

**Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta**

Studijní program Biologie
Studijní obor Botanika



Bc. Barbora Lepková

**Volně žijící herbivoři jako vektor šíření druhů v opuštěné
krajině**

Free-ranging herbivores as a dispersal vector for species in
abandoned landscape

Diplomová práce

Školitel: **Mgr. Jaroslav Vojta, Ph.D.**

Praha 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 14. 8. 2014

Barbora Lepková

Poděkování

Největší dík patří mému školiteli Jardovi Vojtovi za pevné nervy, pomoc při plánování a připravování pokusů, počítání a psaní, jakožto i za floristické rady, jež nikdy neváhal poskytnout. Neoficiální školitelce Evě Horčíčkové vděčím za možnost zpracování neobvyklého tématu, nesčetné rady a připomínky ke všem aspektům práce a za to, že mě donutila sepsat první grantový návrh.

Velice děkuji Milošovi Kubátovi za laskavé poskytnutí vegetačních dat a kolektivu fytkurzu 2012 za další snímkování.

Tomášovi Herbenovi děkuji za neutuchající snahy o rozvinutí schopností studentů kriticky přemýšlet. Janě Duchoslavové děkuji za pomoc ve skleníku i při psaní, Adéle Pokorné za pomoc při manuálních rozborech a určování semen. Osazenstvu katedry botaniky děkuji za pomoc, pracovní podmínky a mnohé rady a kritiku z řad účastníků poseminářů, především pak od Zdeňka Janovského.

Děkuji Tomovi Peterkovi za zoologické rady a podporu a velice děkuji mamince, že se mnou a mojí prací vydržela, vždy mě podporovala a ve chvílích nejtěžších mě zásobovala čokoládou.

Abstrakt

Endozoochorie je velmi důležitá součást vztahu mezi rostlinami a živočichy. V rámci modelového území Doupovských hor fungují jako účinné dispersní vektory velcí herbivorní savci, konkrétně jelen evropský, jelen sika a prase divoké. Z 282 vzorků trusu vyklíčilo 29 719 semenáčků patřící do 91 druhů. Nejčastějším druhem byla *Urtica dioica* (80 % všech vyklíčených rostlin). Množství semen v trusu a druhové složení byly závislé na dispersním vektoru, vykazovaly silnou sezonalitu a lišily se v rámci dvou studovaných lokalit. Frekvence druhů v trusu neodpovídala jejich zastoupení v krajině, což naznačuje silnou preferenci druhů ze strany jejich spásačů. Je však potřeba další výzkum na otestování této hypotézy. Vzhledem k velké časové náročnosti zpracování trusových vzorků před vysetím byl testován vliv koncentrace trusu promytím na klíčivost a druhové složení. Podle předběžných výsledků klíčí z koncentrovaných vzorků více jedinců i druhů, avšak promytí nemá vliv na klíčení největší dominanty *U. dioica*. Koncentrace promytím je doporučena pro urychlení klíčení ve skleníkových podmínkách. Z předběžných výsledků dále vyplývá, že není vhodné aproximovat množství semen/druhů na určitou hmotnost. Jako lepší varianta se jeví pracovat s jednotkami trusových hromádek.

Klíčová slova: endozoochorie, šíření semen, *Cervus elaphus*, *Cervus nippon*, *Sus scrofa*, *Urtica dioica*, TerHeerdt metoda

Abstract

Endozoochory is an important part of plant-animal relationship. In model area of the Doupov Mountains large herbivore mammals, such as red deer, sika deer and wild boar, act as effective seed dispersers. Out of 282 dung samples 29 719 seedlings of 91 species emerged. The most common species was *Urtica dioica* (80 % of all seedlings). The amount of seeds in dung as well as species composition were highly dependent on dispersing animal, both showed strong seasonality and differences between two studied localities. Frequency of species in dung did not correspond to their frequency in vegetation suggesting strong preferences of herbivores as predators. However more research is needed to test this hypothesis. Given very high time demands for samples processing beforehand the emergence experiment, the influence of concentration by washing through on seedling emergence and species composition was tested. According to preliminary results more seedlings and species emerge from concentrated samples. However, concentration has no effect on emergence of *U. dioica* as the most common species. Concentration of samples by running water is recommended for faster emergence in greenhouse conditions. Preliminary results also suggest that the approximation of number of seedlings/species on weight of dry mass is not applicable. It is advisable to use dung pats as units.

Key words: endozoochory, seed dispersal, *Cervus elaphus*, *Cervus nippon*, *Sus scrofa*, *Urtica dioica*, TerHeerdt method

Obsah

1	Úvod	8
1.1	Zoochorie.....	8
1.2	Herbivorie.....	9
1.3	Které rostliny se šíří endozoochorně?.....	10
1.4	Vlastnosti endozoochorně šířených rostlin	11
1.5	Způsoby zjišťování semenné banky v trusu.....	13
2	Studované území.....	15
2.1	Vegetační data.....	17
3	Studované druhy herbivorů	18
4	Cíle práce.....	20
5	Metodika	21
5.1	Sběr a manipulace s trusovými peletami	21
5.2	Zjišťování semenné banky v trusových peletách.....	22
5.2.1	Manuální rozbory	22
5.3	Klíčící experimenty (<i>seedling emergence method</i>)	23
5.3.1	Zjišťování semenné banky – klíčící experiment sezóny 2012.....	23
5.3.2	Promývací experiment – vzorky 2013	24
5.4	Porovnání semenné banky s vegetací	25
5.5	Statistické testování	26
6	Výsledky.....	28
6.1	Klíčící experimenty	28
6.1.1	Sezóna 2012/2013.....	28
6.1.1.1	Předběžné manuální rozbory.....	28
6.1.1.2	Skleníkový experiment – druhové složení	28
6.1.1.3	Vliv faktorů prostředí na počty semenáčků a druhů	30
6.1.1.4	Vliv vnějších faktorů na druhové složení	37
6.1.1.5	Vztah mezi druhovým složením v trusu a vegetací	40
6.1.2	Sezóna 2013/2014 – promývací pokus	42
6.1.2.1	Druhové složení	42
6.1.2.2	Vliv proměnných prostředí na počty semenáčků a druhů.....	44
6.1.2.3	Vliv vnějších faktorů na druhové složení	49
6.1.2.4	Průběh klíčení	52
7	Diskuze	54
7.1	Diskuze použitých metod	54
7.2	Klíčící experimenty	55
7.2.1	Sezóna 2012	55
7.2.1.1	Druhové složení	55

7.2.1.2	Možné procesy generující chyby v druhovém složení.....	57
7.2.1.3	Vliv vnějších faktorů na počty semenáčků a druhů.....	57
7.2.1.4	Vliv vnějších faktorů na druhové složení.....	59
7.2.1.5	Vztah mezi druhovým složením v trusu a vegetací.....	60
7.2.2	Sezóna 2013 – promývací pokus.....	62
8	Shrnutí.....	64
9	Závěr.....	66
10	Přehled použité literatury.....	67
11	Přílohy.....	72
11.1	Příloha 1 – Seznam druhů klíčícího experimentu sezóny 2012.....	72
11.2	Příloha 2 – Seznam druhů promývacího pokusu (sezóna 2013).....	75
11.3	Příloha 3 – leták k výsevovému substrátu.....	74
11.4	Příloha 4 – podrobné mapy transektů.....	75

1 Úvod

Do studia ekologie neodmyslitelně patří vztahy mezi organismy na různých trofických úrovních. V případě ekologie rostlin je jedním z oblíbených témat vztah mezi rostlinami či celými společenstvy a jejich predátory – herbivory. Vzhledem k historii a tradičním formám managementu krajiny jsou častým předmětem zájmu velcí herbivorní savci, ať už volně žijící či chovaní.

Dopad herbivorů představuje celý komplex interakcí od přísunu chemických látek močením a exkrementy přes odnámání biomasy po přímý efekt na jednotlivé rostlinné druhy skrze selektivní pastvu. Magickým pojmem *pastva* lze zaštitit všechny tyto části, ač se běžně používá pouze ve smyslu odběru biomasy. Poměrně málo studovanou otázkou je však jakýsi nepřímý efekt pastvy – pozřením vegetativní části rostliny může dojít ke konzumaci semen, která mohou v míře druhově specifické přežít průchod trávicím traktem. Pohybem ve vegetaci se další semena mohou uchytit v srsti zvířete, a mají-li vhodná morfologická uzpůsobení, může jich být velké množství. Těmito způsoby, souhrnně označovanými jako *zoochorie*, může dojít k efektivnímu šíření na značnou vzdálenost.

Schopnost disperze je v dnešní kulturní, silně fragmentované krajině stále důležitější pro udržení druhové diverzity (Kolb 2008). Jelikož jsou velká zvířata k fragmentaci biotopů více odolná než zvířata malá (Cramer et al. 2007), mohou fungovat jako dobré dispersní vektory. Význam velkých herbivorních savců jakožto zprostředkovatelů rostlinné disperze byl poznamenán již Ridleyem (1930 in Janzen 1984).

1.1 Zoochorie

Zoochorie neboli šíření rostlinných rozmnožovacích částic pomocí zvířat je často se vyskytující a také často studovaný fenomén. Odlišujeme dva způsoby zoochorie – endozoochorii, kdy jsou semena nebo celé plody pozřeny a následně deponovány v trusu, a epizoochorii, při níž jsou dispersní částice šířeny na povrchu zvířete. Často jsou přichycena v srsti, ale mohou se vyskytovat i na kopytech (Dovrat et al. 2012).

Pokusíme-li si představit rostlinu, pro niž bude typický endozoochorní typ disperze, půjde s největší pravděpodobností o druh, který má semena schována v barevném a dužnatém oplodí, kterým láká a odměňuje svého dispersera. Dispersní vektor šířící rostliny takového druhu lze označit za frugivora. Jde velmi často o ptáky nebo malé i velké omnivorní savce – potravní oportunisty (např. kuna či medvěd) (Herrera 1989). Výše zmínění herbivorní savci se však živí výrazně jinou skupinou rostlinných druhů a disperse

v jejich případě není tolik zjevná. To však nemusí nutně znamenat, že je méně efektivní.

V předkládané práci je pod pojmem *endozoochorie* míněna pouze disperse semen herbivorními savci.

1.2 Herbivorie

Býložraví savci mohou svou přítomností způsobovat nemalé změny ve vegetaci. Hlavními řídicími mechanismy těchto změn jsou:

- a) změna chemismu půdy depozicí trusu a moči (Moe & Wegge 2007);
- b) změna fyzikálních vlastností půdy sešlapem (Kissling et al. 2009);
- c) narušování sukcese a návrat do jejích brzkých stadií rytím apod. (Horčíčková 2010);
- d) odnímání biomasy a selekce určitého rostlinného druhu selektivní pastvou či okusem (DiTommaso et al. 2014);
- e) zoochorie a následná disperse.

Výsledkem těchto procesů může být změna druhového složení (Gill & Beardall 2001).

Je však třeba podotknout, že příchod či zvýšení počtů herbivorních savců může mít na společenstvo různý vliv. Velice záleží na typu společenstva, jeho stabilitě, druhové bohatosti a odolnosti, stejně jako na hustotě zvířat a jejich potravních preferencích. Například prudké zvýšení stavů zvěře může způsobit tak silný pastevní tlak, že herbivoři zcela potlačí bylinné patro včetně obnovujících se semenáčků dřevin (Takatsuki 2009). Nicméně nepravidelná přítomnost herbivorů může dlouhodobě zvyšovat druhovou diversitu bylinného patra (Kirby 2001).

V dosavadní literatuře převažují studie zabývající se hospodářskými zvířaty, například ovce, skot či koně. Výhod chovaných druhů je několik: farem je velké množství a materiál je tak snadno dostupný, zvířata jsou ochočená, což usnadňuje manipulaci (velké plus především u studia epizoochorie), a jsou chovaná na omezeném prostoru, což umocňuje jejich vliv na vegetaci, veškeré změny jsou vidět rychleji a usnadňuje to sběr trusu v případě studia endozoochorie. Z hlediska krajiny a vegetace na velkém prostorovém měřítku jsou volně žijící druhy mnohem zajímavější. Mají prostorově téměř neomezené možnosti pohybu a tím pádem nejsou ani prostorově omezeni v pastvě. Jejich dopad na vegetaci je však méně zjevný a je třeba jej studovat na delších časových škálách.

Díky svému neomezenému pohybu mohou zajišťovat migraci rostlinných druhů až na vzdálenost několika desítek kilometrů.

1.3 Které rostliny se šíří endozoochorně?

Druhové spektrum nalezitelné v trusu herbivorů může být poměrně pestré a velmi silně závisí na typu vegetace a lokálním *species pool* oblasti. Další rozdíly mohou být způsobeny odlišnostmi v potravních preferencích jednotlivých druhů zvířat. Z dosavadní literatury však vyplývá, že se vždy vyskytuje jeden až několik málo dominantních druhů a většina těch zbylých je zastoupena v minimálních počtech. V méně než deseti jedincích může vyklíčit polovina (Eycott et al. 2007) až 85 % všech druhů (Jaroszewicz et al. 2013).

Nejčastěji se vyskytující dominantou v trusu je bezesporu kopřiva *Urtica dioica*. Ta se jako nejčtenější druh vyskytuje v trusu jelenů (von Oheimb et al. 2005, Steyaert et al. 2009), zubrů (Jaroszewicz et al. 2008) i skotu (Cosyns et al. 2005). S vysokou frekvencí a v hojném počtu se dále vyskytují různé graminoidy (*Poa pratensis* a *Juncus effusus* (Schmidt et al. 2004), *Agrostis stolonifera* (Eycott et al. 2007)) či jednoleté druhy s velmi vysokou produkcí semen (*Chenopodium glaucum* (Myers et al. 2004), *Ch. album* (Eycott et al. 2007)).

Druhové složení je očekávatelně velmi silně vázáno na složení místní vegetace, a to i na poměrně malém prostorovém měřítku (von Oheimb et al. 2005, Jaroszewicz et al. 2008).

Všechny doposud vyjmenované druhy tvořily dominanty trusové semenné banky, neboť byly velmi hojné ve vegetaci. Přítomnost herbivorů jakožto dispersních vektorů však může mít na druhové spektrum i velmi specifický vliv. Boulanger et al. (2011) zjistili, že zvýšení stavů jelenů evropských a srnců obecných významně napomohlo rozšíření vzácného druhu užanky *Cynoglossum germanicum* v národním parku Arc-en-Barrois v severovýchodní Francii, neboť tento druh má háčky jako přizpůsobení se epizoochorii. Bohužel z oblasti endozoochorie dosud podobný případ nebyl zdokumentován.

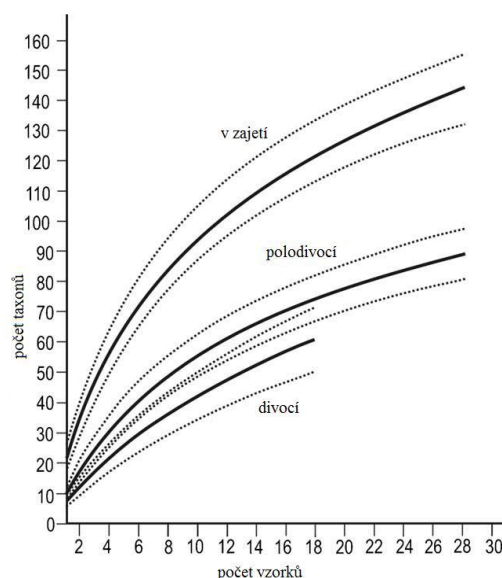
Nicméně herbivorní savci mohou být společně s člověkem zodpovědní za šíření druhů synantropních, nepůvodních až invazních. Toto riziko je výrazně větší u zvířat chovaných člověkem než u volně žijících. Wells & Lauenroth (2007) a Törn et al. (2010) shodně zjistili, že koně mohou endozoochorně šířit nepůvodní druhy podél stezek určených k rekreační jízdě. Podobný potenciál mají i ostatní chované druhy, jsou-li krmeny senem, které nepochází ze stejné oblasti. Podobné riziko však platí i u volně žijících zvířat, jak na

příkladu zubrů v Bělověžském národním parku potvrdili Jaroszewicz et al. (2009). Téměř jednu čtvrtinu druhů vyklíčených z trusových pelet tvořily rostliny synantropní a počet takových taxonů úzce koreloval s managementem chovu (viz obrázek 1).

Vliv na šíření rostlin má také původnost samotného herbivora. Calvino-Cancela (2011) studovala endozoochorň šíření rostlin v jihozápadní Austrálii pomocí klokana velkého, emu hnědého a králíka evropského. V trusových peletách zjistila velké množství nepůvodních druhů a to především u klokana a emu. V peletách králíků se vyskytovaly spíše rostliny australské, případně zavlečené, ale původem odjinud než králík. Tento jev vysvětluje hypotézou Parkera et al. (2006), podle níž jsou rostliny adaptovány na svoje místní herbivory a proti nepůvodnímu druhu nemají příliš dobré ochranné mechanismy. Proto jsou původní rostliny častěji predovány nepůvodními herbivory a následně i šířeny. Situace analogicky platí i obráceně. Klokani a emu jakožto původně australské druhy více šířili rostliny původní v jiných geografických oblastech.

Naopak Davis et al. (2010) zjistili, že větší nebezpečí představují druhy zvířat nepůvodní. Při studiu trusových pelet axise vepřího v Austrálii (*Axis porcinus*, původem z jihovýchodní Asie) objevili 20 nepůvodních druhů z celkem 42 vyklíčených.

Dopad velkých herbivorů na vegetaci je velmi rozmanitý a závisí na celé řadě faktorů. Pomocí zoochorň disperse jsou herbivoři schopni měnit druhové složení a jejich vliv může být pozitivní i negativní.



Obrázek 1 Vztah počtu taxonů v trusu zubra v závislosti na managementu chovu (Jaroszewicz et al. 2009)

1.4 Vlastnosti endozoochorň šířených rostlin

Informace o vlastnostech endozoochorň rostlin jsou velmi cenné, neboť dostatečně reprezentativní soubor charakteristik by nám umožnil vytipovat endozoochorň šířené druhy z databázi bez časově a finančně náročného zjišťování semenné banky v trusu. Doposud jsou však naše znalosti kusé a omezené na několik málo obecných znaků.

Obecně lze říci, že endozoochorň semena jsou spíše malých rozměrů a kulatého

tvaru (Pakeman et al. 2002; Mouissie 2004). Podle některých autorů je však důvodem vyšší produktivita těchto rostlin, respektive jejich schopnost vytvořit takových semen velké množství (Bruun & Poschlod 2006). Poměrně často jsou v trusu nacházeny druhy, které mají definovaný jiný dispersní vektor, případně jakákoli přizpůsobení zcela postrádají (např. ballochorní *Cardamine hirsuta*, epizoochorní *Juncus effusus*, *Stellaria media* bez dispersního mechanismu; Pakeman et al. 2002).

Podle Bekker et al. (1998) lze endozoochorii u druhu předvídat, má-li velmi dlouhodobou semennou banku (tzv. *seed longevity index*, počítá se z velikosti a tvaru semene). Podmínky v trávicím traktu lze přirovnat k přežití v semenné bance, poněvadž půdní a trávící procesy jsou podobně destruktivní (Cosyns et al. 2005). S tím souvisí i vlastnost některých druhů rostlin (především z čeledi *Fabaceae*), které dokážou tvořit tvrdá semena. Jak potvrdili Russi et al. (1992) a Gardener et al. (1993), klíčivost druhů tvořících tato tvrdá semena se po průchodu traktem zvyšovala. K podobným výsledkům došli i Mancilla-Leytón et al. (2011) pro sledované druhy čeledi *Cistaceae*.

Pro uspokojivé predikování dispersního módu však jediný znak nestačí, a proto by bylo záhodno zjistit například nějaké vlastnosti mateřských rostlin. Hypotézu pod názvem *foliage-is-the-fruit* (listoví jako plod) předložil Janzen (1984) a ve zkratce říká, že rostliny šířené herbivorními savci jsou tomuto šíření aktivně přizpůsobeny podobně jako tomu je u rostlin tvořících výrazně barevné plody s velkým oplodím v případě frugivorie. Rostliny místo bohatého oplodí používají svoje listy, aby herbivory nalákaly a s jejich pomocí se rozšířily. Konkrétně mají mít rostliny šířené endozoochorně alespoň některé z těchto vlastností:

- a) vegetativní části rostliny jsou jedlé pro jeden či více druhů velkých savců, a to alespoň po dobu, kdy jsou semena zralá;
- b) rostlina mění svou jedlost v průběhu dozrávání;
- c) vegetativní části („listoví“, *foliage*) mají dostatečnou výživovou hodnotu, aby byly pro velké herbivory atraktivní;
- d) dozrávání je načasováno tak, aby v ukousnuté vegetativní části bylo co nejvíce zralých semen;
- e) plody či semena jsou promíchána s listovím;
- f) zralá semena z rostliny neopadávají;
- g) semena jsou dostatečně malá, tvrdá a nenápadná, aby nebyla rozkousána nebo vyplivnuta;
- h) osemení je schopno odolat trávicím procesům, a to po dlouhou dobu;

- i) semena jsou toxiny chráněna před tradičními semennými predátory, toxiny však nejsou tak silné, aby ohrozily velké savce;
- j) rostliny rostou v disturbovaných habitatech, které herbivoři často navštěvují, a tudíž zde i defekují.

Hypotézu lze ověřovat testováním rostlin na dané vlastnosti, například lepší klíčivost semen po průchodu traktem. V rámci krmícího pokusu se touto otázkou zabývali Quinn et al. (1994) a studovali klíčivost semen trávy *Buchloe dactyloides* po průchodu traktem skotu. Jelikož měl průchod traktem na klíčivost semen a růst semenáčků pozitivní dopad, potvrdili Janzenovu hypotézu. Naopak Dinerstein (1989) pro flóru jižní Asie hypotézu nepotvrdil a jako důležitější faktor bere přirozenou dynamiku místních trávníků (periodické záplavy a požáry). Jako jeden z dalších se hypotézou zabýval Mouissie (2004) a ani on krmíci pokusy s daňkem evropským (*Dama dama*) nepotvrdil, že by rostliny s chutnějšími listy z úživnějšího prostředí lépe přežily průchod traktem. Vzhledem k tomu, že hypotéza není zcela přesně definována (rostliny nemusí mít všechny předpokládané vlastnosti), není snadné ji dále testovat.

Vytyčením vlastností rostlin nutných pro různé disperzní způsoby je jedna cesta, jak rostliny klasifikovat. Hughes et al. (1994) zjišťovali disperzní mód rostlin metodou opačnou. Místo testování, které vlastnosti jsou pro určité šíření vhodné, určili vlastnosti, které jsou pro onen způsob disperze limitující. Například druhy rostoucí pod hustým zápojem se nebudou šířit anemochorně nebo rostliny vyšší než dva metry nemohou být epizoochorní. Jako klíčovou proměnnou zde opět používají velikost semen a podle nich jsou zoochorně šířena semena nad 100 mg. Sami však zdůrazňují, že velikost samotná je jako adaptace na disperzi jen málo pravděpodobná.

