se uchytily aspoň v jedné ploše 1,5 x 1,5 m a jejich průměrný počet v jedné ploše daného typu porostu. Průměry, které se průkazně neliší mezi jednotlivými typy porostu, jsou označeny stejným indexem. Statisticky průkazné výsledky ( $P < 0,05$ ) jsou zvýrazněny tučně. ANOVA. Tukey HSD test.

	regionální směs	travní směs	úhor	celkem	P (vliv typu porostu)
<i>Acetosa pratensis</i>	0.38 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	0.31 <sup>a</sup>	0,33	0,927
<b><i>Agrimonia eupatoria</i></b>	1.25 <sup>a</sup>	0.94 <sup>ab</sup>	0.13 <sup>b</sup>	0,77	<b>0,039</b>
<i>Astragalus cicer</i>	0.25 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	0.44 <sup>a</sup>	0,46	0,249
<i>Astragalus danicus</i>	0.06 <sup>a</sup>	0.06 <sup>a</sup>	0.06 <sup>a</sup>	0,06	1,000
<i>Dorycnium germanicum</i>	0.06 <sup>a</sup>	0.25 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0,10	0,313
<i>Euphorbia cyparissias</i>	0.06 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0,10	0,868
<b><i>Filipendula vulgaris</i></b>	0.50 <sup>a</sup>	0.25 <sup>ab</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0,25	<b>0,025</b>
<b><i>Genista tinctoria</i></b>	1.38 <sup>ab</sup>	2.75 <sup>a</sup>	0.63 <sup>b</sup>	1,58	<b>0,046</b>
<i>Plantago media</i>	0.06 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0,02	0,376
<b><i>Rhinanthus minor</i></b>	1.31 <sup>a</sup>	1.56 <sup>a</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0,96	<b>&lt; 10<sup>-5</sup></b>
<i>Trifolium medium</i>	0.00 <sup>a</sup>	0.13 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0,04	0,135

### 3.2.3 Průběh uchycení jednotlivých druhů

Druhy *Agrimonia eupatoria*, *Genista tinctoria* a *Rhinanthus minor*, u kterých se průkazně projevil rozdíl v průměrném počtu vzešlých jedinců na plochu (**Tab. 5**), reagovaly na typ porostu v průběhu sezóny odlišně.

U druhu *Agrimonia eupatoria* vyrostlo ve všech typech porostu více jedinců během léta než na jaře (do 12. června) (**Obr. 4**). Tento rozdíl ovšem není statisticky průkazný ( $F = 2,983$ ,  $P = 0,061$ ). Nejvíce jedinců se uchytilo v regionální směsi, rozdíl mezi regionální směsí a úhorem byl statisticky průkazný (**Tab. 5**).

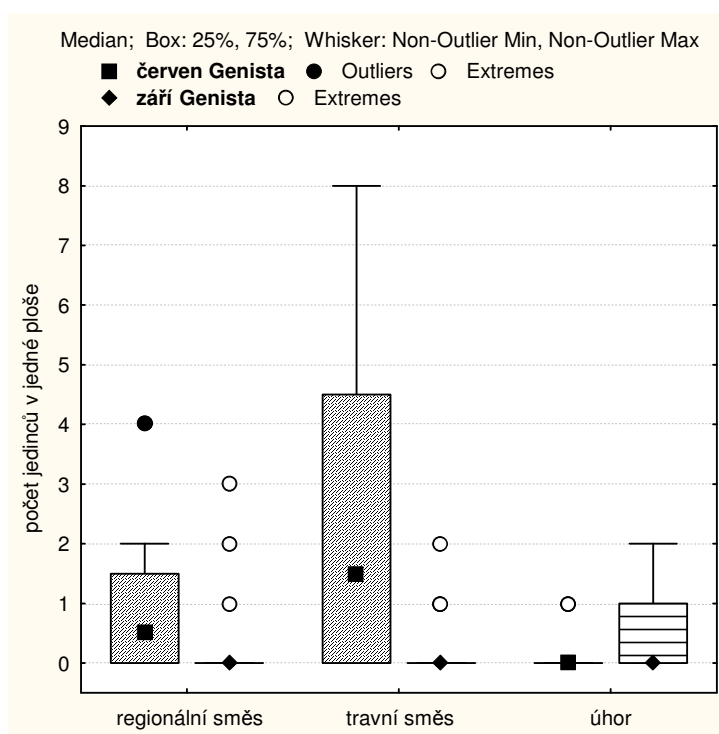


**Obr. 4:** Vliv typu porostu a ročního období (červen/září) na počet semenáčků druhu *Agrimonia eupatoria*.

Nejvíce jedinců *Genista tinctoria* vyrostlo na jaře (do 12. června) v komerční travní směsi (**Obr. 5**). Také v regionální směsi vyrostla většina jedinců během jara. Naproti tomu v úhoru se většina semenáčků uchytila až během léta (červen – září). Vliv ročního období a interakce ročního období s typem porostu byl vysoce průkazný (**Tab. 6**). Pro celkový počet vzešlých semenáčků tohoto druhu byl průkazný také vliv typu porostu, konkrétně rozdíl mezi komerční travní směsí a úhorem (**Tab. 5**).