1.5 Způsoby zjišťování semenné banky v trusu

Vzhledem k tomu, že v současnosti nejsme schopni příliš dobře předpovídat, je-li rostlina šířena endozoochorně či jiným způsobem, jsme nuceni tuto otázku studovat přímo. Semennou banku v trusu lze zjistit několika způsoby, které jsou odvozeny od tradičních postupů pro studium semenné banky v půdě:

- klíčící experiment ve skleníku či vnějších podmínkách;
- manuální rozbory vzorků a určování rostlinných druhů podle morfologie semen.

Pro účely předkládané práce byl vybrán klíčící skleníkový experiment, neboť je časově méně náročný, vhodnější pro materiál s vysokým obsahem organické složky a podmínky pro klíčení jsou zopakovatelné (více viz kapitola 7.1, str.54). V dosavadní literatuře však nepanuje shoda, jak se vzorky trusu nakládat před samotným výsevem a zahájením klíčení.

TerHeerd et al. (1996) doporučují pro zlepšení a urychlení klíčení vzorky před vysetím zahustit promytím na sítích o různé hustotě filtru. Hypotézu testovali na třech typech půdy (jílovitá, rašelinná a písčítá) a ze vzorků podrobených promytí vyklíčilo více druhů i jedinců než v případě nepromytých. Vzorky půdy po ukončení klíčícího experimentu manuálně přebrali a zjistili podíl nevyklíčených semen. V případě promytých vzorků rašelinné a písčité půdy vyklíčila všechna semena. Nevýhodou této metody je velká časová náročnost na zpracování vzorků.

Účinnost metodiky na klíčení trusových pelet testovaly Wessels & Schwabe (2008). Autorky porovnávaly klíčení ovčího trusu ve venkovních podmínkách (*common garden method*) a ve skleníku s použitím TerHeerd metody. Po dostatečně dlouhé době (5 měsíců pro TerHeerd metodu, 15 pro zahradní pokus) byl experiment ukončen, ovšem výsledky obou metod byly velmi podobné. Doporučují vybrat metodu podle časových možností, neboť TerHeerd metodou klíčí semena výrazně rychleji, a zda je důležité spíše druhové složení (zahradní pokus) nebo celkové množství semen (TerHeerd). Jde však o jedinou mně známou studii, která zjišťuje vliv koncentrace vzorku na klíčení trusu. V současnosti chybí informace o tom, jak se liší klíčení mezi vzorky promytými a nepromytými za totožných skleníkových podmínek.

2 Studované území

Výzkum byl prováděn v modelovém území Vojenského újezdu Hradiště v Doupovských horách.

Doupovské hory jsou z geologického hlediska terciárním stratovulkánem. Centrální kaldera je v oblasti zaniklého města Doupov a kolem ní se v kruhu zvedají vrchy až do výšky 900 m n. m. (nejvyšší vrchol Hradiště 934 m n. m.). Podloží je tvořeno třetihorními sopečnými horninami, například bazaltoidy a foidity (www.geology.cz). Půdy jsou zde především eutrofní hnědozemě (Tomášek 2007).

Stejně jako v jiných vojenských újezdech se i zde vyskytuje jakási „nárazníková zóna“. Je to oblast veřejnosti nepřístupná, víceméně bez managementu a nevyužívaná ani k vojenským účelům. V této nárazníkové zóně vznikl ve střední Evropě ojedinělý typ krajiny tvořený mozaikou křovin třídy Rhamno-Prunetea s dominancí rodu *Crataegus* a semixerotermních trávníků Festuco-Brometea (obrázek 2). Ve studované oblasti se vyskytuje velké množství zvěře, primárně jde o jelena siku (*Cervus nippon*), jelena evropského (*Cervus elaphus*) a prase divoké (*Sus scrofa*). V menší míře se na sledovaných bezlesých enklávách vyskytuje také srnec obecný (*Capreolus capreolus*) a muflon evropský (*Ovis orientalis musimon*) (Horčíčková, ústní sdělení).



Obrázek 2 Příklad křovinaté krajiny Doupovských hor

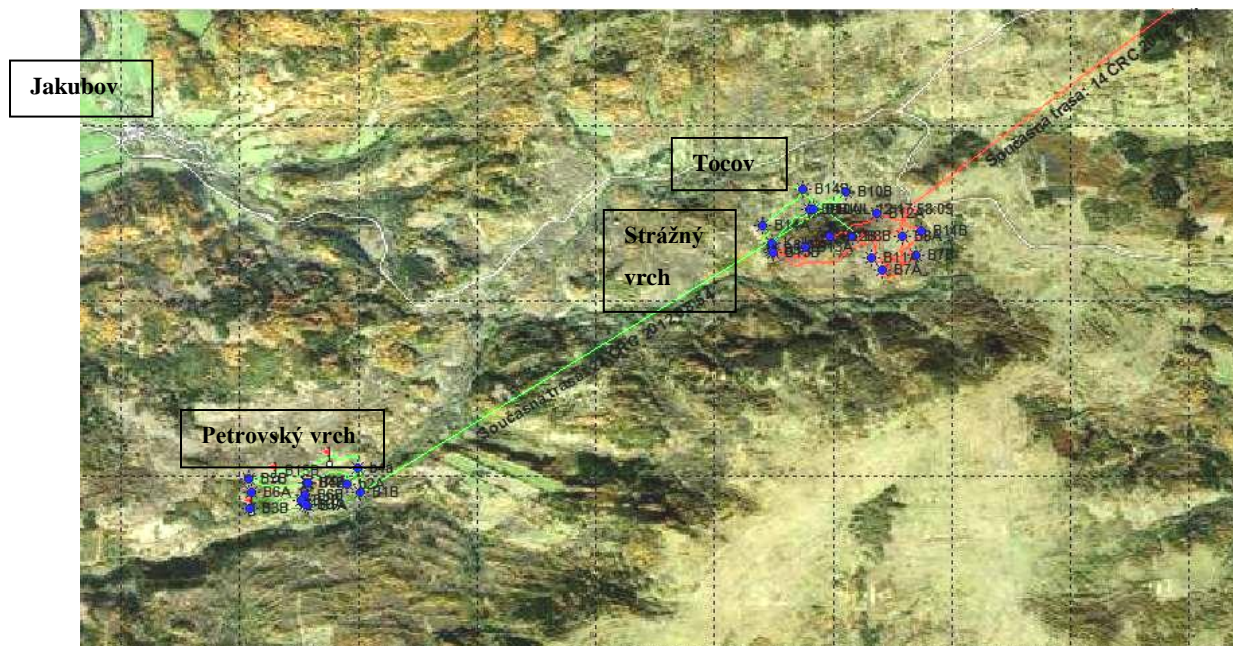
Újezd byl založen roku 1953, kdy došlo k odsunu zde žijícího obyvatelstva. Bylo tak opuštěno mnoho obcí a přilehlé pozemky přestaly být obdělávány. Díky tomu nedošlo k zintenzivnění zemědělství ani melioracím či rozorávání mezí, což je jeden z důvodů výskytu řady vzácných rostlinných druhů a přírodních stanovišť (Broum 2007). Z druhů suchých trávníků zde můžeme nalézt například koniklece *Pulsatilla patens* a *P. pratensis*, dále *Orobanche purpurea subsp. purpurea*, *Orchis mascula* či *Cotoneaster integerrimus*. Roku 2004 byla vyhlášena Ptačí oblast Doupovské hory v rámci soustavy Natura 2000 z důvodu výskytu řady chráněných a ohrožených druhů ptáků (Tejrovský 2007). Mezi chráněné druhy hnízdící v křovinách či volnějším porostech patří lelek lesní (*Caprimulgus europaeus*), pěnice vlašská (*Sylvia nisoria*) a tůhýk obecný (*Lanius collurio*).

Část VÚ Hradiště je ve správě Vojenských lesů a statků, a proto jsou některé oblasti používány k pěstování a těžbě lesa. K úpravě vegetace dochází i kvůli poměrně vysokým stavům lovné zvěře, časté jsou průklesty v blízkosti posedů (obrázek 3).

Dnes zde můžeme sledovat přirozenou sukcesi na opuštěných polích a v okolí lidských sídel. Z těchto důvodů je oblast již několik let podrobována botanickému zkoumání (Drhovská 2007, Horčíčková 2010, Kopecký 2006, Vojta, 2007, Zajíčková 2009 a další). Mnou zkoumaná oblast se vyskytuje v okolí bývalých obcí Tocov, Lipoltov a Petrov, respektive na přilehlých kopcích (Petrovský a Strážný vrch, obrázek 4).



Obrázek 3 Myslivecký průklest s posedem umístěným v průsečíku vymulčovaných pruhů.



Obrázek 4 Mapa transektů ve studované oblasti

2.1 Vegetační data

Oblast je již několik let botanicky zkoumána, díky čemuž je k dispozici velké množství vegetačních dat. Porovnáním vegetačních dat s druhovým složením vyklíčeným z trusových pelet je možné zjistit, zda relativní množství jedinců určitého druhu odpovídá své frekvenci v krajině či nikoli. Dále je možné takto vytipovat druhy, které se endozoochorným způsobem nešíří.

Bohužel ve většině případů nebyla data sebrána jednotným způsobem. Z toho důvodu je možné použít pouze dva soubory dat: diplomová práce Miloše Kubáta (Kubát 2010), v rámci níž byla osnímkována vegetace na Strážném vrchu, a data sesbíraná během terénního cvičení Kurz terénních metod ekologie rostlin a fytoecologie v létě 2012 na Petrovském vrchu. Všechny snímky byly sbírány na lokalitách vybraných stratifikovaně-náhodným výběrem. Na každé lokalitě byly sebrány tři snímky umístěné do vrcholů pomyslného trojúhelníku. Podrobněji viz Kubát (2010).

3 Studované druhy herbivorů

Z přítomných druhů herbivorů v oblasti byli díky svým dostatečným počtům vybráni pro studium jelen evropský (*Cervus elaphus*), jelen sika (*Cervus nippon*) a prase divoké (*Sus scrofa*). Následující souhrn vychází primárně z Anděry & Horáčka (2005).

Prase divoké (*Sus scrofa*, Linnaeus 1758) se v současnosti vyskytuje takřka na celém území ČR od nížin po horní hranici lesa. Preferuje listnaté a smíšené lesy s bohatým bylinným patrem. Samice s mláďaty tvoří rodinné tlupy, dospělí samci žijí samotářsky. Během jedné noci dokáže prase urazit až 40 km a je schopno uplavat několik kilometrů naráz. Ač je tradičně označováno jako omnivor, naprostou většinu stravy tvoří složka rostlinná (Ballari & Barrios-García 2014; Genov 1981; Schley & Roper 2003). Živočišnou stravu vyhledává spíše v zimních měsících (Genov 1981). Rostlinnou potravu tvoří z velké části traviny, různé druhy bylin (např. *Taraxacum sect. Ruderalia*, *Equisetum spp.*), keře a plody stromů (žaludy a bukvice) (Genov 1981).

Jelen evropský (*Cervus elaphus*, Linnaeus 1758) obývá rozlehlé lesnaté oblasti vrchovin a hor, vyskytuje se též v lužních lesích jižní Moravy. Samci tvoří malé mládenecké skupiny, samice s mláďaty se seskupují do stád až čtyřicetihlavých. V průběhu dne hledají jeleni úkryt v křoví či ve vysoké trávě, v podvečer vychází za pastvou. V průběhu říje samci takřka vůbec nežerou a rapidně hubnou. Podle Heraldové (2000) je jelen evropský potravní oportunist (stojící mezi okusovači a spásači) a do jeho jídelníčku jsou zařazeny jak lehce (mladé výhonky a byliny) tak hůře stravitelné složky (trávy). Trávy tvoří většinou část jídelníčku (Fišer & Lochman 1969) a během vegetační sezóny mohou tvořit až 90 % (Krojerová-Prokešová et al. 2010). Konkrétní poměry různých složek potravy však závisí nejen na roční době, ale velmi významně se liší mezi geografickými oblastmi (Krojerová-Prokešová et al. 2010). Kromě travin mohou významnou složku tvořit kapradiny či keře s masitými plody jako *Rubus spp.* a *Vaccinium spp.* (Krojerová-Prokešová et al. 2010).

Jelen sika (*Cervus nippon*, Temminck 1838) se způsobem života podobá jelenu evropskému, ale pochází z jihovýchodní Asie a Japonska a do střední Evropy byl poprvé přivezen koncem 19. století (Bartoš 2009). Hlavní oblast výskytu v ČR je situována v západních Čechách včetně Doupovských hor. Žije v různých typech lesnatých celků.

K dalším druhům kopytníků srovnatelné či menší velikosti (daněk, srnec) se chová agresivně a vyhání je ze svého území, což je pravděpodobně důvodem, proč se ve studované oblasti Doupovských hor tyto druhy vyskytují jen minimálně nebo vůbec ne. Velmi ochotně se kříží s jelenem evropským (Bartoš & Žirovnický 1981). Hlavní složku potravy v původní domovině tvoří dle Campos-Arceize & Takatsukiho (2004) křovinný bambus *Sasa nipponica*, dále jsou důležité graminoidy. Agetsuma et al. (2011) zjistili, že většinu stravy tvořily spadané listy různých druhů dřevin, čímž siku zařadili do skupiny dekompozitorů. Vzhledem k tomu, že jde o v Evropě nepůvodní druh, nedostává se často do hledáčku vědců. Jeho potravní zvyklosti v Evropě doposud nebyly studovány.

4 Cíle práce

Ze studia současné literatury vyplývá několik otázek, jimiž doposud nebyla věnována dostatečná pozornost. Bohužel není v možnostech jedné diplomové práce zpracovat všechny a vzhledem k tomu, že v modelovém území Doupovských hor dosud nebyla žádná práce na endozoochorní dispersi uskutečněna, byly vybrány následující okruhy:

1. Jaké je druhové složení šířené vybranými herbivorními savci v rámci modelového území Doupovské hory?
2. Čím je toto druhové složení dáno? Jak je ovlivněno disperzním vektorem? Jaká je změna v průběhu sezóny?
3. Jak se odráží v semenné bance trusu okolní vegetace?

Jelikož je běžně užívaná metodika podle (TerHeerdt et al. 1996) velice časově náročná, zabývala jsem se také touto tematikou:

4. Liší se klíčivost a druhové složení trusu koncentrovaného promytím od vzorků nepromytých?

5 Metodika

5.1 Sběr a manipulace s trusovými peletami

Hlavní část práce tvoří zjišťování semenné banky v trusu zájmových druhů zvířat: jelena evropského (*Cervus elaphus*), jelena siky (*Cervus nippon*) a prasete divokého (*Sus scrofa*). Na studovaném území bylo začátkem léta 2012 vytyčeno patnáct transektů o délce 200 až 300 metrů, na kterých byly pravidelně sbírány vzorky trusu. Počátek transektu byl určen pomocí pobytových znaků zvěře (stopy, trusové hromádky). Transekt vedl po vrstevnici 200 až 300 m, počátek byl v blízkosti cesty nebo jiného transektu. V případě větvení ochozu byla vybrána cesta nejvíce se přimykající vrstevnici. Bohužel při následujících sběrech často nebylo možné sledovat stejný ochoz z důvodu nepřesnosti GPS navigace.

Transekty byly založeny na dvou předem vybraných lokalitách: na Petrovském vrchu (613 m) jižně od Jakubova (transekty 1 až 6 a 15) a na Strážném vrchu (726 m) jižně od zaniklé vesnice Tocov (transekty 7 až 14) (viz mapa na obrázku 4, podrobnější mapy viz příloha 4). Transekty byly vedeny se snahou dostatečně zohlednit zastoupení všech biotopů (bezlesí, křoviny a les) a orientace svahu. Na jižním svahu je položeno osm transektů, na severním pět a dva vedou po vrcholech kopců.

Sběr vzorků trusu byl prováděn od července do října vždy jednou za čtyři týdny během vegetačních sezón 2012 a 2013. Původní plán byl na jednom transektu sebrat od jednoho druhu zvířete sebráno maximálně pět vzorků, na celý transekt tedy připadal nejvyšší počet všech vzorků patnáct. V průběhu druhé sezóny jsem však narazila na velký problém – během prvních dvou sběrů nebylo možné nasbírat trusových pelet dostatečné množství. Z toho důvodu jsem se v pozdějších sběrech transektů držela méně a trusové hromádky jsem sbírala i na místech mimo vytyčené transekty. V létě 2013 také došlo k uzavření vojenského prostoru z důvodu cvičení, a proto bylo nutné vynechat sběr v srpnu. Vzhledem k tomu, že nás Vojenský úřad informoval poměrně pozdě, nebylo možné provést sběr dříve, než bylo naplánováno.

Za vegetační sezónu 2012 bylo takto provedeno pět sběrů a podařilo se mi nasbírat 282 vzorky trusu. Za sezónu 2013 jsem nasbírala 229 vzorků za čtyři sběry (s vynecháním v srpnu).

Každý vzorek byl vyfotografován (jedinou výjimku tvoří červnový sběr 2012), aby bylo případně možné zpětně určit, které zvíře ho vyprodukovalo. Většinu vzorků je možné určit ihned (Anděra & Horáček 2005), ale některé případy jsou sporné. Jde především o

určení mezi trusem jelena lesního a jelena siky. U těchto dvou druhů je dokázána hybridizace (Bartoš & Žirovnický 1981) a je možné, že trusové pelety těchto hybridů nesou tvarové znaky obou druhů. Dále je možné, že jsem do kategorie jelen sika zařadila i trusové pelety jiných druhů herbivorů, například srnce, který se v lokalitě vyskytuje v nepříliš vysokých počtech.

Některé vzorky bylo nutno již v terénu mechanicky očistit pinzetou, jelikož se na jejich přilnavý povrch nachytala semena některých anemochorních druhů rostlin – šlo především o semena *Betula pendula* a obilky různých druhů trav rostoucích v okolí sběru. Při sběrech 2012 jsem k některým vzorkům, jež byly příliš zamořené hmyzem, přidala paradichlorbenzen. Chemikálie měla veškerý přítomný hmyz usmrtit.

Vzorky byly po přesunu do laboratoře zmrazeny při -14°C minimálně na dobu dvou dnů a následně proplavovány (obrázek 5). Hluboké zmražení bylo nutné z několika důvodů: vzorky často obsahovaly velké množství koprofilního hmyzu (především brouky) a pro snazší manipulaci bylo nutné je usmrtit. Paradichlorbenzen nefungoval v tomto směru zcela stoprocentně, neboť nebylo snadné odhadnout správné množství látky pro likvidaci veškerého hmyzu. Minimální doba pro usmrcení veškerého přítomného hmyzu byla stanovena na dva dny. Další problém představovaly časové možnosti, jelikož vzorky většinou nebylo možné zpracovat okamžitě. Hlavním důvodem pro promývání bylo odstranění velkých částic a tedy zmenšení celkového objemu. Filtrovala jsem přes síta 2 mm a 200 μm .



Obrázek 5 Sestavená síta při proplachování

Ve vzorcích byla již při sběru zjištěna přítomnost semen větších než 2 mm. Ta bylo nutné z promývaných vzorků vybírat entomologickou pinzetou. Tato manipulace se vzorky byla prováděna v době mezi jednotlivými sběry.

5.2 Zjišťování semenné banky v trusových peletách

5.2.1 Manuální rozbory

Část vzorků z první sezóny roku 2012 byla po promytí rozebírána pod binokulární lupou. Z prvního až čtvrtého sběru bylo rozebráno devět (z června a července), respektive šest vzorků (ze srpna a září) a to následujícím způsobem: promytý a na vzduchu usušený

vzorek by rovnoměrně rozprostřen na ták, rozdělen na čtvrtiny a jedna čtvrtina byla podrobena manuálnímu rozboru. Cílem bylo zjistit, zda se v peletách vůbec nějaká semena vyskytují. Nalezené diaspory byly dále určovány pomocí nizozemského digitálního atlasu (<http://seeds.eldoc.ub.rug.nl>), v některých případech pouze na úroveň čeledě (*Poaceae*) či rodu. Semena nebyla počítána, záznam byl pouze metodou presence/absence.

5.3 Klíčící experimenty (*seedling emergence method*)

Promyté a na vzduchu usušené trusové vzorky byly na podzim před zahájením pokusů podrobeny osmítýdenní stratifikaci při cca. 4°C během listopadu až prosince 2012 a prosince až ledna 2013. Semenná banka v takto připravených vzorcích byla zjišťována klíčícím pokusem v experimentálním skleníku katedry botaniky. Výhody klíčícího experimentu oproti ručnímu přebírání jsou shrnuty v kapitole 7.1, str. 54.

5.3.1 Zjišťování semenné banky – klíčící experiment sezóny 2012

Vzorky byly vysety na profesionální výsevový substrát od firmy Rašelina Soběslav (viz příloha 3). Základní složkou substrátu je rašelina z litevských vrchovišť. Půdní reakce je upravena pomocí přidaného dolomitského vápence a substrát je také obohacen vícesložkovým hnojivem se stopovými prvky. Každý květináč byl zhruba do dvou třetin naplněn substrátem, na který jsem nasypala vzorek. Kvůli velkému objemu většiny vzorků je často bylo nutné rozdělit do několika květináčů. Snažila jsem se o stejnou vrstvu vzorku v každém květináči, ale vzhledem k rozdílným objemům jednotlivých vzorků se tato snaha nesešla s příliš velkým úspěchem. Vysévala jsem od 25. února a dne 6. března byl zahájen samotný klíčící pokus. Vzorky byly následně pravidelně zalévány zespoda a první týdny také roseny. Rosení bylo nutné, jelikož některé vzorky neuschly do zcela sytké podoby a vytvořily krustu, kterou bylo potřeba rozmočit. Tento problém by se dal vyřešit jiným způsobem vysévání – vzorek lze rozmíchat s vodou a vytvořit tak tekutou substanci, která se nalije na sterilní substrát (podle TerHeerdt et al. 1996, použil např. Mouissie 2004). Vzhledem k tomu, že vzorek nebyl žádným způsobem od substrátu oddělen, hrozilo riziko, že by semena byla proplavena do hlubších vrstev substrátu a tedy by nemusela vyklíčit.

Klíčení probíhalo pod umělým osvětlením, které spínalo mezi 7 a 20 hodinou zimního času (obrázek 6). Podmínky byly nastaveny tak, aby je bylo možné co nejnázve

napodobit v následující sezóně. Při zahájení pokusu byla teplota ve skleníku okolo 15°C, později byla kvůli dalším experimentům zvýšena na 20°C. V letních měsících kolísala v závislosti na vnější teplotě. Pro snížení velmi vysoké teploty v letních měsících a především vlhkosti způsobující zahnívání byly ke květináčům nainstalovány malé větráčky, které zabezpečovaly alespoň minimální pohyb vzduchu.

Semenáčky se začaly objevovat během několika dní a byly z květináčů odstraněny hned, jak je bylo možné určit. Pokud jsem nedokázala semenáčky určit, byly přesazovány

a identifikovány později. Odstraňování semenáčků je nutné kvůli konkurenci v rámci květináče. Pokud nejsou rostliny odebírány, může to způsobit nižší klíčivost některých semen a tedy zkreslení výsledků. Semenáčky byly určovány pomocí speciálního klíče (Csapody 1968) i další určovací literatury (Kubát et al. 2002). Po pěti až šesti měsících od zahájení prvního experimentu se v květináčích začalo objevovat velké množství mechu. Mechovou vrstvou nebylo možné zlikvidovat, jelikož by mohlo dojít i k odstranění části vzorku s životaschopnými semeny. Z toho důvodu jsem mech pravidelně narušovala a prohrabávala, abych umožnila růst dalším semenáčkům.

Klíčící pokus na zjišťování semenné banky byl ukončen po 12 měsících, jelikož bylo nutné založit další experiment. V době ukončení pokusu ještě některé vzorky klíčily, neobjevovaly se však žádné nové druhy. V případě delšího trvání experimentu je pravděpodobné, že by se pouze navýšil počet nejčetnějšího druhu – *Urtica dioica*. Dále jsem při namátkové kontrole likvidovaného materiálu po ukončení pokusu objevila semena rodu *Fragaria*.

Z celého klíčícího experimentu nebylo možné určit dva druhy. První je kapradina zapsána v druhovém seznamu jako „*Polypodiophyta*“, neboť ji nebylo možné určit do druhu. Druhá rostlina se vyskytla ve vzorku 2J36 ve dvou exemplářích.

5.3.2 Promývací experiment – vzorky 2013

Původní plán zopakovat experiment z první sezóny byl opuštěn z několika důvodů:

- a) především klíčící pokus je velmi časově náročný a bylo by nutné, aby vzorky klíčily ještě dalších 12 měsíců.



Obrázek 6 Policová stěna se zářivkami - experiment sezóny 2012

- b) v létě 2013 se mi nepodařilo nasbírat každý měsíc dostatečné množství vzorků od každého druhu herbivora.
- c) v průběhu vegetační sezóny 2013 byly realizovány pouze čtyři sběry.

Byla jsem však schopná nasbírat velké množství materiálu v září a říjnu, kdy jsou počty jedinců i druhů ve vzorcích trusu velmi vysoké. Z těchto vzorků byly vybrány reprezentativní trusové hromádky jelena evropského, jež byly následně podrobeny promývacímu experimentu.

Trusové pelety byly stejně jako předchozí sezónu po převozu na katedru zmrazeny při -14°C a po minimálně dvou dnech rozmrazeny. Z celkového sběru byla vybrána část reprezentativního (tzn. správně určeného a čerstvého) trusu jelena evropského. Pelety byly po rozmražení zváženy a na přesnost 1 g rozděleny na poloviny. Jedna polovina byla koncentrována promytím na sítích 2 mm a 200 μm stejně jako v předchozím experimentu. Druhá polovina byla pouze rozprostřena na filtrační papír a všechny vzorky byly na vzduchu usušeny.

Z vzorků sebraných v sezóně 2013 byly vysety pouze tyto rozdělené. Klíčící experiment byl zahájen za stejných světelných podmínek (svícení 7-20 hodin zimního času) dne 25. února 2014. Vzorky byly vysety na stejný substrát firmy Rašelina Soběslav (viz výše), ale od substrátu byly odděleny pomocí netkané textilie. Nedojde-li totiž k homogenizaci vzorku pomocí promytí, jsou vysušené pelety velmi tvrdé a nebylo v mých silách je mechanicky rozdrtit. Též jsem se obávala, že při příliš velkém mechanickém tlaku by mohlo dojít k poškození semen. Oddělení vzorku od substrátu mi umožnilo zalévat seshora, takže se tvrdé pelety rozmočily. Jako další konsekvenci mimo předkládanou diplomovou práci toto opatření umožňuje vzorky po ukončení klíčícího experimentu ještě manuálně rozebrat a určit tak efektivitu klíčícího experimentu. Suché pelety byly krom zalévání seshora také opatrně narušovány pinzetou.

Při největších letních vedrech byly opět nainstalovány větráky, které byly spouštěny podle stejné časomíry jako svícení. Rostliny byly odstraněny nebo přesazeny hned, jak bylo možné je identifikovat. Zarůstání vzorků mechem se objevilo až v průběhu července, takže na předkládaná data tento fakt nemá žádný efekt. Pro potřeby diplomové práce byla použita data sebraná k 3. červenci.

5.4 Porovnání semenné banky s vegetací

Pro porovnání byly použity relativní četnosti druhů v jednotlivých souborech. Vegetační data nemohla být jednoduše spojena, tudíž byly spočteny četnosti výskytů pro jednotlivé druhy, sečteny a vyděleny počtem snímků v obou souborech. Vzhledem k tomu, že v části vegetačních dat nebyly započítávány dřeviny (ani jako semenáčky), byly všechny tyto druhy vymazány. Procentuální hodnoty pro každý druh byly vyneseny na graf pomocí lineární regrese.

5.5 Statistické testování

Vzhledem k nenormálnímu rozdělení dat bylo pro jednorozměrné analýzy nutno použít neparametrické testy. Vliv různých faktorů prostředí na množství vyklíčených semenáčků a počet druhů byl testován pomocí neparametrického Kruskal-Wallisova testu. Konkrétně se jednalo o druh herbivora (resp. promytí v případě druhého pokusu), dobu sběru a místo sběru.

Pro tyto analýzy byl použit balík R (R 3.0.2, R DevelopmentCore Team 2013). Výsledky Kruskal-Wallisova testu jsou graficky znázorněny pomocí boxplotu. V grafech jsou zobrazeny hodnoty upravené podle následujícího vzorce:

$$x = \log_{10}(y + 1)$$

Dále byl testován vliv suché váhy pelety před vysetím na množství vyklíčených semenáčků i počet druhů, a to pomocí lineárního modelu s logaritmickou transformací závislé proměnné. Ve všech případech byl použit dekadický logaritmus. V případě promývacího pokusu druhé sezóny byla testována jak hmotnost za čerstva, tak hmotnost trusu za sucha. Rozdíl hmotností mezi promytými a nepromytými vzorky byl testován Kruskal-Wallisovým testem. Pro zjištění vztahu mezi počtem rostlin/druhů a hmotností za sucha byl opět použit lineární model s logaritmickou transformací závislé proměnné a jakožto vysvětlující byla zadána interakce promytí * hmotnost.

Vztah semenné banky k vegetaci byl testován pomocí lineární regrese bez jakékoli transformace.

Data nemají stejnou strukturu jako běžná fytoecologická, jelikož pracuji s počty rostlin a nikoli s pokryvnostmi. Proto byly do mnohorozměrných analýz první sezóny zahrnuty jen druhy vyskytující se v minimálně čtyřech vzorcích. Pro testování dat z druhého experimentu byla použita všechna data.

Pro mnohorozměrné analýzy jsem použila program Canoco 5 (ter Braak &

Šmilauer 2012). Z důvodu dlouhého gradientu byly použity analýzy unimodální, konkrétně DCA (*Detrended Correspondence Analysis*) pro zobrazení druhového složení a CCA (*Canonical Correspondence Analysis*) při testování vlivu proměnných prostředí. Pro testování vysvětlujících proměnných byly ostatní signifikantní proměnné postupně zadávány jako kovariáty. Následně byly otestovány všechny interakce mezi faktory. Data byla transformovaná pomocí logaritmu.

Pro data z promývacího experimentu byla použita CCA analýza se split-plot designem. Jakožto whole-plot byl považován jeden vzorek tak, jak jsem jej sebrala v terénu. V rámci whole-plotu byly dva split-ploty, které odpovídaly promyté a nepromyté půlce trusové hromádky. Whole-plot byl podroben neomezené permutaci, split-ploty žádnou permutaci povolenu neměly. Whole-ploty byly na sobě navzájem nezávislé. Pro zobrazení druhového složení bez vysvětlujících proměnných byla použita analýza DCA stejně jako u prvního pokusu.

6 Výsledky

6.1 Klíčící experimenty

6.1.1 Sezóna 2012/2013

6.1.1.1 Předběžné manuální rozbory

Pod binokulární lupou bylo celkem rozebráno 18 vzorků, v nichž jsem celkem objevila diaspory 34 druhů či rodů. Nejčastěji nalezený druh byla *Urtica dioica* (ve 13 vzorcích), graminoidy (*Poaceae* a *Cyperaceae*, ve 13 vzorcích) a *Betula pendula* (v 7 vzorcích). Některé taxony nebyly určovány na úroveň druhu (čel. *Poaceae*). Vzhledem k velmi vysoké hrubosti dat a malému počtu rozebraných vzorků nejsou tyto výsledky nijak zahrnuty do následujících analýz.

6.1.1.2 Skleníkový experiment – druhové složení

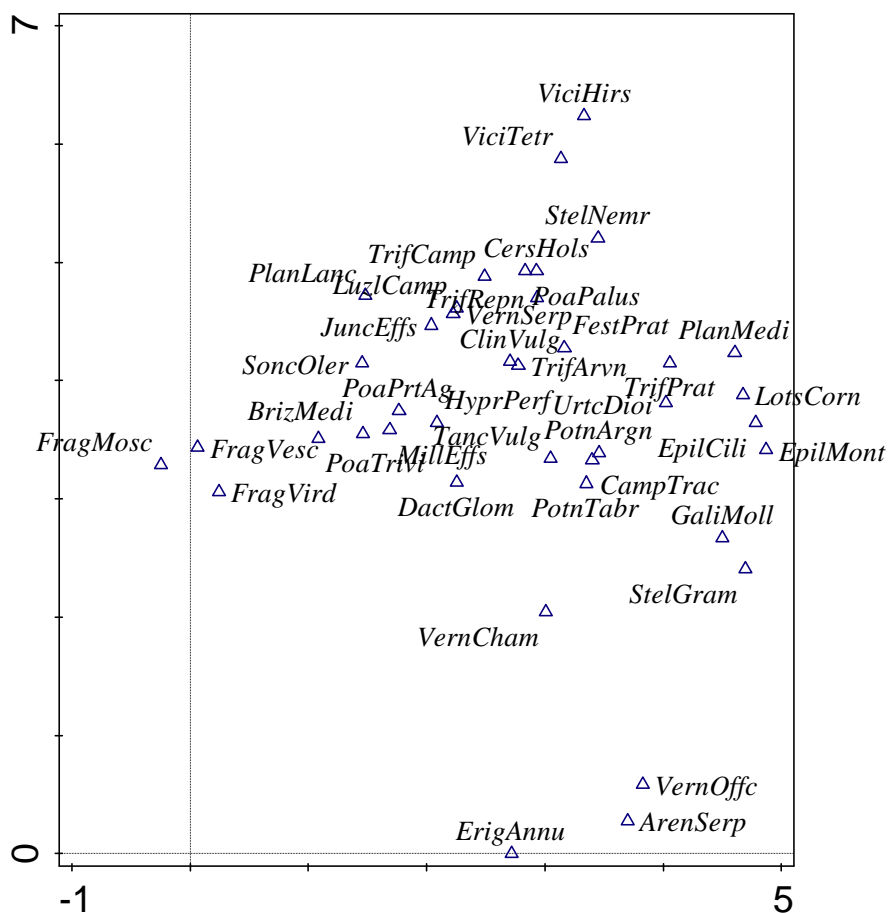
Klíčícímu experimentu první sezóny bylo podrobeno 282 vzorků trusu. Celých 27 vzorků z 282 neobsahovalo životaschopná semena, z nichž většina patřila praseti divokému (ostatní herbivoři viz tabulka 1). Druhová bohatost trusových vzorků byla značně variabilní. Maximální počet druhů na jeden vzorek bylo 16 v případě jelena evropského.

Z tohoto materiálu celkem vyklíčilo 29 719 semenáčků patřící do 92 druhů. Kompletní seznam druhů je v příloze 1. Hlavní dominantu druhového spektra tvořila *Urtica dioica* s 24 048 semenáčky (81 % všech rostlin) vyskytující se v nadpoloviční většině vzorků (161). Jako dominanty lze dále zmínit graminoidy (*Agrostis spp.* 638 semenáčků a *Poa spp.* 660 sem.), jahodníky *Fragaria spp.* (2 481 sem.), *Galium mollugo* (662 sem.) a *Veronica chamaedrys* (379 sem.). Tyto druhy tvořily alespoň 1 % všech rostlin. Druhové spektrum se mírně lišilo mezi jednotlivými druhy herbivorů: hlavní dominantu trusu obou druhů jelenů tvořila *Urtica dioica*, dále *Poa pratensis*, *Galium mollugo*, *Agrostis capilaris* a *Veronica chamaedrys*. V případě prasete divokého tvořila kopřiva jen 11 % semenáčků a největších počtů dosahovaly druhy *Fragaria vesca* a *F. viridis* (41 a 21.8 %). Další druhy tvořící alespoň jedno procento rostlin vyrostlých z prasečího trusu jsou: *Poa pratensis*, *Fragaria moschata*, *Agrostis capillaris*, *Poa trivialis* a *Veronica chamaedrys*. Pro maximální a průměrné počty semenáčků a druhů viz tabulka 1, kolonka „na 100 g“ se vztahuje k počtu jedinců/druhů přepočítaných na 100 g suché hmoty po promytí; druhové složení viz obrázek 7. Zahrnuty jsou pouze druhy, které vyklíčily

nejméně ze čtyř vzorků, stejně jako ve všech mnohorozměrných analýzách.

Tabulka 1

		<i>Cervus elaphus</i>	<i>Cervus nippon</i>	<i>Sus scrofa</i>
Počet vzorků trusu		99	94	89
Počet vzorků s živými semeny		63	58	43
Hmotnost vzorku průměrná		17.92	23.71	15.54
Hmotnost vzorku maximální		59.33	116.76	71.96
Počet semenáčků	maximální	1 824	1 574	691
	průměrný	195.9	76.3	35.4
	na 100 g	988.62	427.04	207.39
	celkový	19395	7169	3155
Počet druhů	maximální	16	13	13
	průměrný	4.2	4.1	2.3
	na 100 g	27.54	24	19.75
	celkový	63	58	43
Dominantní druh (bez <i>U. dioica</i>)	v počtu sem.	<i>Galium mollugo</i>		<i>Fragaria vesca</i>
	v počtu květ.	<i>Poa pratensis</i>	<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Poa pratensis</i>



Obrázek 7 DCA druhového složení, pouze druhy s alespoň čtyřmi záznamy. První osa vysvětluje 13.22 % variability, druhá 6.47 %.

6.1.1.3 Vliv faktorů prostředí na počty semenáčků a druhů

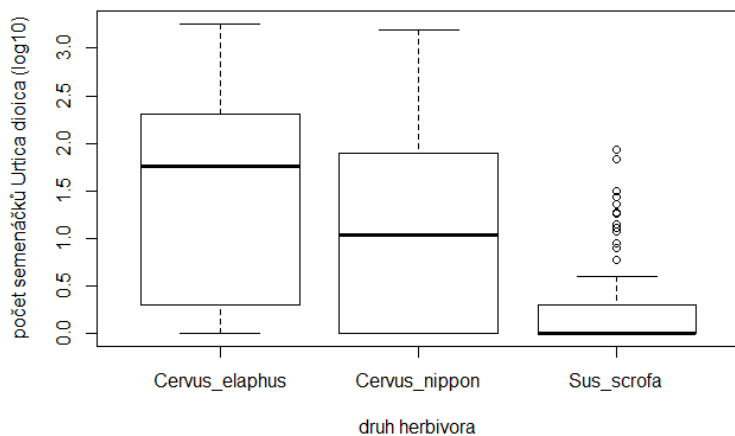
Testované faktory prostředí zahrnují: druh herbivora, dobu sběru (měsíc) a místo sběru (lokalita). Další testovanou proměnnou je váha trusu po promytí a usušení.

Počet semenáčků byl testován vždy pro všechny druhy dohromady a dále zvlášť pro *Urtica dioica* a zbylé druhy. Vzhledem k vysokému počtu rostlin *U. dioica* je totiž možné, že se některé trendy projeví až po odfiltrování tohoto druhu.

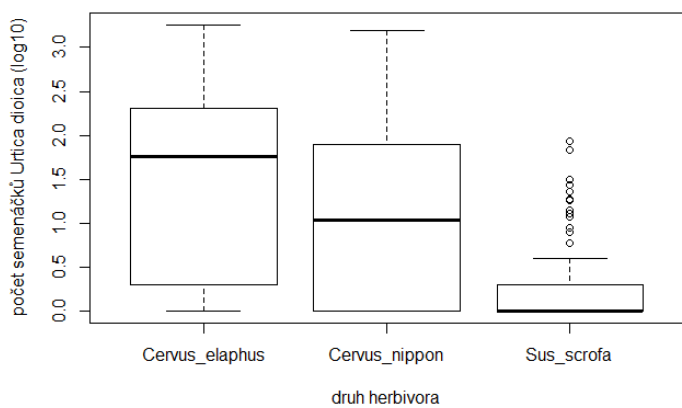
U všech tří datasetů se objevily signifikantní rozdíly mezi počty semenáčků u jednotlivých druhů herbivorů a v průběhu sezóny. Místo sběru mělo průkazný vliv jen na semenáčky ostatních druhů bez kopřiv. S množstvím životaschopných semen ve vzorku trusu signifikantně korelovala hmotnost pelety a to u všech tří druhových možností. Stejným způsobem testovaný počet druhů se signifikantně lišil mezi druhy herbivorů a měnil se v průběhu sezóny. Statisticky průkazný byl také vliv hmotnosti pelety (testován pro všechna zvířata dohromady), nicméně z grafů (obrázek 17 až obrázek 20) je patrné, že aproximace na větší hmotnost nebude zcela vypovídající. Po otestování závislosti pro každý druh herbivora zvlášť se objevily některé závislosti zcela neprůkazné (tabulka 2).

Pro grafické znázornění dat viz obrázek 8 až obrázek 20.

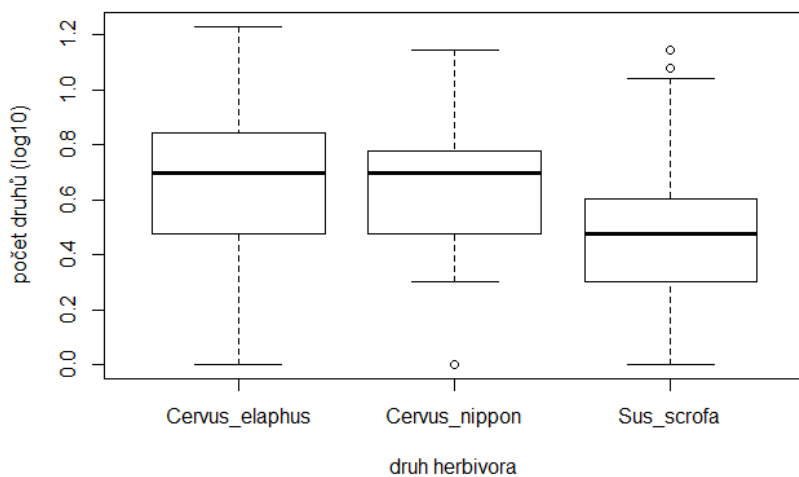
Vzhledem k možným chybám v identifikaci trusu mezi jednotlivými druhy jelenů jsem vliv herbivorů otestovala i pro každou dvojici zvlášť (j. evropský – j. sika, j. evropský – prase, j. sika – prase). Oba druhy jelenů se od prasete lišily průkazně, nicméně mezi jelenem evropským a sikou nebyl signifikantní rozdíl v počtu semenáčků bez *U. dioica* a v počtu druhů (tabulka 3).



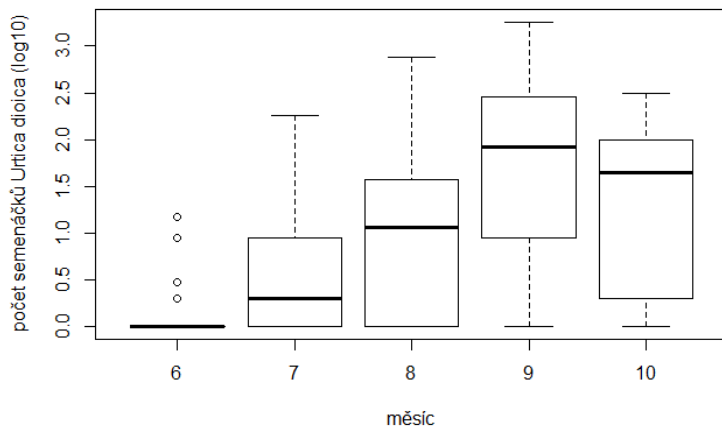
Obrázek 8 Množství semenáčků druhu *U. dioica* dle druhu herbivora, dekadický logaritmus. P-hodnota = 1.83E-08



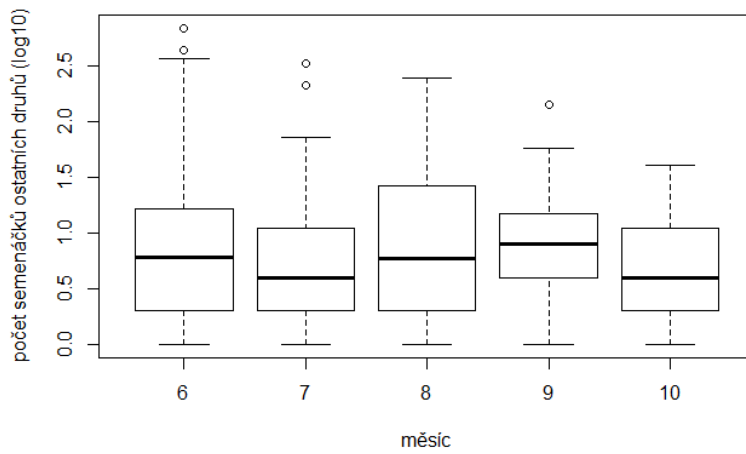
Obrázek 9 Množství semenáčků ostatních druhů dle druhu herbivora, dekadický logaritmus. P-hodnota = 9.12E-06



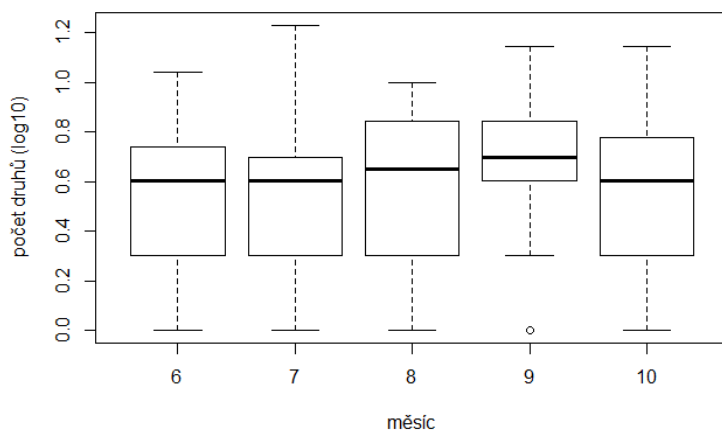
Obrázek 10 Počet druhů dle druhu herbivora, dekadický logaritmus. P-hodnota = 3.32E-09



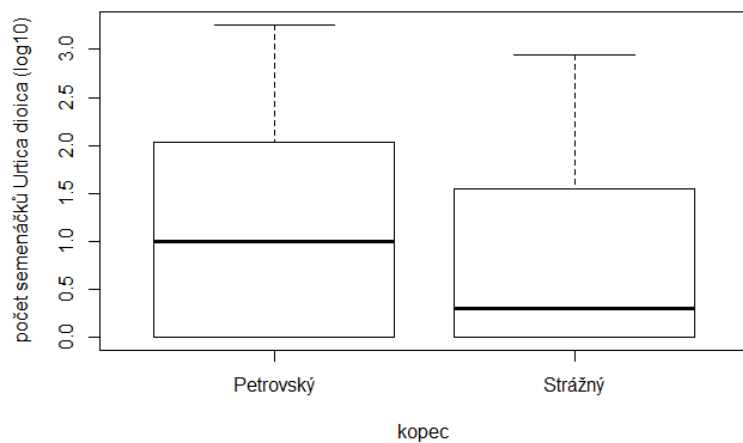
Obrázek 11 Množství vyklíčených rostlin *U. dioica* dle měsíce sběru, dekadický logaritmus. P-hodnota = 1.41E-09