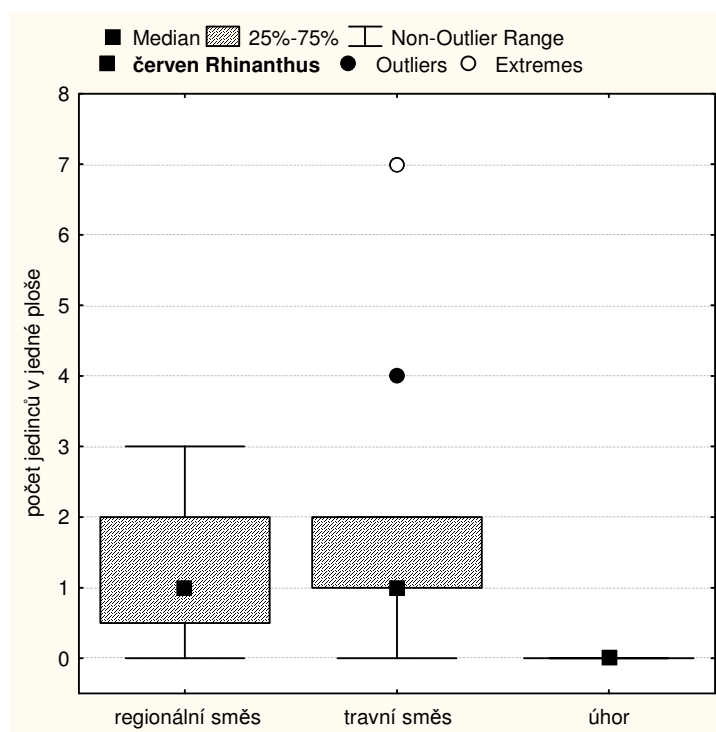
**Tab. 6:** Vliv typu porostu, ročního období a jejich interakce na počet semenáčků druhu *Genista tinctoria*. Statisticky průkazné výsledky ( $P < 0,05$ ) jsou zvýrazněny tučně. ANOVA: opakovaná měření.

Faktory	DF	MS	F	P
typ porostu	2	0,193	3,138	0,058
roční období	1	0,398	9,478	<b>0,004</b>
období*typ	2	0,396	9,434	<b>&lt; 10<sup>-3</sup></b>



**Obr. 5:** Vliv typu porostu a ročního období (červen/září) na počet semenáčků druhu *Genista tinctoria*.

Všechny semenáčky *Rhinanthus minor* vyrostly během jara, v období červen – září se již neuchytil žádný. Téměř všichni jedinci v době snímkování (8. – 12.6.) kvetli. Nejvíce jedinců bylo opět v komerční travní směsi, i když rozdíl mezi regionální směsí a komerční travní směsí je mnohem méně výrazný (**Obr. 6**). V úhoru se neuchytil ani jeden semenáček, průkazný je tedy vliv typu porostu ( $F = 16.43$ ;  $P < 10^{-5}$ ) a rozdíl mezi úhorem a regionální i komerční travní směsí.



**Obr. 6:** Vliv typu porostu na počet semenáčků druhu *Rhinanthus minor*.

### 3.2.4 Vliv typu porostu a ročního období na počet uchycených druhů

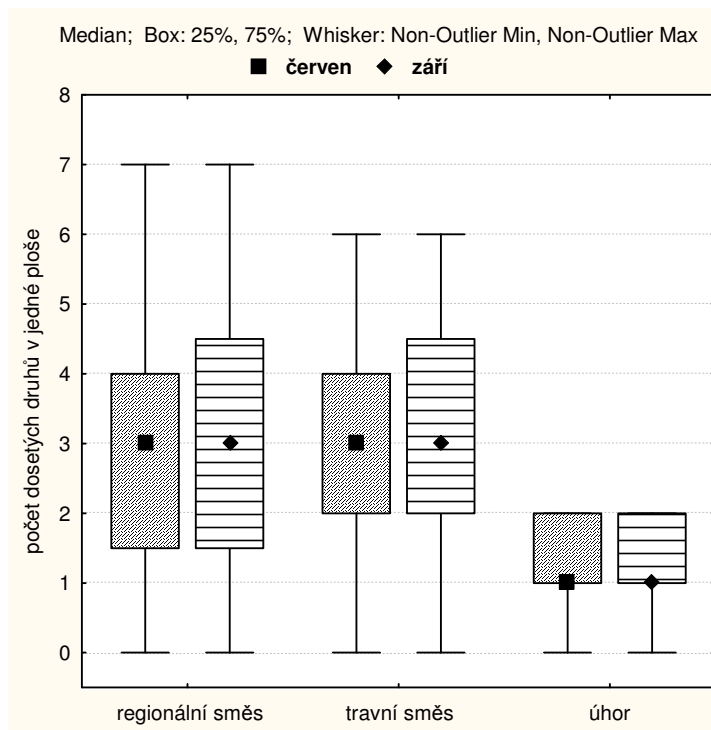
Počet nově uchycených druhů byl prokazatelně ovlivněn pouze typem porostu (**Tab. 7**). Statisticky významný je rozdíl mezi komerční travní směsí a úhorem, kde v komerční travní směsi je průměrně 3,2 nových druhů v jedné ploše, zatímco v úhoru jen 1,25 (**Tab. 8**). Rozdíl mezi regionální směsí a komerční travní směsí je i v rámci ročních období velmi nevýrazný (**Obr. 7**).

**Tab. 7:** Vliv typu porostu, ročního období a jejich interakce na počet uchycených druhů. Statisticky průkazné výsledky ( $P < 0,05$ ) jsou zvýrazněny tučně. ANOVA: opakovaná měření.