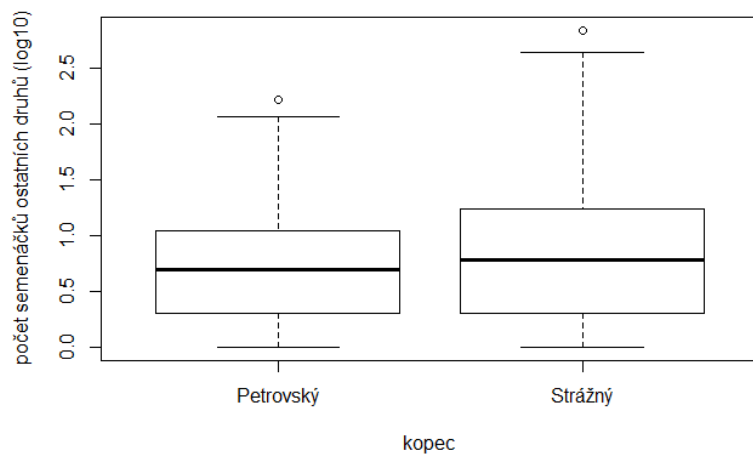
Obrázek 12 Množství vyklíčených rostlin ostatních druhů dle měsíce sběru, dekadický logaritmus. P-hodnota = 0.01526



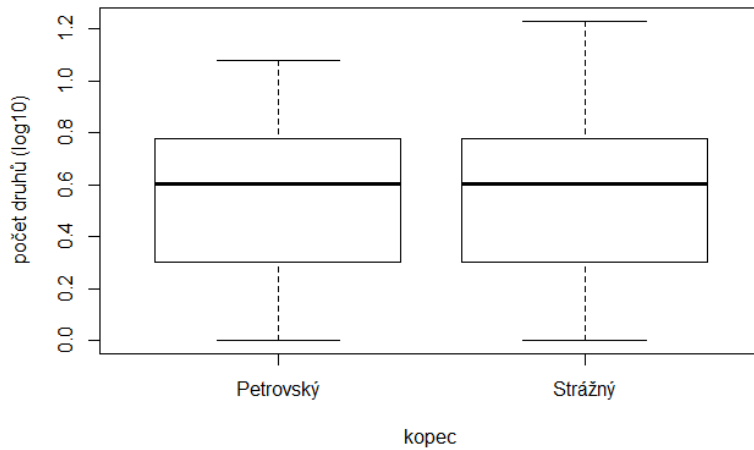
Obrázek 13 Počet druhů dle měsíce sběru, dekadický logaritmus. P-hodnota = 0.000793



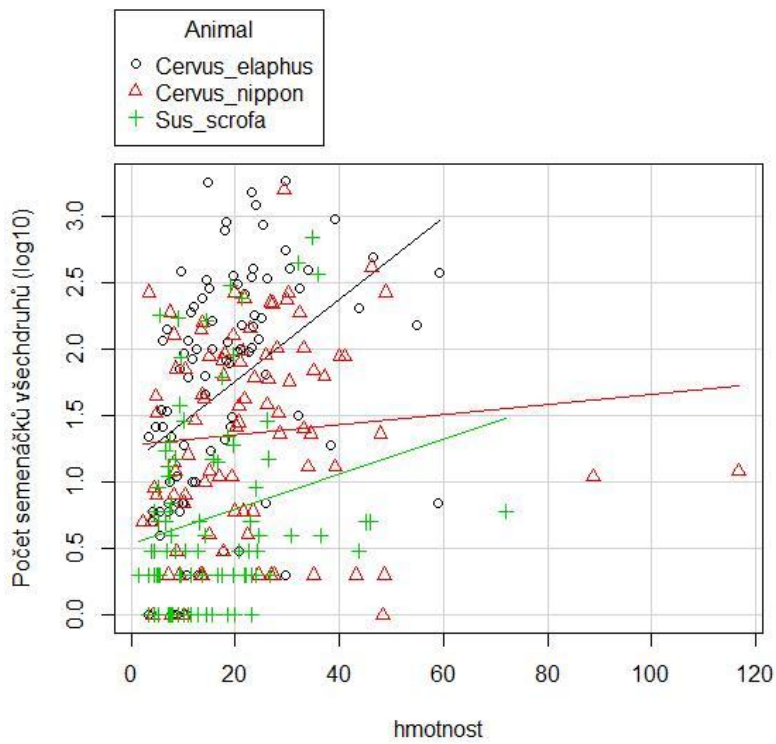
Obrázek 14 Množství vyklíčených rostlin *U. dioica* dle místa sběru, dekadický logaritmus. P-hodnota = 0.1134



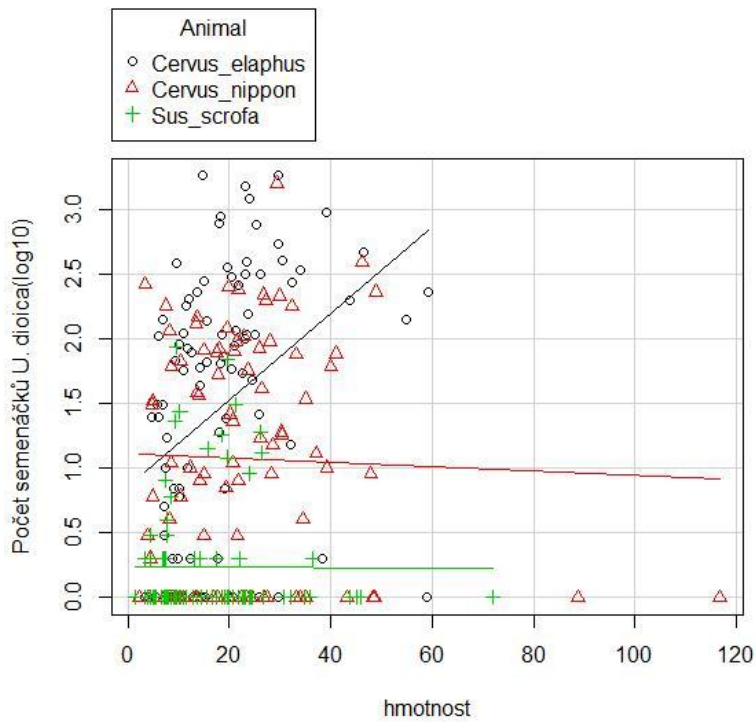
Obrázek 15 Množství vyklíčených rostlin ostatních druhů dle místa sběru, dekadický logaritmus. P-hodnota = 0.01277



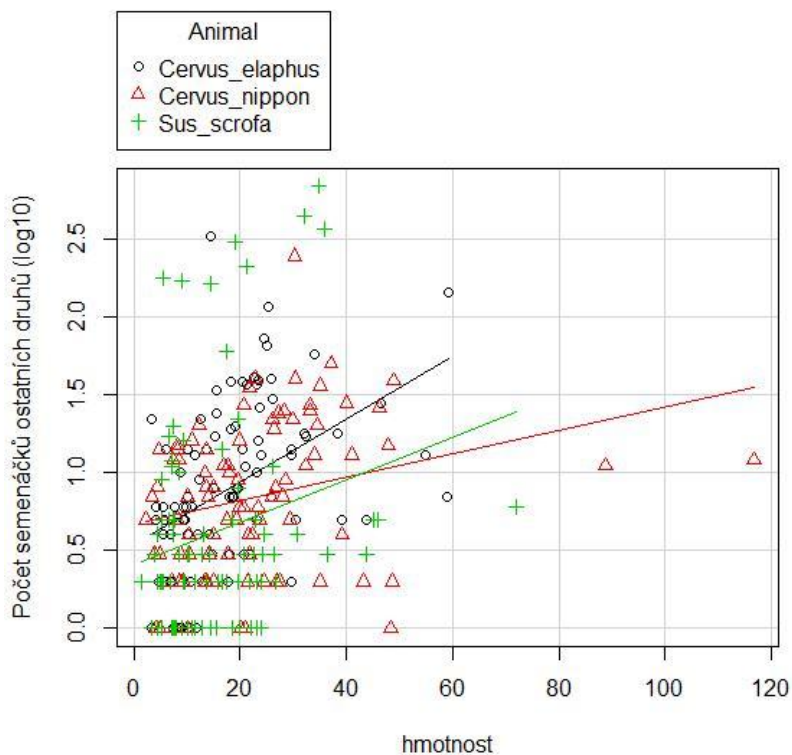
Obrázek 16 Počet druhů dle místa sběru, dekadický logaritmus. P-hodnota = 0.7031



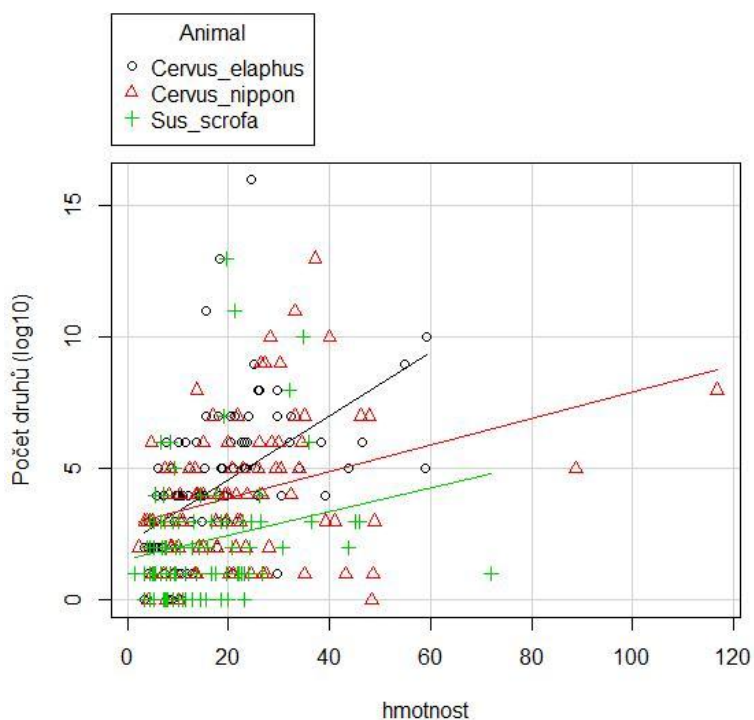
Obrázek 17 Počet semenáčků všech druhů (dekadický logaritmus) v závislosti na hmotnosti trusu. P-hodnota = 4.35E-05



Obrázek 18 Počet semenáčků *U. dioica* (dekadický logaritmus) v závislosti na hmotnosti trusu



Obrázek 19 Počet semenáčků ostatních druhů (dekadický logaritmus) v závislosti na hmotnosti trusu



Obrázek 20 Počet druhů (dekadický logaritmus) v závislosti na hmotnosti trusu

Tabulka 2 P-hodnoty provedených testů pro vztah počtu semenáčků/druhů a hmotností trusu, červeně průkazné hodnoty.

	<i>Cervus elaphus</i>	<i>Cervus nippon</i>	<i>Sus scrofa</i>
všechny druhy	4.17E-05	0.3377	0.04636
<i>Urtica dioica</i>	0.0007222	0.2489	0.2514
ostatní druhy	1.28E-05	0.00217	0.02927
počet druhů	1.15E-06	0.003212	0.02946

Tabulka 3 Přehled p-hodnot testů mezi dvojicemi herbivorů, první tři řádky se vztahují k počtu semenáčků, červeně průkazné hodnoty.

	<i>C. elaphus</i> x <i>C. nippon</i>	<i>C. elaphus</i> x <i>Sus scrofa</i>	<i>C. nippon</i> x <i>Sus scrofa</i>
všechny druhy	0.005862	1.16E-12	6.27E-08
<i>Urtica dioica</i>	0.005878	1.57E-15	1.37E-10
ostatní druhy	0.5345	7.64E-06	6.79E-05
počet druhů	0.3893	3.70E-09	2.41E-07

6.1.1.4 Vliv vnějších faktorů na druhové složení

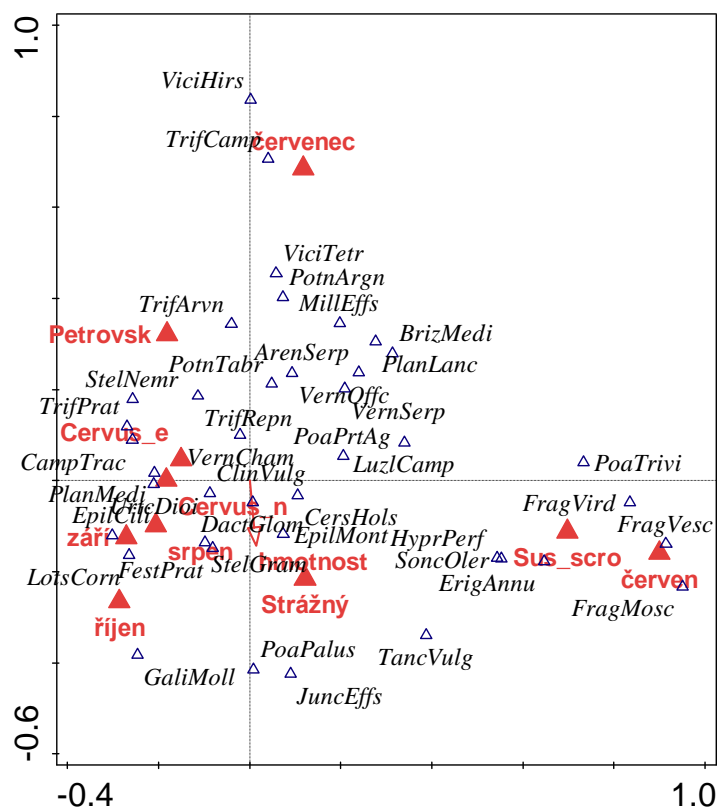
Vliv proměnných na druhové složení trusových pelet byl testován pomocí mnohorozměrné analýzy CCA.

Vzhledem k možným chybám v determinaci trusových pelet mezi jelenem evropským a jelenem sikou jsem nejprve pomocí CCA otestovala, zda se tyto dva druhy od sebe liší. Rozdíl v druhovém složení však byl neprůkazný, a proto byl pro následující mnohorozměrné analýzy použit upravený soubor, v němž jsem odlišovala jako druh herbivora pouze jeleny (*Cervus spp.*) a prase divoké (*Sus scrofa*).

Kanonickou korespondenční analýzou jsem otestovala všechny faktory: druh zvířete, měsíc sběru, místo sběru a váhu vzorku před vyšetím (obrázek 21). Tyto proměnné dohromady vysvětlovaly 13.9 % variability.

V následujících analýzách jsem testovala vliv jednotlivých proměnných a zbylé tři jsem postupně zadávala jako kovariáty. Při samostatném testování pomocí CCA jsem zjistila, že všechny čtyři proměnné průkazně vysvětlují část variability v druhovém složení (výsledky viz tabulka 4).

Vzhledem k vysokému počtu prediktorů jsem zpřísnila hranici signifikance na 1 %. Jako nejlepší model se tedy ukázala interakce druhu zvířete, místa a času (10.5 %, tabulka 5).



Obrázek 21 CCA všech použitých vysvětlujících proměnných. První osa vysvětluje 7.42 % variability, druhá 1.95 %.

Tabulka 4 Výsledky CCA analýz s postupným zadáváním kovariát. H = druh herbivora, M = měsíc, L = lokalita (kopec), hm = hmotnost. Červeně průkazné hodnoty.

vysvětlující proměnná	kovariáta	p-hodnota	vysvětlená variabilita
druh herbivora (H)		0.002	4.3%
druh herbivora	M	0.002	2.2%
druh herbivora	L	0.002	4.1%
druh herbivora	hm	0.002	4.4%
druh herbivora	M+L	0.002	2.0%
druh herbivora	M+hm	0.002	2.1%
druh herbivora	L+hm	0.002	4.2%
druh herbivora	M+L+hm	0.002	2.0%
měsíc sběru (M)		0.002	8.8%
měsíc sběru	H	0.002	6.7%
měsíc sběru	L	0.002	9.0%
měsíc sběru	hm	0.002	8.8%
měsíc sběru	H+L	0.002	7.0%
měsíc sběru	H+hm	0.002	6.6%
měsíc sběru	L+hm	0.002	9.0%
měsíc sběru	H+L+hm	0.002	6.9%
lokalita (L)		0.002	2.5%
lokalita	M	0.002	2.2%
lokalita	H	0.002	2.1%

lokalita	hm	0.002	2.5%
lokalita	M+H	0.002	2.2%
lokalita	M+hm	0.002	2.3%
lokalita	H+hm	0.002	2.2%
lokalita	M+H+hm	0.002	2.3%
hmotnost (hm)		0.016	0.9%
hmotnost	M	0.014	0.9%
hmotnost	H	0.006	1.0%
hmotnost	L	0.008	1.0%
hmotnost	M+L	0.008	1.0%
hmotnost	M+H	0.028	0.8%
hmotnost	L+H	0.004	1.1%
hmotnost	L+H+M	0.014	1.0%

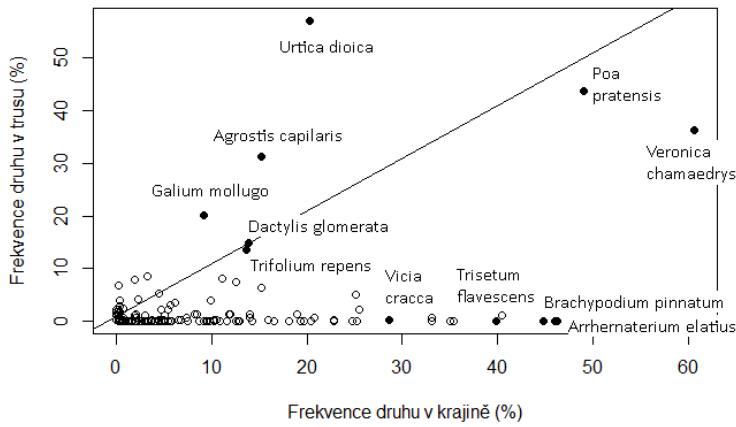
Tabulka 5 Výsledky CCA analýz s proměnnými v interakci. H = druh herbivora, M = měsíc, L = lokalita (kopec), hm = hmotnost. Červeně průkazné hodnoty.

interakce	p-hodnota	vysvětlená variabilita
H*M	0.002	3.6%
H*L	0.024	0.8%
M*L	0.004	2.9%
H*hm	0.112	0.6%
K*hm	0.298	0.5%
M*hm	0.568	1.6%
H*M*L	0.002	10.5%
H*M*hm	0.038	5.1%
H*L*hm	0.082	1.7%
L*M*hm	0.034	7.3%
H*L*M*hm	0.048	16.7%

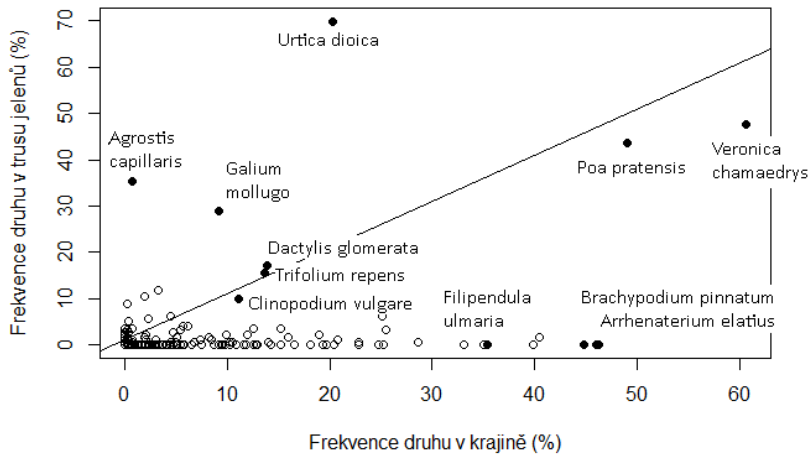
6.1.1.5 Vztah mezi druhovým složením v trusu a vegetací

Vzhledem k vysoké četnosti některých druhů v trusu jsem testovala, zda jejich vysoká frekvence odpovídá frekvenci druhu v krajině (obrázek 22). Ačkoli je vztah trusu k vegetaci průkazný, jsou zde jasné odchylky druhů velmi četných v trusu (například *Urtica dioica*). Jejich vysoká frekvence musí být výsledkem jiného faktoru. Dále je vidět velké množství druhů, které se v trusu nevyskytují vůbec (z velmi četných ve vegetaci: *Arrhenaterium elatius*, *Brachypodium pinnatum*, *Filipendula ulmaria*, *Trisetum flavescens* a mnoho dalších).

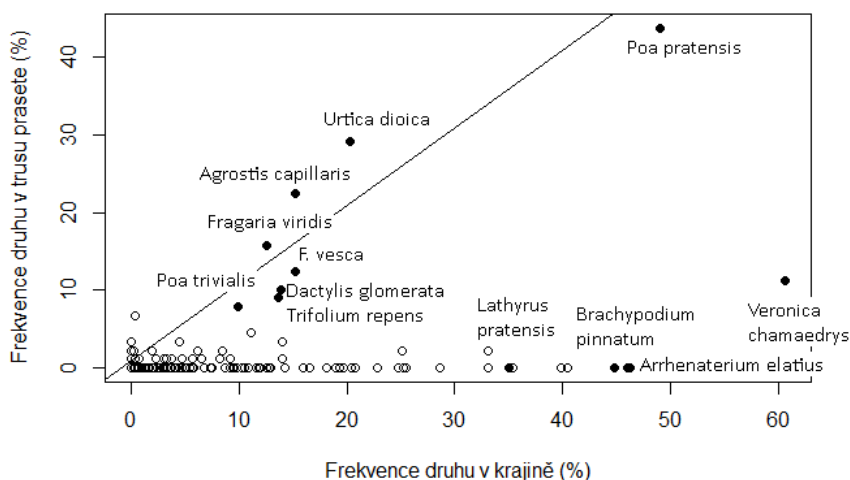
Na následujících grafech (obrázek 23 a obrázek 24) je stejným způsobem vyneseno proti vegetaci druhové složení trusu jelenů a prasete.



Obrázek 22 Vztah druhového složení v trusu k vegetaci, čára znázorňuje předpokládaný vztah jedna ku jedné. P-hodnota 7.953e-09. Vysvětlená variabilita 13.45 %.



Obrázek 23 Vztah semenáčků v trusu jelenů k vegetaci. P-hodnota 3.645e-07. Vysvětlená variabilita 12.18 %.



Obrázek 24 Vztah semenáčků v trusu prasete k vegetaci. P-hodnota 4.487e-08. Vysvětlená variabilita 10.62 %

6.1.2 Sezóna 2013/2014 – promývací pokus

6.1.2.1 Druhové složení

Z výběru vzorků sesbíraných v září a říjnu 2013 byl založen tzv. promývací pokus (viz kap. 5.3.2, str. 24).