Faktor	DF	MS	F	P
typ porostu	2	0,544	4,885	<b>0,012</b>
roční období	1	0,001	2,982	0,092
období*typ	2	0	0,943	0,398

**Tab. 8:** Průměrné počty nově uchycených druhů v jednotlivých typech porostů. Průměry, které se průkazně neliší mezi jednotlivými typy porostů, jsou označeny stejným indexem. Tukey HSD test.

	regionální směs	travní směs	úhor	celkem
počet druhů	2.938 <sup>ab</sup>	3.188 <sup>a</sup>	1.25 <sup>b</sup>	2,458



**Obr. 7:** Vliv typu porostu a ročního období na počet uchycených dosetých druhů.

### 3.2.5 Vliv typu porostu a ročního období na počet uchycených semenáčků

Pro celkové počty semenáčků dosetých druhů byl vliv typu porostu, ročního období i jejich interakce vysoce průkazný (**Tab. 9**). Z hlediska jednotlivých typů porostů se v komerční travní směsi výrazně lišily počty semenáčků mezi červnem a zářím. V rámci ročních období se pak v červnu prokazatelně lišily regionální směs a komerční travní směs od úhoru (**Tab. 10**).

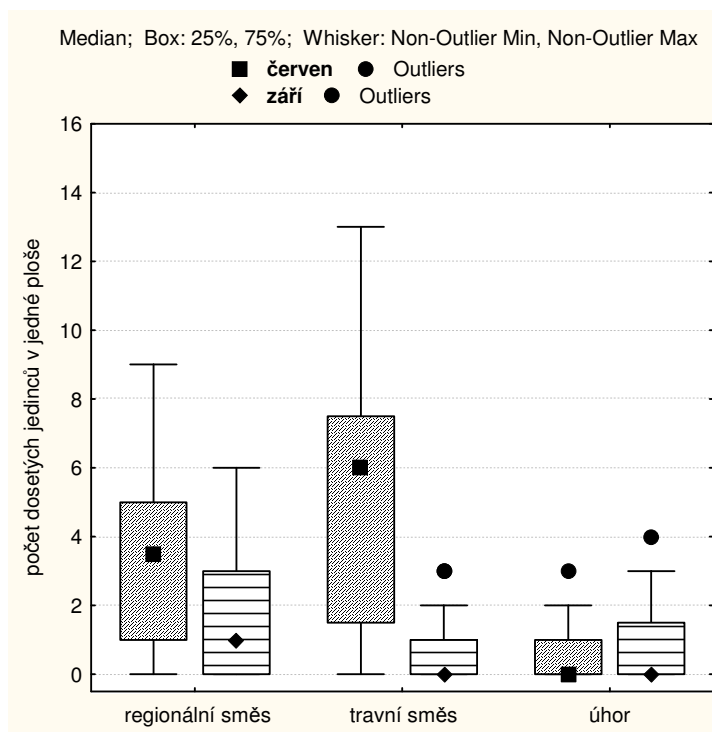
Nejvíce semenáčků se uchytilo v komerční travní směsi a nejméně v úhoru. Stejná byla situace pro červnové počty. Pouze v září bylo nejvíce nových jedinců v regionální směsi a nejméně v komerční travní směsi (**Obr. 8**). Tento rozdíl byl však neprůkazný (**Tab. 10**).

**Tab. 9:** Vliv typu porostu, ročního období a jejich interakce na počet uchycených jedinců. Statisticky průkazné výsledky ( $P < 0,05$ ) jsou zvýrazněny tučně. ANOVA: opakovaná měření.

Faktor	DF	MS	F	P
typ porostu	2	0,759	6,1	<b>0,005</b>
roční období	1	1,203	21,5	$< 10^{-4}$
období*typ	2	0,693	12,38	$< 10^{-4}$

**Tab. 10:** Průkaznost jednotlivých interakcí mezi typem porostu a ročním obdobím. Statisticky průkazné výsledky ( $P < 0,05$ ) jsou zvýrazněny tučně. Tukey HSD test.

	reg červen	reg září	trav červen	trav září	úhor červen	úhor září
reg červen		0,086	0,773	<b>0,018</b>	<b>0,025</b>	<b>0,028</b>
reg září	0,086		<b>0,005</b>	0,927	0,560	0,961
trav červen	0,773	<b>0,005</b>		<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>
trav září	<b>0,018</b>	0,927	<b>0,000</b>		0,995	0,100
úhor červen	<b>0,025</b>	0,560	<b>0,001</b>	0,995		0,950
úhor září	<b>0,028</b>	0,961	<b>0,000</b>	0,100	0,950	



**Obr. 8:** Vliv typu porostu a ročního období na počet uchycených jedinců.

### 3.2.6 Vliv disturbance

Disturbance neměla prokazatelný vliv ani na počet nově uchycených druhů (**Tab. 11**), ani na počet nově uchycených semenáčků (**Tab. 12**). Statisticky významná nebyla ani žádná z interakcí disturbance s typem porostu a ročním obdobím (**Tab. 11, 12**).