Klíčicímu experimentu bylo podrobena celkem 46 trusových hromádek, které byly před promytím rozděleny na půlky, a promyta byla jenom jedna část. Následně byly vysety jednotlivé poloviny zvlášť a s každou je tedy počítáno jako se samostatným vzorkem. Z celkového počtu 92 vzorků bylo 28 ze září a 64 z října. Celkem vyklíčilo 17 086 semenáčků a 41 druhů, pouze ze dvou vzorků dosud nevyklíčily žádné rostliny. Seznam druhů viz příloha 2. Mezi dominanty, vyskytující se alespoň v jedné třetině vzorků, patřila opět *Urtica dioica* (16 288 sem., 95 % všech semenáčků), *Agrostis capillaris* (268 sem.), *Galium mollugo* (157 sem.), *Poa pratensis* (121 sem.), *Veronica chamaedrys* (55 sem.) a *Clinopodium vulgare* (54 sem.). Druhové složení viz obrázek 25, zahrnuty jsou všechny druhy.

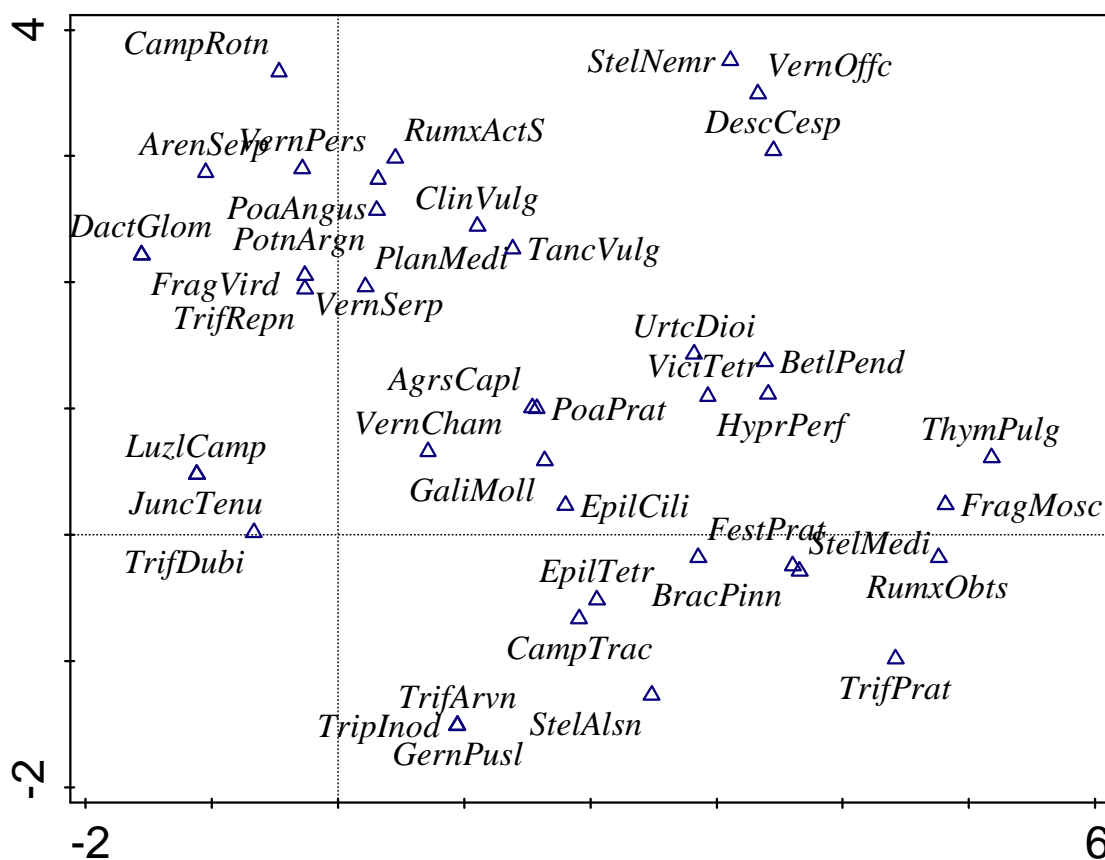
Po rozdělení vzorků na promyté a nepromyté se podíl dominantních druhů nezměnil, pouze došlo k mírnému posunu v relativním zastoupení druhů. V promytých vzorcích se výrazně častěji vyskytoval *Agrostis capillaris*, hojnější byl též výskyt druhů *Veronica chamaedrys* a *Clinopodium vulgare*. Naopak mírně nižší výskyt v promytých částech měly druhy *Galium mollugo* a *Poa pratensis*. Zastoupení *Urtica dioica* bylo

nezměněno.

Počty vyklíčených rostlin podle toho, zda vyklíčily z promytého či nepromytého vzorku, viz tabulka 6. Kolonka „na 100 g“ se vztahuje v obou případech k hmotnosti nepromyté části trusové hromádky.

Tabulka 6

		promyto	nepromyto
Počet vzorků		46	46
Počet vzorků se semeny		46	44
Počet <i>U. dioica</i>	maximální	8 985	7 303
	průměrný	195.33	158.76
	na 100 g nepromytého	927.39	756.70
Počet semenáčků ostatních druhů	maximální	496	301
	průměrný	10.78	6.54
	na 100 g nepromytého	58.50	34.82
Počet druhů	maximální	214	169
	průměrný	4.65	3.67
	na 100 g nepromytého	28.87	21.38
Dominantní druh	v počtu sem.	<i>Urtica dioica</i>	
	v počtu květ.		



Obrázek 25 DCA druhového složení

6.1.2.2 Vliv proměnných prostředí na počty semenáčků a druhů

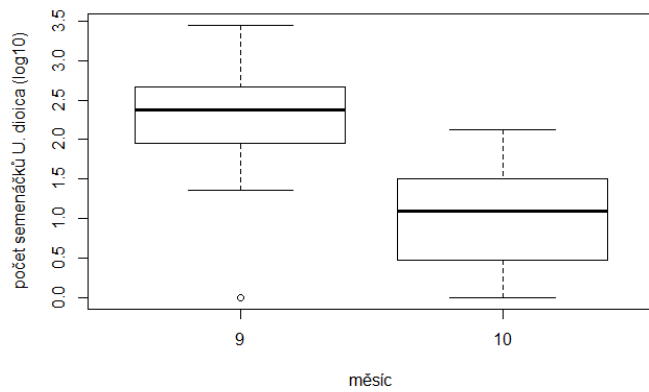
Pro analýzy počtu semenáčků byly opět testovány všechny druhy dohromady, *Urtica dioica* zvlášť a ostatní druhy. Proměnné prostředí zahrnují čas, lokalitu, promytí a hmotnost trusu za sucha.

Počty semenáčků všech druhů a kopřiv vykazují stejný trend a liší se signifikantně pouze mezi měsíci. Oproti tomu množství vyklíčených rostlin ostatních druhů se neliší mezi měsíci, ale projevuje se zde výrazný vliv promytí pelety před vysetím, tedy z promytých pelet klíčí více rostlin jiných než *U. dioica*. Počet vyklíčených druhů je ovlivňován měsícem na hranici signifikance a průkazně promytím (promyté pelety mají více druhů).

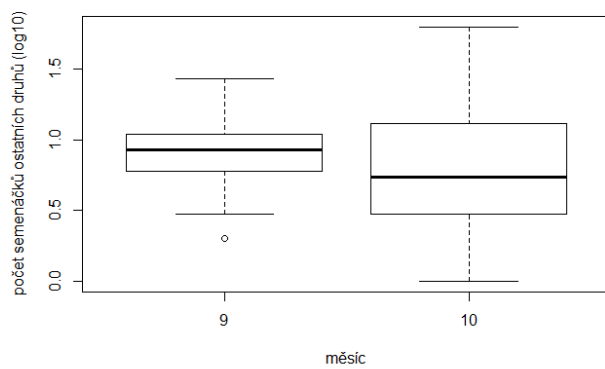
Vliv hmotnosti byl testován zvlášť pro hmotnost za čerstva (tzn. po rozmrazení, před promytím či usušením) a hmotnost po usušení (značená jako hmotnost za sucha). Jako hmotnost za sucha je brána pouze hmotnost nepromytých vzorků, a to tak, že pro promyté vzorky jsem použila hmotnost druhé půlky původní trusové hromádky. Vztah k počtu semenáčků/druhů se mezi hmotnostmi lišil, ač tyto spolu úzce korelují. Hmotnost za čerstva lépe vysvětlovala množství semenáčků *U. dioica*, přičemž lze generalizovat, že průkazné závislosti pro *U. dioica* platí i pro jedince všech druhů dohromady. V případě *U. dioica* čerstvá hmotnost průkazně vysvětlovala 14.06 % variability pro vzorky koncentrované a 15.85 % pro nepromyté. V kategorii další druhy a počet druhů byl vliv čerstvé hmotnosti na hranici signifikance a hmotnost vždy vysvětlovala méně než 9 % variability.

Hmotnost trusu za sucha nejlépe vysvětluje množství semenáčků ostatních druhů (15.43 % vysvětlené variability pro promyté vzorky, 15.29 % pro nepromyté). Vztah mezi suchou hmotností a počty *U. dioica* nebyl v ani jednom případě průkazný, stejně jako pro počet druhů v promytých vzorcích. Počet druhů nepromytých vzorků byl na hranici signifikance. Přehled testů viz tabulka 7. Grafy viz obrázky 26 až obrázek 42.

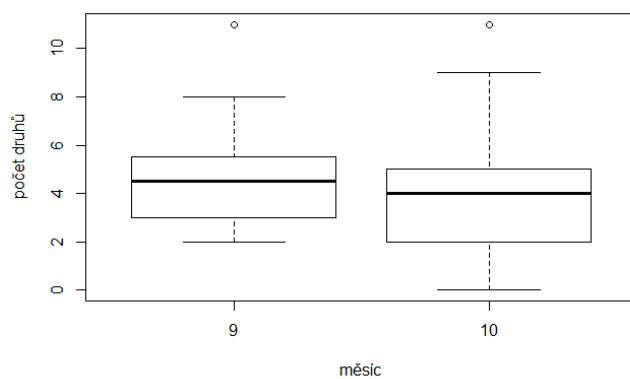
Závislost počtu semenáčků/druhů na hmotnosti nelze v žádném případě počítat jako lineární, neboť v každém případě jsou počty rostlin transformovány dekadickým logaritmem.



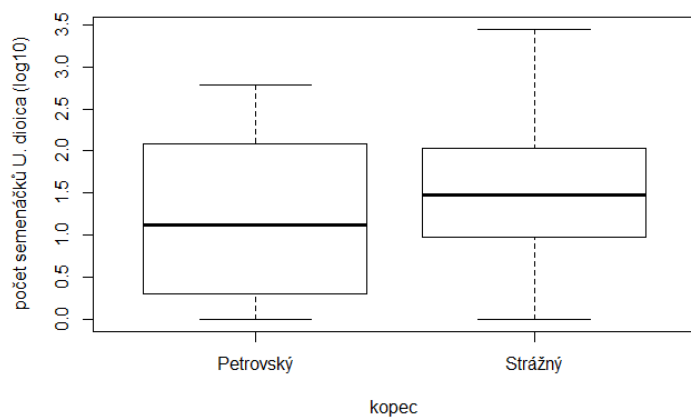
Obrázek 26 Rozdíl v počtech semenáčků *U. dioica* v závislosti na době sběru, dekadický logaritmus. P-hodnota = 1.89E-09



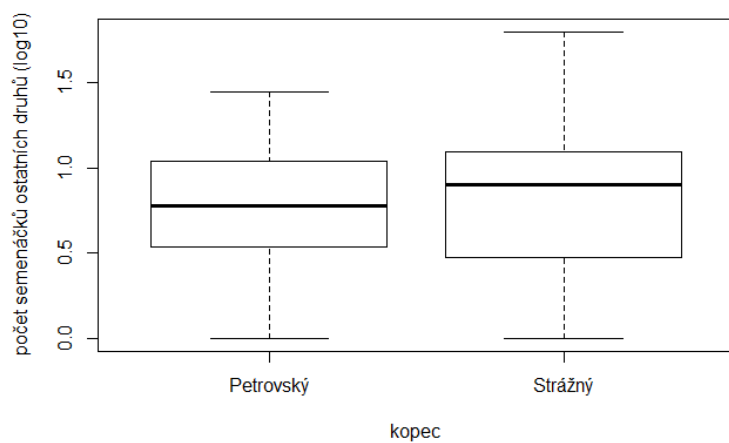
Obrázek 27 Rozdíl v počtech semenáčků ostatních druhů v závislosti na době sběru, dekadický logaritmus. P-hodnota = 0.1709



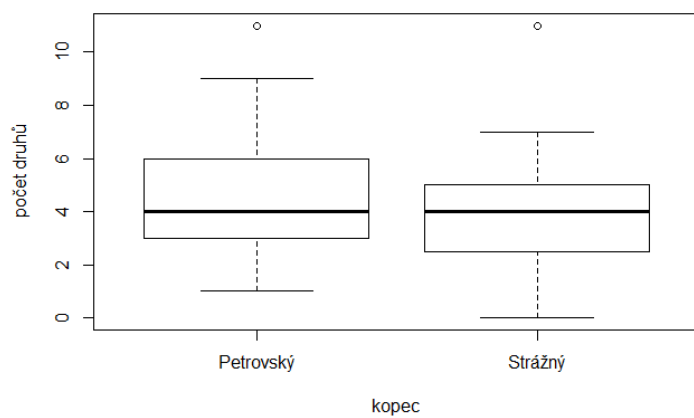
Obrázek 28 Rozdíl v počtech druhů v závislosti na době sběru. P-hodnota = 0.07982



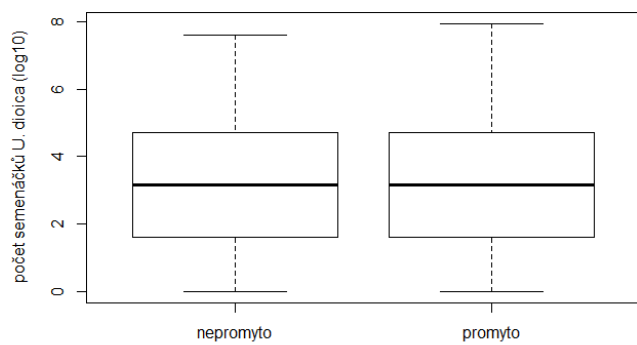
Obrázek 29 Rozdíl v počtech semenáčků *U. dioica* dle místa sběru, dekadický logaritmus. P-hodnota = 0.1592



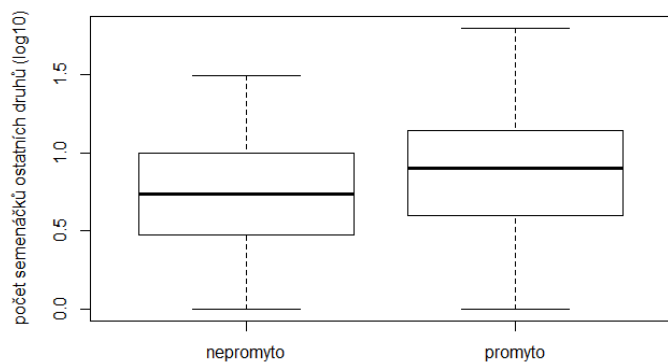
Obrázek 30 Rozdíl v počtech semenáčků ostatních druhů dle místa sběru, dekadický logaritmus. P-hodnota = 0.3882



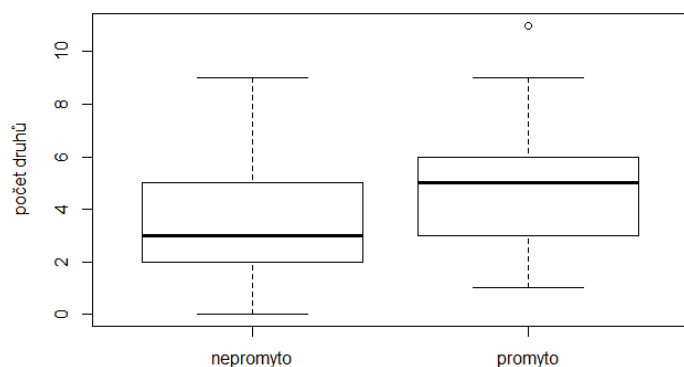
Obrázek 31 Rozdíl v počtech druhů dle místa sběru. P-hodnota = 0.3998



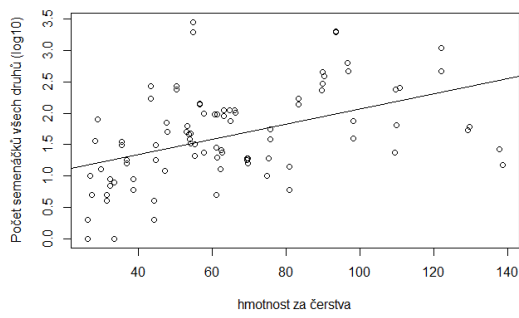
Obrázek 32 Rozdíl v počtech semenáčků *U. dioica* podle toho, zda byl vzorek před vyšetím promyt, dekadický logaritmus. P-hodnota = 0.7904



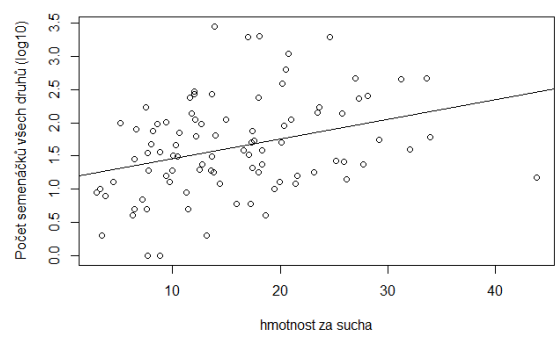
Obrázek 33 Rozdíl v počtech semenáčků ostatních druhů podle toho, zda byl vzorek před vyšetím promyt, dekadický logaritmus. P-hodnota = 0.03915



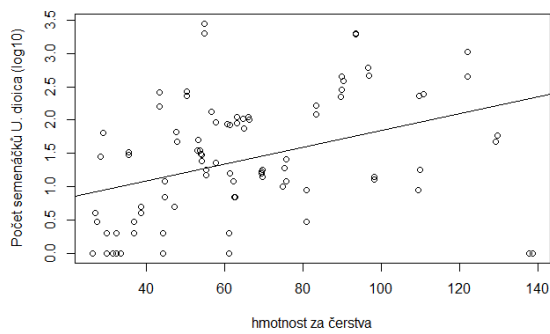
Obrázek 34 Rozdíl v počtech druhů podle toho, zda byl vzorek před vyšetím promyt. P-hodnota = 0.02612



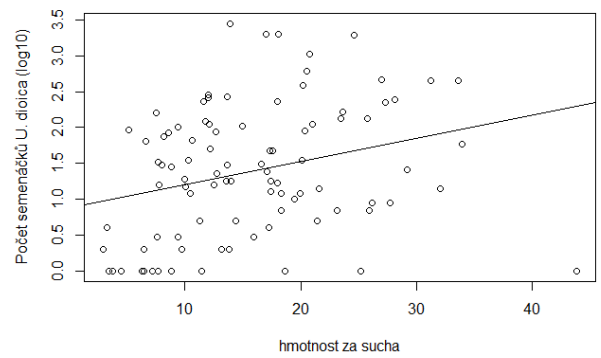
Obrázek 35 Počet semenáčků všech druhů vs. hmotnost za čerstva



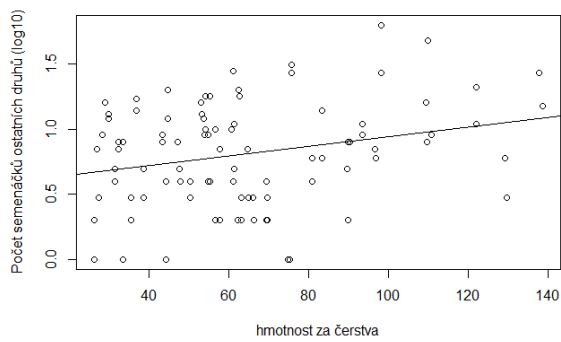
Obrázek 38 Počet semenáčků všech druhů vs. hmotnost za sucha



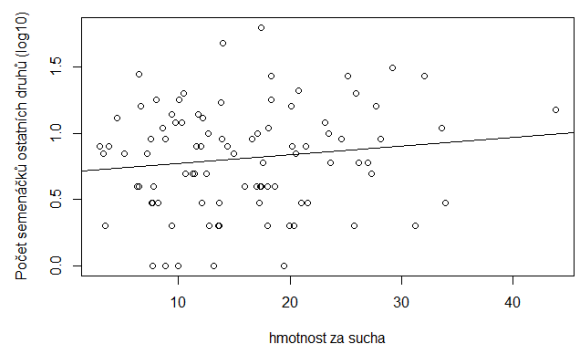
Obrázek 36 Počet semenáčků *U. dioica* vs. hmotnost za čerstva



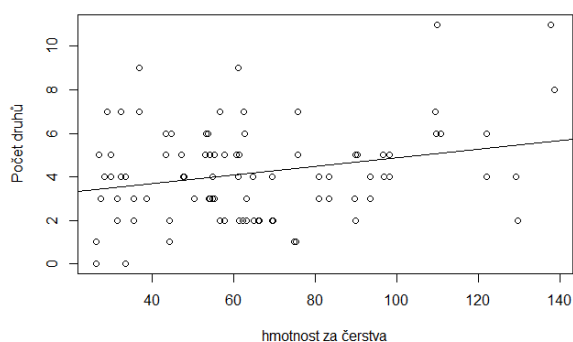
Obrázek 39 Počet semenáčků *U. dioica* vs. hmotnost za sucha



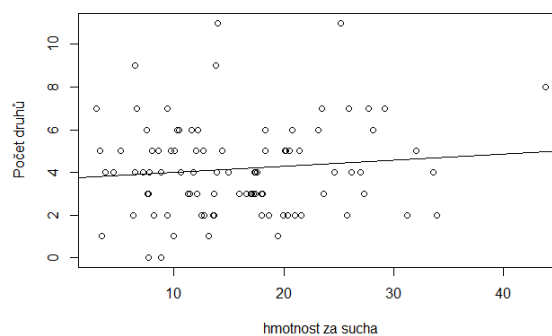
Obrázek 37 Počet semenáčků ostatních druhů vs. hmotnost za čerstva



Obrázek 40 Počet semenáčků ostatních druhů vs. hmotnost za sucha



Obrázek 41 Počet druhů vs. hmotnost za čerstva



Obrázek 42 Počet druhů vs. hmotnost za sucha

Tabulka 7 Přehled p-hodnot a množství vysvětlené variability pro vztah mezi počty semenáčků/druhů a hmotnostmi. Červeně průkazné hodnoty

		promyto		nepromyto	
		P-hodnota	vysv. var	P-hodnota	vysv. var.
Hmotnost za čerstva	<i>U. dioica</i>	0.01025	14.06%	0.006147	15.85%
	Ostatní druhy	0.05007	8.45%	0.09747	6.12%
	Počet druhů	0.08803	6.47%	0.08316	6.67%
Hmotnost za sucha	<i>U. dioica</i>	0.2237	3.35%	0.1674	4.29%
	Ostatní druhy	0.006925	15.43%	0.007216	15.29%
	Počet druhů	0.3666	1.86%	0.05713	7.98%