**Tab. 11:** Vliv disturbance na počet uchycených druhů.  
Anova: opakovaná měření.

Faktor	DF	MS	F	P
disturbance	1	0,134	1,206	0,278
typ porostu*disturbance	2	0,11	0,991	0,380
roční období*disturbance	1	0	0,263	0,611
období*typ*disturbance	2	0	0,434	0,651



**Tab. 12:** Vliv disturbance na počet uchycených semenáčků.  
Anova: opakovaná měření.

Faktor	DF	MS	F	P
disturbance	1	0,046	0,37	0,548
typ porostu*disturbance	2	0,06	0,48	0,623
roční období*disturbance	1	0,001	0,01	0,917
období*typ*disturbance	2	0,098	1,75	0,185

### 3.2.7 Vliv konkrétních stanovištních charakteristik

Byla zjištěna záporná korelace mezi červnovým počtem vzešlých druhů i vzešlých jedinců a počtem všech nedosetých semenáčků. Záporně korelované byly v tomto období též počet vzešlých jedinců a pokryvnost živé biomasy (**Tab. 14**).

**Tab. 14:** Korelační koeficienty pro počty uchycených druhů a jedinců v červnu a popsané charakteristiky porostu (počet všech nedosetých semenáčků, zapojenost porostu a pokryvnost živé biomasy). Statisticky průkazné výsledky ( $P < 0,05$ ) jsou zvýrazněny tučně.

Korelační matice.

	semenáčky - červen	zápoj - červen	pokryvnost - červen
počet druhů - červen	<b>-0,3226 *</b>	-0,0649	-0,2490
počet jedinců - červen	<b>-0,4626 **</b>	-0,0491	<b>-0,4305 **</b>

\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ .

V září byla průkazná pouze korelace mezi počtem vzešlých jedinců a počtem nedosetých semenáčků. Na rozdíl od června byla tato korelace pozitivní (**Tab. 15**).

**Tab. 15:** Korelační koeficienty pro počty uchycených druhů a jedinců v září a popsané charakteristiky porostu (počet všech nedosetých semenáčků, zapojenost porostu a pokryvnost živé biomasy). Statisticky průkazné výsledky ( $P < 0,05$ ) jsou zvýrazněny tučně.

Korelační matice.

	semenáčky - září	zápoj - září	pokryvnost - září
počet druhů - září	0,0619	-0,2099	0,1548
počet jedinců - září	<b>0,3951**</b>	0,0313	0,1884

\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ .

### 3.2.8 Vlastnosti semen a úspěšnost uchycení semenáčků

Pozitivní korelace mezi hmotností semen a celkovým počtem vzešlých semenáčků i počty vzešlých semenáčků v jednotlivých typech porostu byly průkazné. Naopak korelace mezi podzimní či jarní klíčivostí a počtem vzešlých semenáčků nebyla průkazná v žádném z typů porostů (Tab. 16).

**Tab. 16:** Korelační koeficienty pro počty vzešlých semenáčků a vlastnosti semen (hmotnost a klíčivost) jednotlivých druhů. Statisticky průkazné výsledky ( $P < 0,05$ ) jsou zvýrazněny tučně. Korelační matice.

Počet semenáčků:	hmotnost semen	klíčivost - podzim	klíčivost - jaro
celkový počet	<b>0,7920***</b>	0,0322	0,0711
regionální směs	<b>0,6656**</b>	0,0672	0,0484
travní směs	<b>0,8138***</b>	-0,0484	0,0226
úhor	<b>0,7992***</b>	0,2444	0,3229

\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$ ; \*\*\*  $P < 0.001$ .

## 4 DISKUSE

### 4.1 Množství semen

Celková hmotnost mého výsevku byla přibližně  $0,5 \text{ g.m}^{-2}$ . Toto množství jsem odvodila z hmotnosti použité při zakládání regionální a komerční travní směsi na Výzkumu, kde byly vysety  $2 \text{ g.m}^{-2}$ . Podobné množství ( $1,7 \text{ g.m}^{-2}$ ) bylo použito i při zalučňování částí Vojšických luk (JV od NPR Čertoryje) v roce 2002 (JONGEPIEROVÁ, 2002). Získat semena z lokálních zdrojů je finančně velmi náročné a doséváním se náklady dále zvyšují. Proto, pokud mají být moje výsledky použitelné v praxi, jsem musela respektovat tato omezení, i když pro statistické vyhodnocení pokusu by jistě bylo vhodnější vyset do každé plochy více než 30 semen každého druhu.

STEVENSON (1995) testoval výsevní množství  $0,1 - 0,4 - 1$  a  $4 \text{ g.m}^{-2}$  a zjistil, že množství typických lučních druhů se s vyšším výsevkem zvyšovalo, ale s každým zvýšením výsevního množství bylo zvětšení počtu lučních druhů menší. Po třech letech již nebyl v počtu lučních druhů mezi výsevky  $0,4 - 1$  a  $4 \text{ g.m}^{-2}$  průkazný rozdíl. Zároveň se s časem ve všech plochách snižovalo množství plevelů, ale tento pokles byl opět s vyšším výsevním množstvím menší.

To naznačuje, že i když je porost zpočátku druhově chudší, tento rozdíl může být relativně rychle vyrovnán, pokud je zajištěn přísun alespoň malého množství semen žádoucích druhů.

### 4.2 Jednotlivé druhy

Jako neúspěšnější se po první sezóně ukázaly druhy *Agrimonia eupatoria*, *Astragalus cicer*, *Genista tinctoria* a *Rhinanthus minor*. Jak vyplývá z průkazné pozitivní korelace mezi úspěšností uchycení a hmotností semen (**Tab. 16**), zmíněné čtyři druhy mají spolu s *Euphorbia cyparissias* nejtěžší semena. Tato pozitivní korelace je v souladu s předpokladem GRIMEA et al. (1987), že rozměrnější a těžší semena by měla mít lepší šanci se uchytit. Jejich výhodou je větší množství zásobních látek, díky kterým jsou schopná přežít déle v široké škále nepříznivých podmínek (THOMPSON, 1987). SAVERIMUTTU & WESTOBY (1996) zjistili, že velikost semen má pozitivní vliv na životnost semenáčků ve stadiu děložního růstu ve stínu. KIDSON & WESTOBY (2000) vysvětlují tento fakt tím, že druhy s většími semeny mohou využívat svých metabolických rezerv postupně delší dobu, a tak překonat i déle trvající uhlíkový deficit spojený se zastíněním. Tento mechanismus by mohl částečně vysvětlit skutečnost, že nejvíce mnou dosetých druhů se uchytilo

v komerční travní směsi, přestože je charakterizována velkým množstvím opadu, o kterém se předpokládá, že způsobuje zastínění a klíčení tak inhibuje.

Zajímavé jsou neprůkazné a velmi nevýrazné korelace mezi podzimní klíčovostí v klimaboxu a úspěšností uchycení semenáčků v terénu, stejně jako mezi jarní klíčovostí v klimaboxu a úspěšností uchycení semenáčků v terénu (**Tab. 16**). U některých druhů byl vztah mezi klíčovostí a uchycením dokonce negativní. Nejvýraznějšími příklady tohoto jevu jsou *Agrimonia eupatoria* a *Rhinanthus minor*. Druh *Agrimonia eupatoria* klíčil na podzim 2002 velmi málo a na jaře 2003 téměř vůbec (klíčovost 1%), ale v terénu se uchytí jako třetí neúspěšnější druh. To bylo zřejmě způsobeno primární dormancí danou tvrdým obalem semene, který musí napřed prasknout, aby se k embryu dostala vlhkost a mohlo vyklíčit (REES, 1986), což se v podmínkách klimoboxu stalo jen u malého počtu jedinců. *Rhinanthus minor* neklíčil v klimaboxu vůbec. Tento druh je obligátním hemiparazitem (GRIME et al., 1987), takže jeho klíčení by nemělo být na přítomnosti hostitele závislé. Klíčí ovšem jen při nízkých teplotách v zimním období (PONS, 1991), a navíc zřejmě, jako u dalších parazitických druhů, jeho klíčení závisí na přítomnosti organických látek v okolí (REES, 1986). Opačným případem vztahu klíčovosti a uchycení je druh *Silene nutans*, který měl na jaře klíčovost 91%, ale v terénu nebyl zaznamenán ani jeden semenáček. V tomto případě je těžké zjistit, zda byla nepřítomnost druhu způsobená tím, že v terénu neklíčil, nebo pozdější mortalitou semenáčků, např. vlivem konkurence.

Za významné pro celé společenstvo považuji úspěšné uchycení druhu *Rhinanthus minor*. Tento druh má široké spektrum hostitelů, ale preferuje trávy a některé bobovité rostliny (GRIME et al., 1987). Tím, že přednostně parazituje na dominantních travách, snižuje jejich kompetiční výhodu a produktivitu celého společenstva. Jako jednoletá rostlina má navíc rychlý vegetační cyklus a jeho dusíkem relativně bohatý opad usnadňuje dostupnost této živiny i pro ostatní druhy (PRESS, 1998). DAVIES et al. (1997) i PRESS (1998) předpokládají, že tyto mechanismy mohou být příčinou pozorovaného zvýšení druhové diverzity v porostech, kde je *Rhinanthus minor* přítomen.

### 4.3 Vliv typu porostu a disturbance

V červnu jsem zjistila průkaznou zápornou korelaci mezi počtem dosetých semenáčků a (1) pokryvností živé biomasy a (2) počtem všech ostatních nedosetých semenáčků (**Tab. 14**). To naznačuje, že biomasa působila na klíčení inhibičně a velké množství ostatních semenáčků představovalo pro klíčící doseté druhy konkurenci. Podle REESE (1986) má pokryvnost živé

biomasy na uchycení semenáčků negativní vliv, neboť světlo propuštěné listy obsahuje více infračerveného záření, které při delších expozicích u většiny nešlechtěných druhů inhibuje klíčení. KLIMEŠ (1997) ovšem v Bílých Karpatech dokazuje, že počet druhů je při jakékoli velikosti plochy na živé nadzemní biomase nezávislý. Naproti tomu mrtvá nadzemní biomasa má na druhovou diverzitu prokazatelně negativní vliv, neboť nahromaděný opad způsobuje nedostatek světla a tím sníženou klíčivost a malou pravděpodobnost uchycení semenáčků.

Tvrzení o negativním vlivu nadzemní biomasy na klíčení se shoduje s obecným předpokladem, že přítomnost otevřených míst (gapů) v porostu vytváří prostor, ve kterém mohou semenáčky uniknout konkurenci okolní vzrostlé vegetace a snáze se uchytit (BULLOCK, et al., 1995). REESE (1986) uvádí příklad klíčení ve třech typech mikrostanovišť (na holé půdě, pod opadem a v syslí hromadě), kde bylo zjištěno, že se mikrostanoviště výrazně lišila rozsahem teplotních výkyvů a klíčivost byla největší na holé půdě. Zde se při kolonizaci v prvním roce nejvíce uplatňoval pozitivní vliv rychlého podzimního klíčení oproti klíčení v jiných obdobích, vysoká klíčivost a vzcházejivost semenáčků. Za přítomnosti volných prostor se i v dalších letech prosazovaly druhy s krátkým životním cyklem a časným kvetením (PYWELL et al., 2003). Wolfová (2000) na oligotrofní vlhké louce prokázala pozitivní vliv kosení, odstranění mechu, odstranění opadu, vytvoření menších a větších gapů a některých kombinací těchto zásahů na počet vzešlých semenáčků. Průkazný byl však pouze rozdíl různých typů zásahů oproti kontrole, nikoli rozdíl mezi jednotlivými typy zásahů. Procentuálně nejvíc semenáčků vzešlo v kosených plochách s velkými otevřenými prostory (gapy), o něco méně pak v kosených plochách a plochách s odstraněním mechu a opadu.