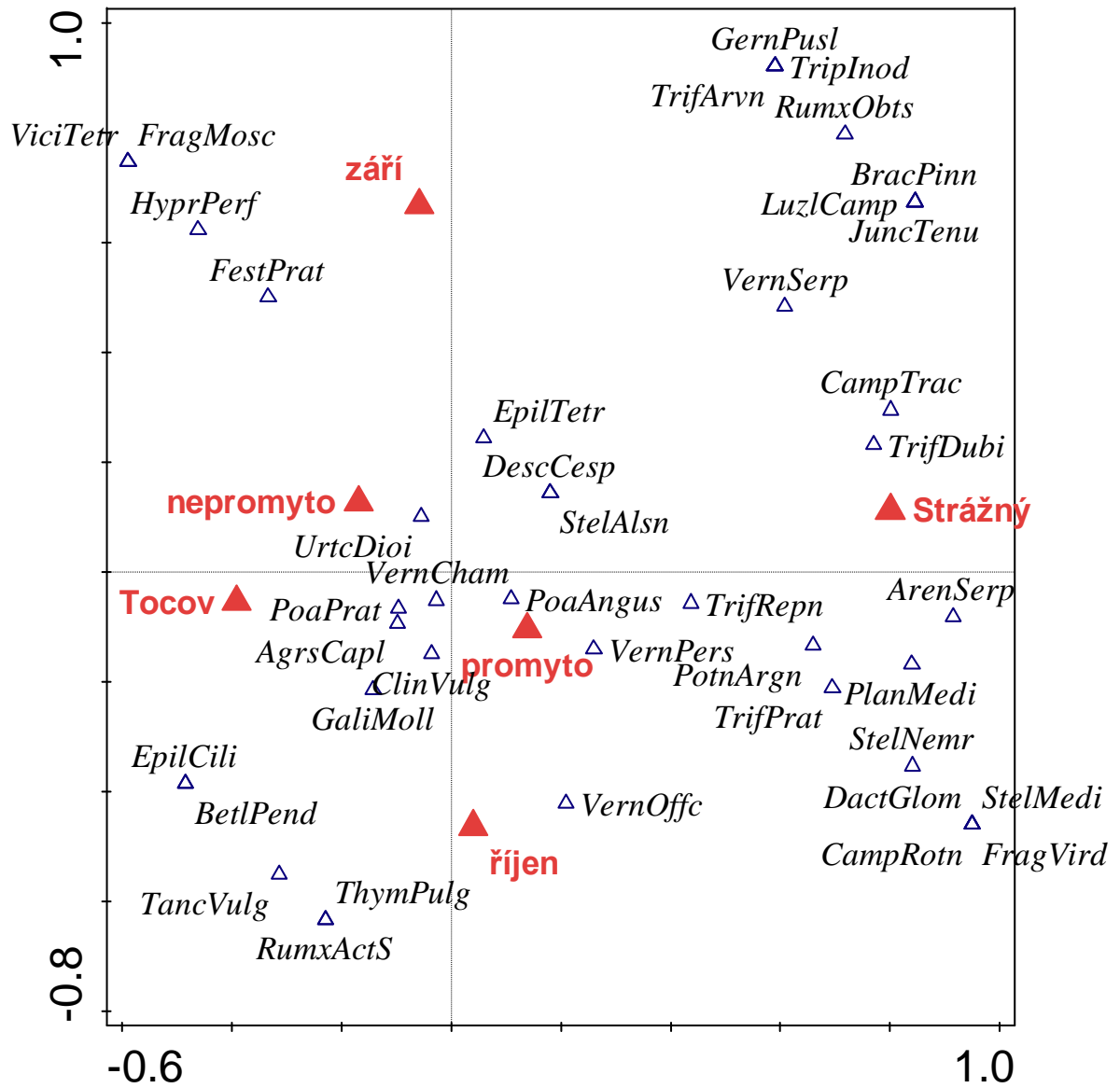
6.1.2.3 Vliv vnějších faktorů na druhové složení

Vliv proměnných na druhové složení trusových pelet byl testován pomocí mnohorozměrné analýzy CCA se split-plot designem pro odfiltrování vlivu rozdělených pelet. Pro analýzy byly oproti předchozímu souboru použity všechny druhy, neboť se všechny vyskytovaly v alespoň jednom procentu vzorků. Vnějšími faktory je rozuměno místo a čas sběru, hmotnost trusu za sucha a promytí.

Split-plot CCA všech vybraných prediktorů vysvětlovala 8.4 % na hladině významnosti 0.006 (obrázek 43). V této analýze nebyla použita hmotnost trusu za sucha, neboť silně korelovala s proměnnou promytí.

V následujících analýzách jsem testovala vliv jednotlivých proměnných a zbylé tři jsem postupně zadávala jako kovariáty (tabulka 8). Při postupném testování se doba sběru ukázala jako mnohem méně významná proměnná, než jak tomu bylo v předchozím experimentu. Taktéž hmotnost a promytí nemělo významný vliv, naopak nejvíce variability vysvětlovala lokalita. Při postupném testování interakcí (tabulka 9) se jako nejvhodnější

model projevila interakce všech čtyř proměnných (čas, lokalita, promytí a hmotnost), neboť vysvětlovala 15.9 %.



Obrázek 43 Split-plot CCA všech zahrnutých proměnných. První osa vysvětluje 3.96 % variability, druhá 2.19 %.

Tabulka 8 Přehled výsledků split-plot CCA s postupným zadáváním kovariát. M = měsíc, L = lokalita, P = promytí, hm = hmotnost za sucha

vysvětlující proměnná	kovariáta	p-hodnota	vysvětlená variabilita
měsíc sběru (M)		0.034	2.1%
měsíc sběru	L	0.028	2.2%
měsíc sběru	hm	0.134	1.8%
měsíc sběru	P	0.036	2.2%
měsíc sběru	L+hm	0.09	1.9%
měsíc sběru	L+P	0.028	2.2%
měsíc sběru	P+hm	0.04	2.1%
měsíc sběru	L+P+hm	0.028	2.2%
lokalita (L)		0.002	3.8%
lokalita	M	0.002	3.9%
lokalita	P	0.002	3.8%
lokalita	hm	0.002	3.9%
lokalita	M+hm	0.002	4.0%
lokalita	M+P	0.002	3.9%
lokalita	P+hm	0.002	3.8%
lokalita	M+P+hm	0.002	3.9%
hmotnost (hm)		0.144	1.9%
hmotnost	M	0.312	1.6%
hmotnost	L	0.116	2.0%
hmotnost	P	0.316	1.1%
hmotnost	M+L	0.262	1.7%
hmotnost	M+P	0.312	1.1%
hmotnost	L+P	0.292	1.2%
hmotnost	M+L+P	0.292	1.1%
promytí (P)		0.046	1.2%
promytí	M	0.068	1.2%
promytí	L	0.116	1.2%
promytí	hm	0.144	1.0%
promytí	M+L	0.138	1.2%
promytí	M+hm	0.136	1.0%
promytí	L+hm	0.186	1.0%
promytí	M+L+hm	0.174	1.0%

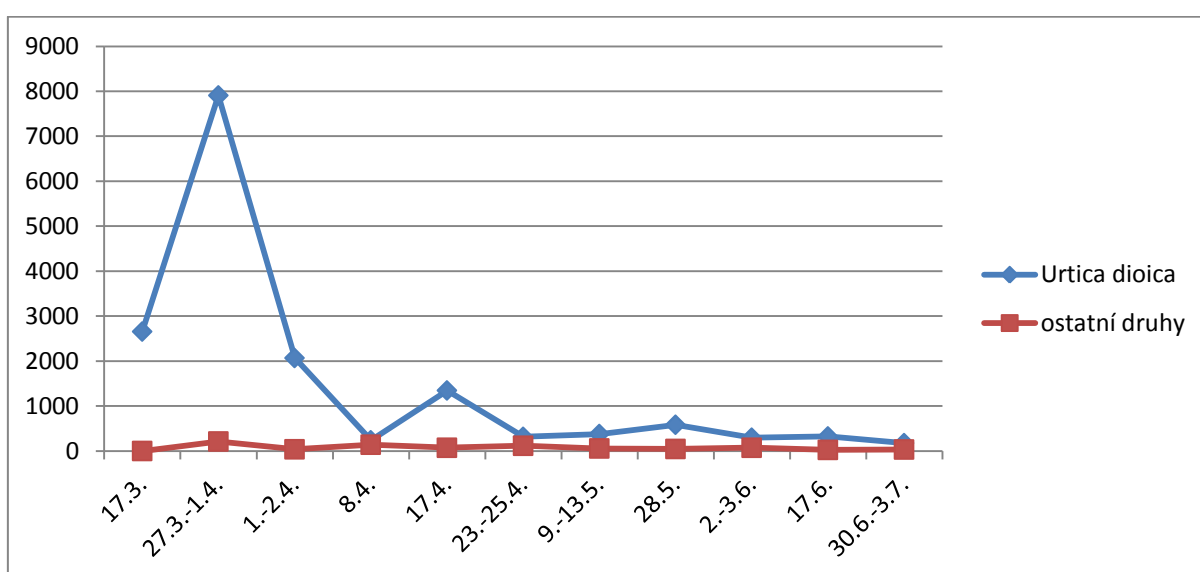
Tabulka 9 Přehled výsledků split-plot CCA s proměnnými v interakci. M = měsíc, L = lokalita, P = promytí, hm = hmotnost za sucha

interakce	p-hodnota	vysvětlená variabilita
M*L	0.008	2.8%
L*hm	0.002	3.8%
M*hm	0.128	3.6%
M*P	0.064	1.2%
L*P	0.004	1.6%
P*hm	0.112	1.8%
L*M*hm	0.002	8.2%
L*M*P	0.002	7.3%
M*P*hm	0.018	7.5%
L*P*hm	0.002	9.5%
L*P*M*hm	0.006	15.9%

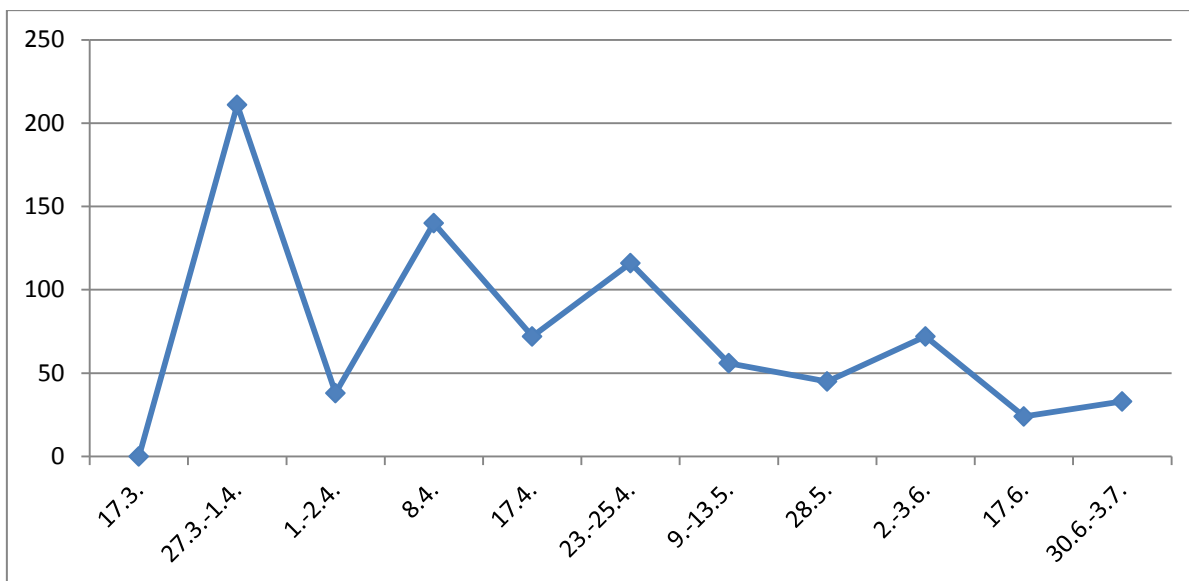
6.1.2.4 Průběh klíčení

Jednotlivé druhy v průběhu experimentu klíčily různě rychle. Nejrychleji vyklíčily rostliny druhu *Urtica dioica* a další druhy se přidávaly postupně. Pro klíčení kopřiv jsou nejdůležitější první týdny po zahájení pokusu, neboť díky své životní strategii nastupují extrémní rychlostí (obrázek 44). V následujících týdnech již není patrný tak silný trend v žádné z oddělených skupin, nicméně poměrně rychle dochází k útlumu klíčení.

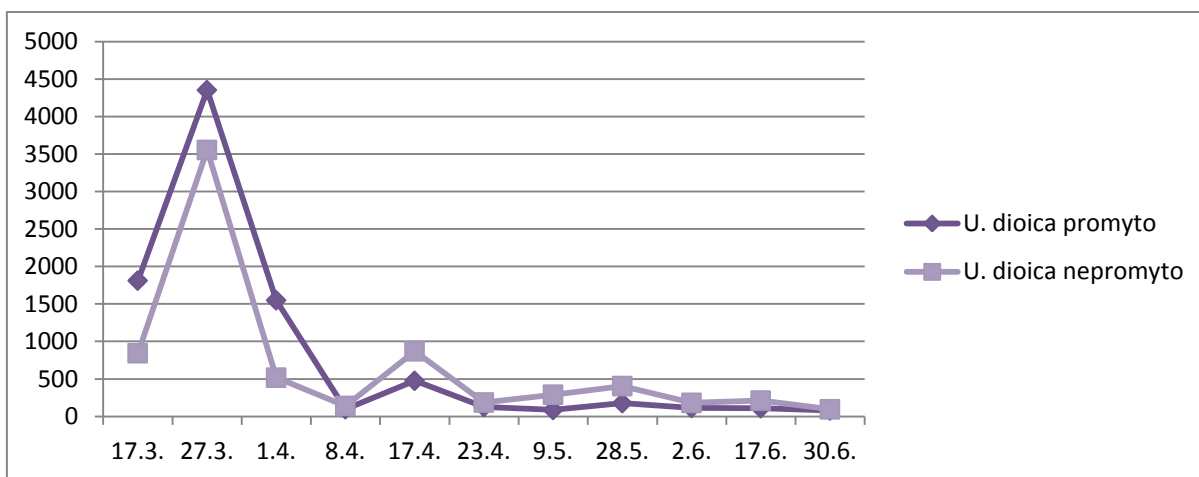
Promytí trusu nemělo signifikantní vliv na klíčivost kopřiv ani ostatních druhů.



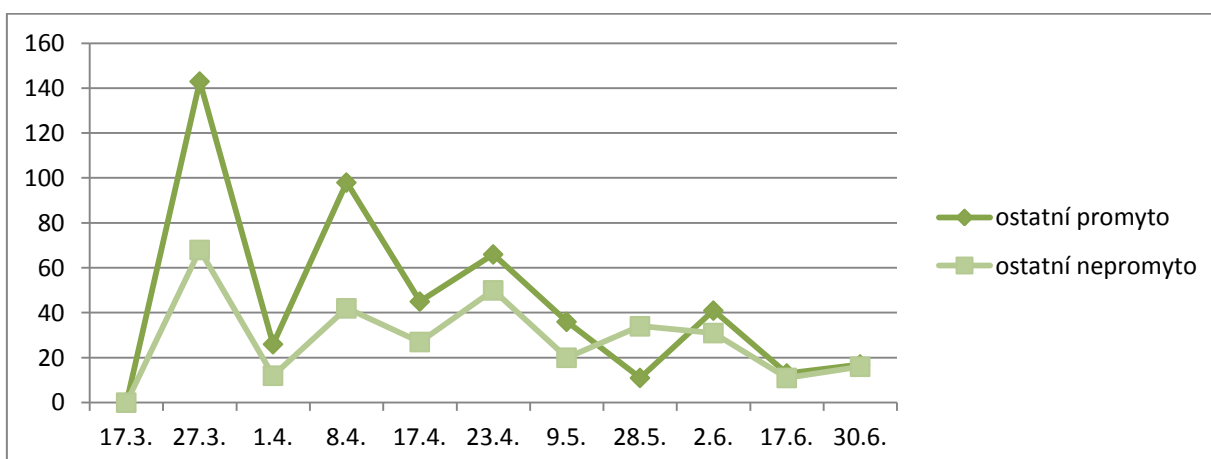
Obrázek 44 Rychlost klíčení



Obrázek 45 Rychlost klíčení semenáčků bez druhu *U. dioica*



Obrázek 46 Porovnání klíčivosti *U. dioica* z promytých a nepromytých pelet. P-hodnota 0.3



Obrázek 47 Porovnání klíčivosti ostatních druhů z promytých a nepromytých pelet. P-hodnota 0.5112

7 Diskuze

7.1 Diskuze použitých metod

Pro zjištění semenné banky v trusu byl vybrán klíčící experiment ve skleníku, tzv. *seedling emergence method*. Výhod oproti ručnímu přebírání je několik:

- a) je časově méně náročný;
- b) je vhodnější pro velké objemy;
- c) je vhodnější pro vzorky s velkým množstvím organické hmoty (TerHeerd et al. 1996);
- d) odpadá nutnost ověřovat životaschopnost semen;
- e) blízké příbuzné druhy lze vypěstovat do plné dospělosti a určit snadněji než často velmi podobná semena.

Možnost dopěstování rostlin do dospělosti, respektive lepší určení druhu při klíčícím experimentu, je diskutabilní. Je-li pokus prostorově omezen, není možné dopěstovat do dospělosti všechny jedince, jež není možné za sterilního stavu určit. Další omezení je časové, neboť rostliny nemusí v požadované době vykvést. Z toho důvodu se autoři často uchylují k určení jen na úroveň rodu, případně slučují podobné druhy (Mouissie 2004; Schmidt et al. 2004; Jaroszewicz et al. 2008; Dovrat et al. 2012, a další).

Další možností je klíčení v přirozenějších podmínkách v zahradě (*common garden method*), což jako vhodnější metodu pro podrobné zjištění semenné banky doporučují Wessels & Schwabe (2008). Takový pokus je jistě mnohem snadnější na údržbu a požaduje menší časovou investici než běžný skleníkový experiment, který je například nutno častěji zalévat. Na druhou stranu ve venkovních podmínkách může být pokus snadno zkompromitován počasím či semenným deštěm. Autorky květináče proti semennému dešti chránily jemnou textilií, kterou byla omotána ochranná konstrukce okolo celého pokusu, avšak při silném větru by mohlo dojít k poškození. Další nebezpečí představují přívalové deště a bouřky, neboť silný déšť může materiál z květináče vyplavit nebo semena přemístit v sloupci půdy tak hluboko, že nevyklíčí (není-li materiál od půdy oddělen např. netkanou textilií).

Pro klíčící experiment a následující analýzy byl jakožto základní jednotka použit jeden vzorek odpovídající jedné trusové hromádce. Stejnou metodu použili Eycott et al.

(2007). V literatuře se však vyskytuje několik dalších způsobů standardizace: na suchou hmotnost (Schmidt et al. 2004), případně na objem (Mouissie 2004). Vážení vzorků za sucha by však způsobilo, že by již tak časově náročné zpracovávání trvalo ještě déle, neboť by bylo nutné čerstvé vzorky usušit do konstantní hmotnosti a teprve poté promýt a znovu usušit. Domnívám se však, že takto zdoluhavá procedura je víceméně zbytečná, ač by usnadnila porovnání s dalšími studiemi. Jednotlivé trusové pelety mají většinou za sucha výrazně nižší hmotnost než 100 g a aproximace množství semen na tuto hmotnost je přinejmenším sporná (viz níže). Dále z hlediska vlivu na vegetaci se domnívám, že je logičtější pracovat s jednou peletou jakožto základní jednotkou.

7.2 Klíčící experimenty

7.2.1 Sezóna 2012

7.2.1.1 Druhové složení

V předkládaném experimentu vyklíčilo z trusu vybraných herbivorů vyšší množství rostlin, než v dosud publikovaných studiích, a to i přesto, je počet rostlin přepočítáván na 100 g suché hmoty po promytí, ač se běžně pracuje s nepromytlými vzorky. Lze předpokládat, že při větším souboru dat by se zvýšil i počet druhů, jak naznačují předběžné výsledky promývacího pokusu druhé sezóny.

Nejlépe srovnatelné jsou výsledky von Oheimb et al. (2005), kteří v severním Německu studovali endozoochorní potenciál jelena evropského, jehož trus sbírali od května do listopadu 2004. Z 220 trusových hromádek vyklíčilo 28 009 semenáček patřící k 59 druhům s hlavní dominantou *Urtica dioica* (642 rostlin na 100 g suché hmotnosti). V mém experimentu vyklíčilo z pouhých 99 vzorků 19 395 rostlin 63 druhů (988.62 rostlin a 27.54 druhů). Eycott et al. (2007) provedli podobnou studii v Thetfordském lese ve Velké Británii. Jedním ze studovaných druhů byl i jelen evropský, který měl podle jejich výsledků průměrně pouhých 31.3 semen v jednom vzorku (vs. 195.9 semen z mých dat). Nicméně je třeba zmínit, že v tomto případě byly vzorky jelena evropského spojeny s trusem daňky evropského (*Dama dama*).

Schmidt et al. (2004) studovali mimo jiné prase divoké. Od dubna do listopadu 2001 sesbírali 245 vzorků trusu, ze kterých vyklíčilo 681 rostlin 51 druhů (34 rostlin a 5.4 druhu na 100 g suché hmoty). Hlavní dominanty se objevily dvě: *Juncus effusus* (198 rostlin) a *Chenopodium polyspermum* (99 rostlin). Z mého výrazně menšího souboru 89 trusových hromádek vyklíčilo 691 semenáček 43 druhů (207.39 rostlin a 19.75 druhů na

100 g).

V geografických podmínkách střední Evropy doposud nebyla provedena podobná studie na jelenu sikovi. Z tohoto hlediska jsou zde předkládaná data zcela unikátní.

Důvodem pro tak vysoké hodnoty v předkládaném pokusu je nejspíš specifita modelového území, neboť vojenský prostor je takřka bez managementu a zvířata mají jen minimální možnost pastvy na zemědělské půdě. Na druhou stranu je v ČR běžné volně žijící herbivory dokrmovat. Je tedy možné, že některé druhy zvířata sežrala jen s dovezeným senem. K dokrmování v letních měsících dochází jen velmi zřídka, nicméně z tohoto důvodu byl zahrnut sběr trusu v zimě.

Zcela největší dominantou byla kopřiva *Urtica dioica* podobně jako u Schmidt et al. (2004), von Oheimb et al. (2005), Steyaert et al. (2009) nebo Jaroszewicz, Pirożnikow & Churski (2013). Schmidt et al. (2004) vysvětlují tento fakt poměrně vysokou frekvencí rostliny v krajině, nicméně zbylé dvě práce dávají důraz spíše na velmi vysokou produktivitu druhu v počtu dispersních propagulí. Další vysvětlení, jež se přímo nabízí, je vysoká nutriční hodnota tohoto druhu v souvislosti s jeho typickým, živinami bohatým stanovištěm. Vysoká výživová hodnota je jednou z podmínek, jež by měly endozoochorně šířené rostliny splňovat podle Janzenovy hypotézy *listoví-jako-plod* (Janzen 1984). Hypotézu testoval Mouissie (2004) v krmícím experimentu s daňky evropskými, které krmil semeny od druhů rostoucích na celém gradientu Ellenbergových hodnot pro živiny. Nenašel však žádné potvrzení, že by rostliny z úživnějších stanovišť lépe klíčily po průchodu traktem a *Urtica dioica* nebyla v jeho souboru vůbec zahrnuta. Vhodnějším způsobem, jak tuto hypotézu potvrdit, by byl nabízející experiment – ochození jedinci by měli na výběr různé druhy stravy a z nich by si mohli libovolně vybírat. Další možností je přímo otestovat, jaké nutriční vlastnosti má rostlina za plodu. *U. dioica* dále splňuje další z Janzenových podmínek, velká část její biomasy, a to především té čerstvé a chutné, je koncentrovaná v horní části lodyhy, tedy v okolí plodenství.