Z mých pozorování ale vyplývá, že přítomnost opadu měla na počet uchycených semenáčků, alespoň v první polovině sezóny, pozitivní dopad. Tento jev si vysvětluji extrémně nízkými srážkovými úhrny a vysokými průměrnými teplotami v některých jarních a letních měsících sezóny 2003 (**Tab. 1 a 2**), které způsobily, že se limitujícím faktorem pro klíčení stala spíše vlhkost než světlo, a opad tak mohl vytvořit pro semenáčky dosetých druhů vlhkostně příznivější a stálější mikroklima než holá půda. Možný příznivý vliv opadu na klíčivost semen, spočívající ve zvýšené vlhkosti povrchu půdy a méně extrémních výkyvech denních a nočních teplot popisují např. BASKIN & BASKIN (1998). Vysoký počet ostatních nedosetých semenáčků v úhoru, kde nebyla stařina téměř žádná a otevřené prostory velké, podle mě není s tímto tvrzením v rozporu, neboť přibližně 90% přítomných semenáčků tvořil druh patřící k *Taraxacum sect. Ruderalia*, který je svou ekologickou strategií, na rozdíl od dosévaných lučních druhů, ke kolonizaci extrémnějších a narušovaných stanovišť evolučně přizpůsoben (GRIME, 1987).

Překvapivý podle mě nadále zůstává neprůkazný vliv provedené disturbance. Je pravda, že její výsledky měly zřejmě pouze krátkodobý charakter, protože na jaře už rozdíl mezi narušenými a nenarušenými plochami nebyl na pohled vůbec patrný. Předpoklad, že dosetá semena se po odstranění stařiny snáze dostanou k povrchu půdy, kde bude jejich uchycení narušením svrchní vrstvy zeminy usnadněno, zřejmě nebyl v tomto případě správný. Zdá se, že klíčení je mnohem výrazněji ovlivněno podmínkami mikrostanoviště aktuálními v době klíčení, než podmínkami v době vysetí.

## 5 ZÁVĚR

- 1) Po první sezóně se nejúspěšněji uchytily druhy *Agrimonia eupatoria*, *Astragalus cicer*, *Genista tinctoria* a *Rhinanthus minor*. Bylo prokázáno, že úspěšnost uchycení semenáčků byla pozitivně korelovaná s hmotností semen jednotlivých druhů.
- 2) Úspěšnost uchycení semenáčků byla průkazně ovlivněna typem porostu a negativně korelována s pokryvností živé biomasy a počtem semenáčků nedosetých druhů. Nejvíce dosetých druhů se uchytilo v komerční travní směsi, kde byl průměrný počet 3,2 druhu na plochu.
- 3) Mechanické narušení zápoje porostu a povrchu půdy před vysetím nemělo na uchycení semenáčků průkazný pozitivní vliv. Jako metoda pro zvýšení úspěšnosti dosevu je proto zásah v této podobě neefektivní.
- 4) Dosévání semen se ukázalo jako metoda vhodná pro zvýšení druhové diverzity obnovovaných travních porostů. Pro hlubší pochopení mechanismů, které uchycení semenáčků dosévaných druhů ovlivňují, je třeba ve sledování vývoje pokusných porostů pokračovat.

## 6 LITERATURA

- BASKIN C. C. & BASKIN J. M. (1998): Seeds. Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination. – Academic Press, San Diego, California, USA.
- BELL S. S., ROBBINS B. D. & JENSEN S. L. (1999): Gap dynamics in a seagrass landscape. – *Ecosystems* 2: 493 – 504.
- BULLOCK J. M., CLEAR HILL B., SILVERTOWN J. & SUTTON M. (1995): Gap colonization as a source of grassland community change: effects of gap size and grazing on the rate and mode of colonisation by different species. – *Oikos* 72: 273 – 282.
- CALLAWAY R. M. (1995): Positive interactions among plants. – *Botanical Review* 61: 306 – 349.
- COULSON S. J., BULLOCK J. M., STEVENSON M. J. & PYWELL R. F. (2001): Colonization of grassland by sown species: dispersal versus microsite limitation in responses to management. – *Journal of Applied Ecology* 38: 204 – 216.
- DAVIES D. M., GRAVES J. D., ELIAS C. O. & WILLIAMS P. J. (1997): The impact of *Rhinanthus* spp. on sward productivity and composition: Implications for the restoration of species-rich grasslands. – *Biological conservation* 82: 87 – 93.
- ERIKSSON O. & EHRLÉN J. (1992): Seed and microsite limitation of recruitment in plant populations. – *Oecologia* 91: 360 – 364.
- GRIME J. P., HODGSON J. G. & HUNT R. (1987): Comparative plant ecology. A functional approach to common British species. – Unwin Hyman, London.
- GRUBB P. J. (1977): The maintenance of species richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. – *Biological Review* 52: 107 – 145.
- HOPKINS A., PYWELL R. F., PEEL S., JOHNSON R. H. & BOWLING P. J. (1999): Enhancement of botanical diversity of permanent grassland and impact on hay production in Environmentally Sensitive Areas in the UK. – *Grass and Forage Science* 54: 163 – 173.
- HUTCHINGS J. & BOOTH K. D. (1996): Studies on the feasibility of recreating chalk grassland vegetation on ex-arable land. I. The potential roles of the seed bank and the seed rain. – *Journal of Applied Ecology* 33: 1171 – 1181.
- CHYTRÝ M., KUČERA T. & KOČÍ M. [eds.] (2001): Katalog biotopů České republiky. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