Vzhledem k poměrně specifickému území jsem nenašla všechny druhy, které jsou považovány za endozoochorní – např. *Juncus effusus* vyklíčil jen v 8 exemplářích (naprostá dominanta v Schmidt et al. 2004), Jaroszewicz, Pirożnikow & Sondej (2013) uvádí jako velmi četnou bylinu *Lycopus europeus* a u Eycott et al. (2007) celému datasetu dominovalo *Chenopodium album*. Nicméně ani jeden z těchto druhů se v mém modelovém území nevyskytuje v hojných počtech (Kubát 2010).

7.2.1.2 Možné procesy generující chyby v druhovém složení

Poměrně časté je určování některých druhů pouze do rodu, případně slučování podobných druhů do jednoho. V případě předkládaného experimentu šlo nejčastěji o různé druhy trav rodů *Poa* a *Agrostis*. Ke sloučení druhů docházelo v podstatě dvěma možnostmi. V případě rodu *Agrostis* byli všichni jedinci automaticky řazeni do druhu *A. capillaris*, neboť tento je ve studované oblasti nejčastější. *A. capillaris* byl charakterizován jako tráva se svinutou vernací, středně širokými listy a uťatým jazýčkem. Rýhování listu se během raných stádií neprojevilo jako dobrý znak, neboť mladí jedinci *Agrostisu* měli často pouze dvě rýhy.

Druhým rodem, u něž je možná konvergence více druhů, je *Poa pratensis*. Pro *P. pratensis* byla typická vernace složená, středně široké listy a kápovitá špička. Znaky na jazýčku nebylo možné jako použít, neboť platí pouze pro listy pod květenstvím. Vzhledem k tomu, že jde o velmi hrubou charakteristiku, mohli být do druhu *P. pratensis* zařazeni i někteří jedinci *P. trivialis*. *P. trivialis* má mít za sterilního stavu listy poněkud delší a užší (Špryňar, ústní sdělení), nicméně je možné, že jsem v průběhu klíčení názor na jednotlivé druhy mírně měnila, ač to nepovažuji za příliš pravděpodobné.

Další chyby v determinaci mohly být způsobeny nedostatkem určovací literatury pro sterilní traviny a především mezerami v mých floristických znalostech modelového území. Jedná se o druhy *Briza media* a *Dactylis glomerata*, které byly v některých případech chybně určeny na základě určovacího klíče (Kučera & Kettnerová 1999) a byla nutná zpětná identifikace.

Další problém způsobily pro některé druhy ne zcela vhodné podmínky ve skleníku (rašelinový substrát, vysoká retence vody, atd.). V jednom případě je podezření, že druh vždy zahynul dříve, než jej bylo možné určit, tedy ještě ve stadiu děložních listů, které byly velmi chabé. Ani děložní listy neumožnily determinaci, neboť byly tvarově podobné druhům rodu *Veronica* a *Clinopodium vulgare*.

7.2.1.3 Vliv vnějších faktorů na počty semenáčků a druhů

Rozdíly v počtech semenáčků mezi druhy herbivorů

Všechny tři druhy studovaných herbivorních savců se ukázaly být výkonné dispersní vektory pro řadu rostlinných druhů. Rozdíly mezi nimi však nebyly zanedbatelné. Velmi důležitý je potvrzený rozdíl mezi dispersní schopností prasete divokého oproti jelenům. Trus prasete obsahuje menší množství semen i rostlinných druhů a výsledky se

nemění ani po přepočtu na 100 g suché hmoty. Důvodem je jeho potravní strategie, neboť jakožto omnivor se běžně krmí i živočišnou stravou (v trusu jsem při rozborech často nacházela například zbytky hmyzí kutikuly) a z předložených výsledků působí spíše jako frugivor (velké množství pozřených jahod). Ač se ve vegetační sezóně chová jako herbivor (Genov 1981), má jiné potravní preference než jelenovití, v jejichž trusu i stravě jsou častějšími dominantami traviny (Krojerová-Prokešová et al. 2010).

Zajímavé jsou nekonzistentní rozdíly mezi jelenem evropským a jelenem sikou – tedy rozdíl v počtech semenáčků *U. dioica*, díky jemuž je signifikantní rozdíl i mezi počtem semenáčků všech druhů. Z těchto výsledků plyne, že jeleni evropští častěji zahrnují do jídelníčku kopřivy, avšak nedochází k posunu na úkor ostatních druhů rostlin (není rozdíl v počtech semenáčků ostatních druhů). Dalším vysvětlením by mohlo být nerovnoměrné sbírání trusu v průběhu sezóny. V září, kdy se v trusu vyskytuje nejvíce semen kopřivy, bylo nasbíráno o 10 sičích pelet méně než jelena evropského. Co se týče neprůkazného rozdílu mezi jeleny v množství semenáčků bez kopřiv a v počtu druhů, je pravděpodobně způsoben tím, že se druhy neliší ve své potravní strategii. Pro podporu této hypotézy v současnosti není dostatek dat z našich zeměpisných šířek, neboť jelenu sikovi doposud nebyla věnována dostatečná pozornost vzhledem k jeho statutu nepůvodního druhu. Další možností je mylná identifikace pelet při sběru – vzhledem k častému křížení zmíněných druhů (Bartoš & Žirovnický 1981) je pravděpodobné, že velká část pelet patří právě těmto křížencům, jejichž potravní ekologie je ještě nejasnější.

Rozdíly v počtech semenáčků v závislosti na dalších faktorech prostředí

Všechny výsledky jsou velmi výrazně ovlivněny největší dominantou druhového složení – velkým množstvím rostlin *Urtica dioica*. Po odfiltrování tohoto druhu se objevily statisticky průkazné rozdíly mezi počty semenáčků ostatních druhů v trusu z jednotlivých kopců. Nabízí se několik vysvětlení. Je možné, že se dvě studované lokality nějak významně liší v druhovém složení nebo alespoň v těch druzích, které jsou zajímavé pro býložravce. Je také možné, že se na kopcích vyskytují odlišné skupiny zvířat s rozdílnou potravní ekologií. Při bližším pohledu do primárních dat jsem zjistila, že tento výsledek je ovlivněn několika vzorky prasete divokého ze Strážného vrchu, které obsahovaly velmi vysoké množství semen jahodníků. Nabízí se tudíž několik možností: na Strážném vrchu je výrazně vyšší pokryvnost jahodníků nebo se zde vyskytuje skupina prasat, která je cíleně preferuje. Nicméně prvou možnost vegetační data (viz kap. 2.1, str. 17) nepotvrzují. Třetí možnost je náhoda a špatný sampling, neboť v některých měsících byl počet nasbíraných

pelet na jednotlivých lokalitách nevyrovnaný.

Po otestování stejné závislosti na souboru dat pouze jeleního trusu je vztah mezi počtem semenáčků ostatních druhů a kopci na hranici signifikance. V tomto případě jde především o vyšší počty *Galium mollugo* a *Agrostis capillaris*, ačkoli v jednom případě (přímo nejvyšší hodnota) byl vzorek opět plný semen *Fragaria viridis*, což naznačuje, že mohlo jít o mylnou identifikaci.

Předpokládatelná byla změna množství rostlin v průběhu sezóny s vrcholem v září. Tento výsledek je víceméně v souladu s poznatky např. von Oheimba et al. (2005). Nejvyšší množství rostlin se vyskytuje v trusu sbíraném na začátku září a to především s ohledem na *Urtica dioica*. Stejně pravidlo platí i pro ostatní druhy, nicméně se objevila poměrně vysoká průměrná hodnota pro počet rostlin ostatních druhů v červnu, jenž je pravděpodobně způsoben velkým množstvím vyklíčivších jahodníků. Von Oheimb et al. (2005) zjistili nejvyšší množství semen na začátku října až listopadu. Maxima v počtu druhů se však mezi lokalitami významně lišila a tento rozdíl by dán odlišnostmi ve vegetaci (smíšené, březové a lužní lesy). Změnu počtu semen v trusu v průběhu sezóny nelze zobecňovat a je velmi pravděpodobné, že průběh bude specifický pro různé lokality a různé herbivory.

Rozdíly v počtech semenáčků v závislosti na hmotnosti pelety

Vztah mezi počty semenáčků i druhů a hmotností pelety za sucha vychází průkazně pro všechny skupiny. V literatuře je běžné přepočítávat množství semen/druhů na určitou hmotnost, běžně na 100 g suché hmoty trusu. Průměrná hmotnost trusu je však výrazně menší (17.92, 23.71 a 15.54 g pro *C. elaphus*, *C. nippon* a *Sus scrofa*) a v případě mého experimentu byla hmotnost pelety více než 100 g jen v jednom případě. Vztah nelze v žádném případě popsat jako lineární, a proto nedává velký smysl množství semen/druhů takovým způsobem přepočítávat. Po otestování závislosti pro každého herbivora zvlášť jsem zjistila, že v některých případech je výsledek neprůkazný. Tento fakt potvrzuje mou domněnku, že je vhodnější počítat s trusovou hromádkou či peletou jakožto základní jednotkou, než přepočítávat množství semen/druhů na 100 g suché hmotnosti, jak lze v literatuře často nalézt. Dále není možné počítat s trusem všech zvířat stejně, neboť závislosti na hmotnosti jsou druhově specifické.

7.2.1.4 Vliv vnějších faktorů na druhové složení

Pro vysvětlení druhového složení byly použity stejné prediktory jako v předchozích analýzách: druh zvířete, měsíc a místo sběru a hmotnost trusu za sucha. Všechny tyto proměnné vysvětlily průkazně část variability v datech.

V otázce rozdílů mezi druhy herbivorů se objevily podobné výsledky jako v předchozích analýzách. Při testování všech druhů dohromady vyšla závislost signifikantně, ale po rozdělení dat na dvojice zvířat se objevil nesignifikantní rozdíl mezi jeleny evropským a sikou. Vysvětlení těchto rozporů je stejné jako v případě jednorozměrných analýz. Rozdíly v druhovém složení mezi jednotlivými vektory potvrdili i Eycott et al. (2007) a Jaroszewicz, Pirożnikow & Sondej (2013).

Druhové složení se v průběhu sezóny výrazně vyvíjelo, nicméně tato závislost nebyla lineární. Objevily se druhy čistě jarní (respektive vyklíčivší v červnu – *Fragaria* spp., *Poa trivialis*, *Erigeron annuus*), jež se zároveň vyskytovaly hlavně v trusu prasete. Dále je možné odlišit druhy letní (červencové – *Potentilla argentea*, *Arenaria serpyllifolia*, *Trifolium campestre* či *Vicia hirsuta*), u nichž je pro změnu patrná korelace s výskytem trusu na Petrovském vrchu. S výjimkou jahodníků však jde o vesměs vzácné rostliny v rámci mého souboru (s výskytem v maximálně 12 vzorcích). V případě druhu *Erigeron annuus* jde pravděpodobně o kontaminaci experimentu semenným deštěm z botanické zahrady, kde je druh hojný, kdežto v Doupovských horách je velmi vzácný (Vojta, ústní sdělení). Zároveň se druh v experimentu objevil poměrně pozdě, začal klíčit až zhruba po 6 měsících od zahájení (cca v srpnu/září).

Při postupném testování proměnných jsem zjistila, že korelace s hmotností trusu je signifikantní jen hraničně. Hypoteticky by se v těžkých vzorcích mohly vyskytovat druhy, které mají samy vysokou hmotnost (například čeleď *Fabaceae*) a váhu trusu tedy ovlivňují, nicméně z grafu CCA analýzy spíše vyplývá opak. Hmotnost pelety tedy pro druhové složení nemá žádnou vypovídající hodnotu.

Stejný závěr vyplývá i z testování interakcí mezi proměnnými – po zahrnutí hmotnosti nebyla žádná interakce průkazná. Naopak se zde projevil určitý vztah mezi zbylými proměnnými: zvířetem, časem a místem. Jejich interakce však vzhledem k počtu prediktorů nevysvětlovala příliš velké množství variability.

7.2.1.5 Vztah mezi druhovým složením v trusu a vegetací

Vztah mezi frekvencí druhu v trusu a ve vegetaci vykazuje určitý trend, nicméně lineární vztah předpokládající stejně četný výskyt v trusu jako ve vegetaci lze pozorovat

jen u malého počtu druhů. Je zcela logické, že je ve vegetaci celá řada druhů, které se v trusu nevyskytují. Usuzovat z toho, že se takový druh nemůže šířit pomocí endozoochorie, by mohl být ukvapený závěr. Příkladem může být *Brachypodium pinnatum*, které se v klíčícím experimentu sezóny 2012 neobjevilo ani jednou, ač je velmi hojné v krajině. Objevilo se však ve výsevovém pokusu sezóny 2013, i když v jediném exempláři, což naznačuje, že semena *Brachypodia* jsou schopna přežít průchod trávicím traktem, a tudíž být potenciálně šířena endozoochorně. Pro podložení této hypotézy je potřeba více informací o přežití druhu v trávicím traktu a o jeho atraktivitě pro herbivory.

Nelze si však nevšimnout, že i v této otázce jsou velké rozdíly mezi druhy herbivorů. Druhy četné v trusu prasete (*Poa pratensis*, *Urtica dioica*, *Agrostis capillaris*, *Fragaria viridis* i *F. vesca*) se mnohem lépe přimykají k přímce ukazující korelaci 1:1. Naopak v trusu jelenů přímce lépe odpovídají některé traviny (*Poa pratensis* a *Dactylis glomerata*), dále *Clinopodium vulgare* a *Trifolium repens*. *Veronica chamaedrys* si již stojí výrazně lépe, ale stále leží poměrně daleko od přímky. Zcela mimo jsou *Urtica dioica*, *Galium mollugo* a *Agrostis capillaris*, neboť všechny tři druhy mají výrazně vyšší frekvenci v trusu než v krajině. Důvodů pro toto rozdělení může být vícero:

a) četnost druhu v krajině může být podhodnocena.

Zde použitá vegetační data nejsou stoprocentní a snímky nepokrývají všechny biotopy. Tento případ by mohl vysvětlovat výskyt *Urtica dioica*, která je velmi hojná v zamokřených údolních partiích.

b) druh produkuje velké množství semen.

Toto vysvětlení se nabízí především pro *U. dioica* a graminoidy.

c) rostliny jsou zvířaty aktivně vyhledávány a ta preferují určité druhy pro jejich specifické vlastnosti.

Opět se nabízí příklad kopřivy, která díky své vysoké Ellenbergově hodnotě pro živiny pravděpodobně také velké množství živin obsahuje. Tato možnost odpovídá Janzenově hypotéze *listoví jako plod* (Janzen 1984, *foliage-is-the-fruit hypothesis*). Pro otestování hypotézy by bylo vhodné vytipovat, které druhy se endozoochorně nešíří a jejich vlastnosti následně porovnávat s vlastnostmi rostlin endozoochorních.

Nicméně jak jsem namítla výše, experimenty jako zde předkládaný často sbírají data na poměrně hrubé škále a některé druhy mohou být jako ne-

endozoochorní zahrnutý neprávem.

Některé druhy rostlin se v trusu vyskytují naopak výrazně méně často, než jaká je jejich frekvence v krajině. Tento fakt může být generován několika procesy:

d) druh špatně odolává procesům v trávicím traktu.

Vzhledem k velmi agresivnímu prostředí trávicího traktu je pravděpodobné, že jej některé druhy přežívají velmi špatně. Takové druhy mohou být paseny ve velké míře, ale nenaučily se tento dispersní vektor využívat příliš efektivně. Nabízí se příklad *Veronica chamaedrys* v trusu prasete, neboť jde o druh hojný a nenápadný, tudíž mohou být semena požírána omylem s jinou vegetací. Avšak s ohledem na rozdílnou ekologii druhů (jeleni – přežvýkavci, prase – omnivor) je pravděpodobné, že jejich trávicí trakt funguje mírně odlišně. Tuto hypotézu by bylo možné otestovat pomocí tzv. krmících experimentů (Mouissie 2004), kdy jsou zvířata krmena určitým počtem semen předem vybraných druhů.

e) rostliny nejsou v klíčícím experimentu dobře určeny

Z vlastního pozorování mohu říci, že rostliny ve skleníku vypadají zcela jinak než na svém přirozeném stanovišti. To mohlo vést k mylným identifikacím některých druhů. Shrnutí možných chyb v identifikaci viz kapitola 7.2.1.2, str. 57.

7.2.2 Sezóna 2013 – promývací pokus

Druhové složení promývacího experimentu bylo výrazně chudší, neboť byly použity vzorky jen z posledních dvou měsíců a klíčení byly podrobeny pouze pelety jelena evropského. Stejně jako v předchozím experimentu se potvrdila jistá sezonalita v počtu klíčících rostlin, nicméně rozdíl rostlin ostatních druhů než kopřiv mezi měsíci byl menší, než jsem předpokládala. Pro porovnání jsem otestovala stejný vztah pro data z předchozí sezóny (tedy pro měsíce září a říjen), kde vyšel rozdíl signifikantně. Je však možné, že tento rozdíl byl způsoben nepřítomností vzorků prasete divokého.

Data ukázala velmi zajímavé výsledky ve vztahu mezi počty semenáčků/druhů a hmotností trusové pelety. Více variability vysvětlovala hmotnost vzorku za čerstva v případě kategorií všechny semenáčky a *U. dioica*. Hmotnost za sucha vysvětlovala více variability u zbylých dvou skupin (semenáčky bez *U. dioica* a počet druhů), přičemž

v těchto modelech se projevil signifikantně i efekt promytí. V literatuře se velmi často vyskytuje aproximace počtu semen na určitou hmotnost, většinou 100 g suchého trusu. Podle těchto výsledků ovšem není taková aproximace zcela účelná a jako nepatrně vhodnější metoda se jeví použití hmotnosti trusu v čerstvém stavu. Pro odhad počtu vyklíčených druhů se hmotnost jeví jako zcela nevhodná, neboť vysvětluje v nejlepším případě jen 7.23 % variability (hmotnost za sucha).

Experiment potvrdil, že TerHeerdts metoda (TerHeerdts et al. 1996) skutečně podporuje klíčení a růst rostlin, nicméně má rozličný vliv na jednotlivé rostlinné druhy. Vliv promytí na klíčivost rostlin *Urtica dioica* nebyl průkazný, ale po odfiltrování druhu se objevil signifikantní rozdíl v počtu ostatních semenáčků i v počtu druhů. Z toho vyplývá, že pro klíčení kopřivy není promytí důležité, jelikož klíčí velmi rychle za jakýchkoli okolností. Promytí a zahuštění materiálu však umožňuje lepší klíčení ostatních druhů.

Výsledky jsou v rozporu s Wessels & Schwabe (2008). Autorky doporučují pro přesnější určení druhového složení klíčící pokus ve vnějších podmínkách a bez promytí, nicméně nepoužily treatment ve skleníku a bez promytí. Zjistily nepatrně větší množství druhů při klíčení v zahradě než u skleníkového pokusu s promytím a metody se výrazně lišily v míře klíčení v čase. Jak je patrné z grafů, rozdíl mezi promytými a nepromytými peletami v míře klíčení se ukazuje i v předkládaných datech, avšak není průkazný. Z promyteného trusu klíčí ze začátku jedinci rychleji v obou případech (*U. dioica* i ostatní druhy), ale po určitém čase se trend převrátí a více klíčí nepromyté části. Skupiny se liší v tom, kdy dojde k tomuto převrácení (u *U. dioica* již po měsíci, u ostatních později).

Poměrně velké odlišnosti mezi kopřivami a ostatními druhy také mohou být způsobeny mou schopností druhy identifikovat. Díky vysoké četnosti kopřiv jsem se je naučila rozpoznávat již ve velmi brzké fázi klíčení podle děložních listů, ale u jiných druhů jsem musela alespoň počkat, než se objevily první pravé listy dostatečné velikosti, byla dostatečně vyvinuta žilnatina či než byl list dostatečně široký, aby byl poznat typ vernace. V této chvíli jsem je také přesazovala a jedinec byl zapsán podle data přesazení. Tímto může být ovlivněn rozdíl v prvním pozorování, kdy byli zapsáni jenom jedinci *U. dioica*, nicméně se domnívám, že při prvním pozorování se žádné další rostliny v květináčích nevyskytovaly. Dále je možné, že některé druhy rostly pomaleji, neboť jim méně vyhovovaly podmínky ve skleníku, například rod *Epilobium*. Tyto druhy byly po velmi dlouhou dobu velice drobné, takže je ani nebylo možné bezpečně přesadit.

Druhové složení promývacího pokusu bylo vnějšími faktory ovlivněno jinak než v případě pokusu prvního. Hmotnost trusu za sucha byla zcela nesignifikantní a neměla na

druhové spektrum žádný vliv. Neprojevilo se signifikantně ani vliv promytí, z čehož plyne, že promyté a nepromyté pelety se od sebe v druhovém složení nijak neliší. Druhové složení se lišilo mezi lokalitami, což může mít dvě různá vysvětlení. Zaprvé se od sebe mohou lokality významně lišit ve vegetačním složení, a zadruhé se v oblasti vyskytují různé skupiny jelenů s odlišnými potravními preferencemi.

8 Shrnutí

Studované druhy herbivorů v rámci modelového území Doupovské hory se ukázaly být výkonné dispersní vektory. Největší množství semen i druhů bylo nalezeno v trusu jelena evropského, nejméně u prasete divokého. Jelen sika stál v množství šířených semen a druhů uprostřed a druhové složení jeho trusu se nelišilo průkazně od druhového složení trusu jelena evropského. Tato podobnost mohla být způsobena nedostatečným odlišením v potravní ekologii nebo přítomností vysokého počtu mezidruhových hybridů.

Nejčastější rostlinou v trusové semenné bance je *Urtica dioica*. Důvody pro její preferenci jsou stále nejasné, nicméně herbivorní savci mohou způsobovat její šíření na dlouhou vzdálenost a potenciálně zarůstání dalších lokalit. V trusu prasete divokého se nejčastěji vyskytovaly druhy rodu *Fragaria*, různé druhy trav a *Veronica chamaedrys*. Tento fakt je s největší pravděpodobností způsobem odlišnou potravní strategií prasete.

Druhové složení i množství semenáčků a druhů bylo velmi silně ovlivněno sezonalitou a lišilo se mezi lokalitami. Počet semenáčků i druhů stoupal s hmotností trusové pelety. Druhové složení nejlépe vysvětloval model, který kombinoval v interakci tři nejdůležitější proměnné: druh herbivora, dobu a místo sběru.