- ISSELSTEIN J., TALLOWIN J. R. B. & SMITH R. E. N. (2002): Factors affecting seed germination and seedling establishment of fen-meadow species. – *Restoration Ecology* 10: 173 – 184.
- JONGEPIEROVÁ I. (2003): Obnova druhově bohaté louky ve vymezeném nadregionálním biocentru Čertoryje. Závěrečná zpráva, projekt č. 3475/33/02. - ZO ČSOP Bílé Krapaty, Veselí nad Moravou.
- JONGEPIEROVÁ I. (2002): Tvorba regionální semenné směsi pro obnovu luk v Bílých Karpatech. Závěrečná zpráva za rok 2002, projekt č. 260602. - ZO ČSOP Bílé Krapaty, Veselí nad Moravou.
- JONGEPIEROVÁ I. & GRULICH V. (1992): Prehľad typov vegetácie. In: Kuča P. et al. [eds.]: Biele/Bílé Karpaty. pp. 79 – 83. – Ekológia, Bratislava.
- JONGEPIEROVÁ I., ŠEVČÍKOVÁ M. & ŠRÁMEK P. (2000): Recreation of species-rich grasslands in the White Carpathians. In: Proceedings of the 18<sup>th</sup> General Meeting of the European Grassland Federation, Aalborg, Denmark. pp. 107 – 109.
- KIEHL K. & WAGNER C. (2004): Assessment of different biodiversity aspects for the evaluation of restoration success in newly established calcareous grasslands. In: How to assess and measure biodiversity within restoration projects? Annual meeting of the working group for restoration ecology of the GfÖ. Berlin, Germany. pp 20.
- KLIMEŠ L. (1997): Druhové bohatství luk v Bílých Karpatech. – Sborník Přírodovědného klubu v Uh. Hradišti 2: 31 – 42.
- KRATOCHVÍL Z. (1994): Filosofie živé přírody. – Herrmann & synové, Praha.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J., KAPLAN Z., KIRSCHNER J. & ŠTĚPÁNEK J. [eds.] (2002): Klíč ke květeně České republiky. – Academia, Praha.
- LEE P. C. (1993): The effect of seed dispersal limitation on spatial distribution of a gap species, seaside goldrod (*Solidago serpyllifolia*). - *Canadian Journal of Botany* 71: 978 – 984.
- LEPŠ J. Š. (1996): Biostatistika. – Jihočeská univerzita, České Budějovice.
- LOŽEK V. (1992): Vývoj přírody v štvrtohorách. In: Kuča P. et al. [eds.]: Biele/Bílé Karpaty. pp. 70 – 76. – Ekológia, Bratislava.
- MACKOVČIN P., JATIOVÁ M. & kol. (2002): Zlínsko. In: Mackovčín P. & Sedláček M. [eds.]: Chráněná území ČR, svazek II. pp 244 – 262. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha.



- MARRS R. H. (1993): Soil fertility and nature conservation in Europe: theoretical considerations and practical management solutions. – *Advances in Ecological Research* 24: 242 – 300.
- NEUHÄUSLOVÁ Z. & kol. (1998): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky.- Academia, Praha.
- PONS T. L. (1991): Dormancy, Germination and Mortality of Seeds in a Chalk-grassland Flora. – *Journal of Ecology* 79: 765 – 780.
- PRESS M. C. (1998): Dracula or Robin Hood? A functional role for root hemiparasites in nutrient poor ecosystems. – *Oikos* 82:3: 609 – 611.
- PYWELL R. F., BULLOCK J. M., HOPKINS A., WALKER K. J., SPARKS T. H., BURKE J. W. & PEEL S. (2002): Restoration of species-rich grassland on arable land: assessing the limiting processes using a multi-site experiment. – *Journal of Applied Ecology* 39: 294 – 309.
- PYWELL R. F., BULLOCK J. M., ROY D. B., WARMAN L., WALKER K. J. & ROTHERY P. (2003): Plant traits as predictors of performance in ecological restoration. – *Journal of Applied Ecology* 40: 65 – 75.
- REES M. (1986): Seed Dormancy. In: Crawley M. [eds.]: *Plant Ecology*. pp 214 – 222.
- SAVERIMUTTU T. & WESTOBY M. (1996): Seedling survival under deep shade in relation to seed size. – *Journal of Ecology* 84: 681 – 689.
- SMITH R. S., SHIEL R. S., MILLWARD D., CORKHILL P & SANDERSON R. A. (2002): Soil seed banks and the effects of meadow management on vegetation change in a 10-year meadow field trial. - *Journal of Applied Ecology* 39: 279 – 293.
- STATSOFT, INC. (2001): STATISTICA (data analysis software system), version 6.0.
- STEVENSON M. J., BULLOCK J. M & WARD L. K. (1995): Re-creating Semi-natural Communities: Effect of Sowing rate on Establishment of Calcareous Grassland. – *Restoration Ecology* 4: 279 – 289.
- ŠPAČKOVÁ I. & LEPŠ J. Š. (2004): Variability of Seedling Recruitment under Dominant, Moss, and Litter Removal over Four Years. – *Folia Geobotanica* 29: 41 – 55.
- TER BRAAK C. J. F. & ŠMILAUER P. (2002): CANOCO Reference Manual and Cano Draw for Windows User`s guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). – Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.
- THOMPSON K. (1987): Seeds and seed banks. – *New Phytologist* 106 (Suppl): 23 – 34.

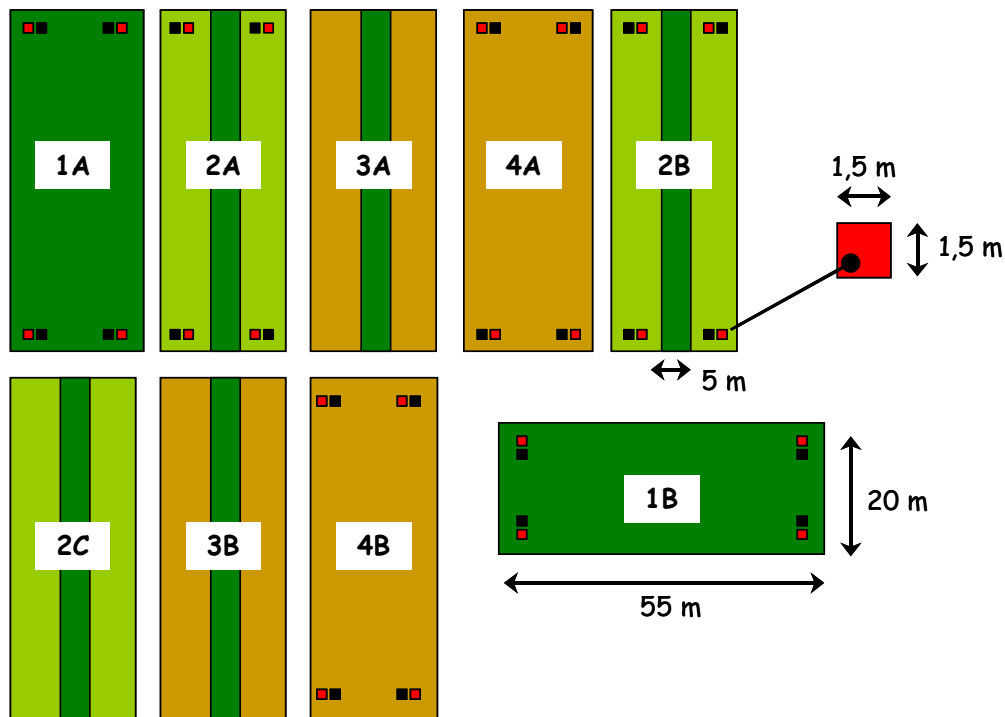
- THOMPSON K. & GRIME J. P. (1983): A comparative study of germination responses to diurnally-fluctuating temperatures. – *Journal of Applied Ecology* 20: 141 – 156.
- THOMPSON K., HODGSON J., GRIME P. J. & BURKE M. J. W. (2001): Plant trait and temporal scale: evidence from a 5-year invasion experiment using native species. – *Journal of Ecology* 89: 1054 – 1060.
- KIDSON R. & WESTOBY M. (2000): Seed mass and seedling dimensions in relation to seedling establishment. – *Oecologia* 125: 11 – 17.
- WOLFOVÁ G. (2000): Vliv prostorové heterogenity na klíčení semenáčků v lučném porostu. – [Bakalářská práce, Biologická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích].
- ZIMA P. (2002): Analýza základních živin na zalučněné orné půdě. – [Bakalářská práce, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc].

## **7 PŘÍLOHY**

Příloha 1: Rozmístění trvalých ploch na Výzkumu.

Příloha 2: Fotografie porovnávaných typů porostů. Výzkum, červen 2003.

*Příloha 1: Rozmístění trvalých ploch na Výzkumu. Poměry stran jsou zachovány.*



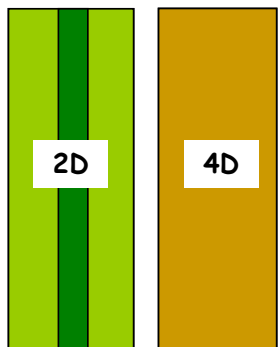
**Plochy založené v roce 1999:**

- regionální směs
- komerční travní směs
- úhor

**Plochy založené v roce 2002:**

- s disturbancí
- bez disturbance

- 1 A,B,C,D regionální směs celoplošně
- 2 A,B,C,D regionální směs v pásu 5 m, zbytek komerční travní směs
- 3 A,B,C,D regionální směs v pásu 5 m, zbytek úhor
- 4 A,B,C,D úhor



*Příloha 2: Fotografie porovnávaných typů porostu. Výzkum, červen 2003. Foto: Eva Fraňková.*



*Regionální směs: plocha 1,5 x 1,5 m*



*Regionální směs: detail porostu.*



*Komerční travní směs: plocha 1,5 x 1,5 m.*



*Komerční travní směs: detail porostu.*



*Úhor: plocha 1,5 x 1,5 m.*



*Úhor: detail porostu.*