Některé druhy v trusových peletách velmi dobře odpovídaly svojí četnosti v krajině. Některé druhy však byly velmi silně preferovány (*U. dioica* u jelenů), zatímco jiné naopak (například velmi četné druhy *Brachypodium pinnatum* a *Arrhenaterium elatius*). Tento výsledek naznačuje, že četnost výskytu v trusu dána jiným faktorem (či faktory) než je frekvence výskytu v krajině, například je druh preferenčně pasen z důvodu specifických vlastností.

Předběžné výsledky promývacího experimentu potvrdily účinnost TerHeerdts metody na klíčivost semenné banky v trusu. Z promytých vzorků vyklíčilo více druhů i jedinců (po odečtu *U. dioica*). TerHeerdts metoda koncentrace vzorků je doporučena pro rychlejší klíčení.

Podle předběžných výsledků však nedoporučuji vztahovat množství semen či druhů v trusu k definované hmotnosti. V případě celkového počtu semen je vhodnější aproximovat pomocí hmotnosti čerstvého trusu, avšak v každém případě považuji za vhodnější pracovat s jednotkami trusových hromádek.

9 Závěr

Otázka zoochorního šíření rostlin je vysoce komplikovaná oblast bádání, v níž se stále vyskytuje velké množství mezer. Předkládaná diplomová práce se zabývá jen některými otázkami, jež by však bylo vhodné doplnit dalším výzkumem. Doposud postrádáme například znalosti ohledně přežití semen v trávicím traktu, průběh klíčení za přirozených podmínek či preference herbivorů k různým druhům rostlin. Dále by velice pomohla znalost výživových hodnot diskutovaných druhů rostlin, jež by usnadnila porozumět předchozí otázce potravních preferencí. Některé odpovědi nelze velmi dobře zjistit, například potravní ekologie zvířat jsou velmi silně vázány na lokalitu a dostupnou druhovou skladbu.

10 Přehled použité literatury

* označení sekundární citace

- Agetsuma, N., Agetsuma-Yanagihara, Y. & Takafumi, H., 2011. Food habits of Japanese deer in an evergreen forest: Litter-feeding deer. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde*, 76(2), pp.201–207
- Anděra, M. & Horáček, I., 2005. *Poznáváme naše savce*. Sobotáles, Praha, 2. vydání (p.328).
- Ballari, S.A. & Barrios-García, M.N., 2014. A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges. *Mammal Review*, 44(2), pp.124–134.
- Bartoš, L. & Žirovnický, J., 1981. Hybridization Between Red and Sika Deer II. Phenotype Analysis. *Zoologischer Anzeiger*, 207(5-6), pp.271–287.
- Bartoš L., 2009. Chapter 39. Sika Deer in Continental Europe. In: McCullough DR, Takatsuki S, Koichi K, editors. *Sika Deer: Biology and management of native and introduced populations*. Tokyo Berlin Heidelberg New York: Springer. p. 573-594.
- Bekker, R.M. et al., 1998. Seed Size, Shape and Vertical Distribution in the Soil: Indicators of Seed Longevity. *Functional Ecology*, 12(5), pp.834–842.
- Boulanger, V. et al., 2011. Deer-mediated expansion of a rare plant species. *Plant Ecology*, 212(2), pp.307–314.
- Broum, M. (2007): Botanicky významné lokality v Vojenském újezdu Hradiště.- In: Petříček, V. et Kuchařová, P. (eds): *Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech*, Sborn. z konf., Libavá, 2006.
- Bruun, H.H. & Poschlod, P., 2006. Why are small seeds dispersed through animal guts: large numbers or seed size per se? *Oikos*, 113, pp.402–411.
- Calvino-Cancela, M., 2011. Seed dispersal of alien and native plants by vertebrate herbivores. *Biological Invasions*, 13, pp.895–904.
- Campos-Arceiz, A. & Takatsuki, S., 2004. Food habits of sika deer in the Shiranuka Hills, eastern Hokkaido: a northern example from the north?south variations in food habits in sika deer. *Ecological Research*, 20(2), pp.129–133.
- Cosyns, E. et al., 2005. Germination success of temperate grassland species after passage through ungulate and rabbit guts. *Journal of Ecology*, 93, pp.353–361.

- Cramer, J.M., Mesquita, R.C.G. & Williamson, G.B., 2007. Forest fragmentation differentially affects seed dispersal of large and small-seeded tropical trees. *Biological Conservation*, 137(3), pp.415–423.
- Csapody, V. (1968). Keimlings-Bestimmungsbuch der Dikotyledonen. Akadémiai Kiadó (p. 286).
- Davis, N.E., Forsyth, D.M. & Coulson, G., 2010. Facilitative interactions between an exotic mammal and native and exotic plants: hog deer (*Axis porcinus*) as seed dispersers in south-eastern Australia. *Biological Invasions*, 12(5), pp.1079–1092.
- Dinerstein, E., 1989. The Foliage-as-Fruit Hypothesis and the Feeding Behavior of South Asian Ungulates. *Biotropica*, 21(3), pp.214–218.
- DiTommaso, A. et al., 2014. Deer browsing delays succession by altering aboveground vegetation and belowground seed banks. *PloS one*, 9(3), p.e91155.
- Dovrat, G., Perevolotsky, a. & Ne'eman, G., 2012. Wild boars as seed dispersal agents of exotic plants from agricultural lands to conservation areas. *Journal of Arid Environments*, 78, pp.49–54.
- Drhovská, L (2007). Význam historické struktury krajiny pro současnou vegetaci křovin . Diplomová práce depon. in Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha.
- Eycott, A.E. et al., 2007. The dispersal of vascular plants in a forest mosaic by a guild of mammalian herbivores. *Oecologia*, 154(1), pp.107–118.
- Fišer, Z. & Lochman, J., 1969. Studium přirozené potravy jelení a srnčí zvěře v oblasti Krkonoš. *Opera Concorctica*, 6, pp.139–161.
- Gardener, C.J., McIvor, J.G. & Jansen, A., 1993. Passage of Legume and Grass Seeds Through the Digestive Tract of Cattle and Their Survival in Faeces. *Journal of Applied Ecology*, 30(1), pp.63–74.
- Genov, P., 1981. Food composition of wild boar in north-eastern and western Poland. *Acta Theriologica*, 26(10), pp.185–205.
- Gill, R.M.A. & Beardall, V., 2001. The impact of deer on woodlands: the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition. *Forestry*, 74(3), pp.209–218.
- Herrera, C.M., 1989. Frugivory and Seed Dispersal by Carnivorous Mammals, and Associated Fruit Characteristics, in Undisturbed Mediterranean Habitats. *Oikos*, 55(2), pp.250–262.
- Horčíčková, E., 2010. *Vliv prasete divokého na vegetaci semixerotermních trávníků*. Diplomová práce depon. in Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha.
- Hughes, L. et al., 1994. Predicting Dispersal Spectra: a Minimal Set of Hypotheses Based on Plant Attributes. *Journal of Ecology*, 82(4), pp.933–950.

- Janzen, D.H., 1984. Dispersal of Small Seeds by Big Herbivores: Foliage is the Fruit. *The American Naturalist*, 123(3), pp.338–353.
- Jaroszewicz, B., Pirożnikow, E. & Churski, M., 2013. Vegetation diversity influences endozoochoric seed dispersal by moose (*Alces alces* L.). *Central European Journal of Biology*, 8(12), pp.1250–1264.
- Jaroszewicz, B., Pirożnikow, E. & Sagehorn, R., 2009. Endozoochory by European bison (*Bison bonasus*) in Białowieża Primeval Forest across a management gradient. *Forest Ecology and Management*, 258(1), pp.11–17.
- Jaroszewicz, B., Pirożnikow, E. & Sagehorn, R., 2008. The European bison as seed dispersers: the effect on the species composition of a disturbed pine forest community. *Botany*, 86(5), pp.475–484.
- Jaroszewicz, B., Pirożnikow, E. & Sondej, I., 2013. Endozoochory by the guild of ungulates in Europe's primeval forest. *Forest Ecology and Management*, 305, pp.21–28.
- Kirby, K. J. (2001). The impact of deer on the ground flora of British broadleaved woodland. *Forestry*, 74(3), 219–229.
- Kissling, M. et al., 2009. Short-term and long-term effects of human trampling on above-ground vegetation, soil density, soil organic matter and soil microbial processes in suburban beech forests. *Applied Soil Ecology*, 42(3), pp.303–314.
- Kolb, A., 2008. Habitat fragmentation reduces plant fitness by disturbing pollination and modifying response to herbivory. *Biological Conservation*, 141(10), pp.2540–2549.
- Krojerová-Prokešová, J. et al., 2010. Feeding patterns of red deer *Cervus elaphus* along an altitudinal gradient in the Bohemian Forest: effect of habitat and season. *Wildlife Biology*, 16(2), pp.173–184.
- Kubát, K., Hrouda, L., Chrtek, J. jun., Kaplan, Z., Kirschner, J., Štěpánek, J. (2002). *Klíč ke květeně České republiky*. Academia, Praha (p. 928).
- Kubát, M., 2010. *Vliv lokální pokryvnosti dřevinného patra na bylinnou vegetaci na malé prostorové škále*. Diplomová práce depon. in Knihovna katedry botaniky PŘF UK, Praha.
- Kučera, T, Kettnerová, S (1999): Klíč k určení sterilních trav. *Zprávy ČBS - materiály*.
- Mancilla-Leytón, J.M., Fernández-Alés, R. & Vicente, A.M., 2011. Plant-ungulate interaction: goat gut passage effect on survival and germination of Mediterranean shrub seeds. *Journal of Vegetation Science*, 22(6), pp.1031–1037.
- Moe, S.R. & Wegge, P., 2007. Effects of deposition of deer dung on nutrient redistribution and on soil and plant nutrients on intensively grazed grasslands in lowland Nepal. *Ecological Research*, 23(1), pp.227–234.

- Mouissie, M., 2004. *Seed dispersal by large herbivores* - dizertační práce. Dostupné na: <http://dissertations.ub.rug.nl/faculties/science/2004/a.m.mouissie/>
- Myers, J. a et al., 2004. Seed dispersal by white-tailed deer: implications for long-distance dispersal, invasion, and migration of plants in eastern North America. *Oecologia*, 139(1), pp.35–44.
- Von Oheimb, G. et al., 2005. Dispersal of vascular plants by game in northern Germany. Part II: Red deer (*Cervus elaphus*). *European Journal of Forest Research*, 124(1), pp.55–65.
- Pakeman, R.J., Digneffe, G. & Small, J.L., 2002. Ecological correlates of endozoochory by herbivores. *Functional Ecology*, 16(3), pp.296–304.
- Parker, J.D., Burkepille, D.E. & Hay, M.E., 2006. Opposing Effects of Native and Exotic Herbivores on Plant Invasions. *Science*, 311(5766), pp.1459–1461.
- Quinn, J.A. et al., 1994. The “Foliage is the Fruit” Hypothesis: *Buchloe dactyloides* (Poaceae) and the Shortgrass Prairie of North America. *American Journal of Botany*, 81(12), pp.1545–1554.
- R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- * Ridley, H. N. (1930). *The Dispersal of Plants throughout the World*, L. Reeve & Co., Ashford, Kent. – In: Pakeman, R. J., Digneffe, G., & Small, J. L. (2002). Ecological correlates of endozoochory by herbivores. *Functional Ecology*, 16(3), 296–304.
- Russi, L., Cocks, P.S. & Roberts, E.H., 1992. The fate of legume seeds eaten by sheep from a Mediterranean grassland. *Journal of Applied Ecology*, 29(3), pp.772–778.
- Schley, L. & Roper, T.J., 2003. Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal Review*, 33(1), pp.43–56.
- Schmidt, M. et al., 2004. Dispersal of vascular plants by game in northern Germany. Part I: Roe deer (*Capreolus capreolus*) and wild boar (*Sus scrofa*). *European Journal of Forest Research*, 123(2), pp.167–176.
- Steyaert, S. M. J. G., Bokdam, J., Braakhekke, W. G., & Find'o, S. (2009). Endozoochorical plant seed dispersal by red deer (*Cervus elaphus*) in the Poľana biosphere reserve, Slovakia. *Ekológia (Bratislava)*, 28(2), 191–205.
- Takatsuki, S., 2009. Effects of sika deer on vegetation in Japan: A review. *Biological Conservation*, 142(9), pp.1922–1929.
- Tejrovský, V. (2007): Ptačí oblast Doupovské hory, monitoring ptačích druhů a návrh managementu. - In: Petříček, V. & Kuchařová, P. (eds): Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech, Sborn. z konf., Libavá, 2006.

- ter Braak, C. J. F. & Šmilauer, P. (2012): Canoco 5 Reference Manual and User's guide. Biometris, Wageningen & České Budějovice (p. 496)
- TerHeerdt, G.N.J. et al., 1996. An improved method for seed-bank analysis : seedling emergence after removing the soil by sieving. *Functional Ecology*, 10(1), pp.144–151.
- Tomášek, M. (2007): Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha, 4. vydání (p. 68).
- Törn, A., Siikamäki, P. & Tolvanen, A., 2010. Can horse riding induce the introduction and establishment of alien plant species through endozoochory and gap creation? *Plant Ecology*, 208(2), pp.235–244.
- Vojta, J. (2007). Relative importance of historical and natural factors influencing vegetation of secondary forests in abandoned villages.pdf. *Preslia*, 79, 223–244.
- Wells, F.H. & Lauenroth, W.K., 2007. The Potential for Horses to Disperse Alien Plants along Recreational Trails. *Rangeland Ecology & Management*, 60(6), pp.574–577.
- Wessels, S. & Schwabe, A., 2008. Testing the potential seed availability in dung samples: comparison of two seedling emergence methods. *Flora*, 203(5), pp.429–436.
- Zajíčková, L. (2009). Faktory ovlivňující rozšíření dřevin v opuštěné krajině. Diplomová práce depon. in Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha.

Internetové zdroje

- Heroldová, Marta. Potravní strategie našich kopytníků. In: [Http://www.agris.cz/](http://www.agris.cz/) [online]. 2000. Dostupné na: <http://www.agris.cz/clanek/96604>. Navštíveno 4. 8. 2014
- Česká geologická společnost. Dostupné na: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/show_map.php?mapa=g50zj&y=837400&x=1004100&r=3500&s=1&legselect=0. Navštíveno 1. 5. 2013
- Digital seed atlas of the Netherlands. Dostupné na: <http://seeds.eldoc.ub.rug.nl/?pLanguage=en>. Navštěvováno v průběhu léta 2012.

11 Přílohy

11.1 Příloha 1 – Seznam druhů klíčícího experimentu sezóny 2012

druh	zkratka	počet jedinců	počet vzorků
<i>Agrostis capillaris</i>	AgrsCapl	638	88
<i>Achillea millefolium</i>	AchlMill	4	2
<i>Alopecurus aequalis</i>	AlopAequ	1	1
<i>Amaranthus spp.</i>	AmarnSpp	9	1
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	AnthOdor	3	3
<i>Arabidopsis thaliana</i>	ArabThal	1	1
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	ArenSerp	7	6
<i>Artemisia vulgaris</i>	ArtmVulg	10	3
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	AstrGlyc	4	2
<i>Berberis vulgaris</i>	BerbVulg	1	1
<i>Betula pendula</i>	BetlPend	3	3
<i>Briza media</i>	BrizMedi	6	4
<i>Calamagrostis canescens</i>	CalmCans	4	1
<i>Campanula rotundifolia</i>	CampRotn	1	1
<i>Campanula trachelium</i>	CampTrac	37	7
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	CapsBurs	5	1
<i>Cerastium holosteoides</i>	CersHols	26	11
<i>Clinopodium vulgare</i>	ClinVulg	32	23
<i>Dactylis glomerata</i>	DagtGlom	58	42
<i>Danthonia decumbens</i>	DantDecm	2	1
<i>Daucus carota</i>	DaucCart	1	1
<i>Epilobium ciliatum</i>	EpilCili	5	5
<i>Epilobium montanum</i>	EpilMont	6	6
<i>Epilobium parviflorum</i>	EpilParv	1	1
<i>Epilobium roseum</i>	EpilRose	3	3
<i>Epilobium tetragonum</i>	EpilTetr	1	1
<i>Erigeron annuus</i>	ErigAnnu	4	4
<i>Festuca pratensis</i>	FestPrat	4	4
<i>Festuca rubra</i>	FestRubr	1	1
<i>Festuca rupicola</i>	FestRupc	1	1
<i>Fragaria moschata</i>	FragMosc	199	8
<i>Fragaria vesca</i>	FragVesc	1346	18
<i>Fragaria viridis</i>	FragVird	936	21
<i>Galium aparine</i>	GaliApar	1	1
<i>Galium pumillum</i>	GaliPuml	3	3
<i>Galium mollugo</i>	GaliMoll	662	57
<i>Galium uliginosum</i>	GaliUlig	1	1
<i>Geranium palustre</i>	GernPals	1	1
<i>Geranium pusillum</i>	GernPusl	1	1
<i>Geranium robertianum</i>	GernRobr	1	1

druh	zkratka	počet jedinců	počet vzorků
<i>Hieracium pilosella</i>	HierPils	2	2
<i>Hypericum perforatum</i>	HyprPerf	5	4
<i>Chenopodium album</i>	ChenAlbm	1	1
<i>Juncus bufonius</i>	JuncBufn	1	1
<i>Juncus effusus</i>	JuncEffs	8	6
<i>Juncus tenuis</i>	JuncTenu	3	3
<i>Lapsana communis</i>	LapsComm	1	1
<i>Lonicera xylosteum</i>	LoncXyls	4	3
<i>Lotus corniculatus</i>	LotsCorn	9	1
<i>Luzula campestris</i>	LuzlCamp	8	6
<i>Lychnis viscaria</i>	LychVisc	26	10
<i>Medicago lupulina</i>	MedcLupl	1	1
<i>Medicago minima</i>	MedsMinm	3	1
<i>Mentha longifolia</i>	MentLong	1	1
<i>Millium effusum</i>	MilleEffs	6	1
<i>Phleum pratense</i>	PhlePrat	6	4
<i>Plantago lanceolata</i>	PlanLanc	3	3
<i>Plantago media</i>	PlantMedi	4	4
<i>Poa palustris</i>	PoaPalus	62	24
<i>Poa pratensis</i>	PoaPrat	5	5
<i>Poa trivialis</i>	PoaTrivi	510	123
<i>Polygonum aviculare</i>	PolgAvic	145	11
<i>Polypodiophyta</i>	Polypodi	1	1
<i>Potentilla argentea</i>	PotnArgn	4	4
<i>Potentilla tabernaemontani</i>	PotnTabr	18	15
<i>Prunella grandiflora</i>	PrunGran	1	1
<i>Prunus spinosa</i>	PrunSpin	1	1
<i>Ranunculus bulbosus</i>	RanuBulb	1	1
<i>Rumex acetosa</i>	RumxAcet	1	1
<i>Rumex acetosella</i>	RumxActS	54	3
<i>Sonchus oleraceus</i>	SoncOler	6	6
<i>Stachys sylvatica</i>	StacSylv	2	2
<i>Stellaria alsine</i>	StelAlsn	1	1
<i>Stellaria graminea</i>	StelGram	4	4
<i>Stellaria media</i>	StelMedi	2	2
<i>Stellaria nemorum</i>	StelNemr	99	7
<i>Tanacetum corymbosum</i>	TancCorm	1	1
<i>Tanacetum vulgare</i>	TancVulg	7	6
<i>Thymus pulegioides</i>	ThymPulg	1	1
<i>Trifolium arvense</i>	TrifArvn	51	22
<i>Trifolium aureum</i>	TrifAure	10	3
<i>Trifolium campestre</i>	TrifCamp	27	12
<i>Trifolium dubium</i>	TrifDubi	3	2
<i>Trifolium pratense</i>	TrifPrat	7	6
<i>Trifolium repens</i>	TrifRepn	64	38

druh	zkratka	počet jedinců	počet vzorků
<i>Urtica dioica</i>	<i>UrtcDioi</i>	24048	161
<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>VernCham</i>	379	102
<i>Veronica officinalis</i>	<i>VernOffc</i>	18	9
<i>Veronica serpyllifolia</i>	<i>VernSerp</i>	37	19
<i>Vicia cracca</i>	<i>ViciCrac</i>	1	1
<i>Vicia hirsuta</i>	<i>ViciHirs</i>	4	4
<i>Vicia tetrasperma</i>	<i>ViciTetr</i>	28	14

11.2 Příloha 2 – Seznam druhů promývacího pokusu (sezóna 2013)

druh	zkratka	počet jedinců	počet vzorků
<i>Agrostis capillaris</i>	<i>AgrsCapl</i>	268	57
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	<i>ArenSerp</i>	3	3
<i>Betula pendula</i>	<i>BetlPend</i>	1	1
<i>Brachypodium pinnatum</i>	<i>BracPinn</i>	1	1
<i>Campanula rotundifolium</i>	<i>CampRotn</i>	1	1
<i>Campanula trachelium</i>	<i>CampTrac</i>	11	6
<i>Clinopodium vulgare</i>	<i>ClinVulg</i>	54	32
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>DactGlom</i>	1	1
<i>Deschampsia cespitosa</i>	<i>DescCesp</i>	2	2
<i>Epilobium ciliatum</i>	<i>EpilCili</i>	1	1
<i>Epilobium tetragonum</i>	<i>EpilTetr</i>	5	4
<i>Festuca pratensis</i>	<i>FestPrat</i>	1	1
<i>Fragaria moschata</i>	<i>FragMosc</i>	1	1
<i>Fragaria viridis</i>	<i>FragVird</i>	1	1
<i>Galium mollugo</i>	<i>GaliMoll</i>	157	38
<i>Geranium pusillum</i>	<i>GernPusi</i>	1	1
<i>Hypericum perforatum</i>	<i>HyprPerf</i>	2	2
<i>Juncus tenuis</i>	<i>JuncTenu</i>	1	1
<i>Luzula campestris</i>	<i>LuzlCamp</i>	1	1
<i>Plantago media</i>	<i>PlantMedi</i>	6	5
<i>Poa angustifolia</i>	<i>PoaAngus</i>	22	14
<i>Poa pratensis</i>	<i>PoaPrat</i>	99	45
<i>Potentilla argentea</i>	<i>PotnArgn</i>	12	9
<i>Rumex acetosella</i>	<i>RumxActS</i>	1	1
<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>RmxObts</i>	2	2
<i>Stellaria alsine</i>	<i>StelAlsn</i>	2	2
<i>Stellaria media</i>	<i>StelMedi</i>	3	3
<i>Stellaria nemorum</i>	<i>StelNemr</i>	25	7
<i>Tanacetum vulgare</i>	<i>TancVulg</i>	3	3
<i>Thymus pulegioides</i>	<i>ThymPulg</i>	1	1
<i>Trifolium arvense</i>	<i>TrifArvn</i>	1	1
<i>Trifolium dubium</i>	<i>TrifDubi</i>	2	2
<i>Trifolium pratense</i>	<i>TrifPrat</i>	1	1
<i>Trifolium repens</i>	<i>TrifRepn</i>	3	3
<i>Tripleurospermum inodorum</i>	<i>TriplInod</i>	1	1
<i>Urtica dioica</i>	<i>UrtcDioi</i>	16288	80
<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>VernCham</i>	55	32
<i>Veronica officinalis</i>	<i>VernOffc</i>	10	3
<i>Veronica persica</i>	<i>VernPers</i>	27	9
<i>Veronica serpyllifolia</i>	<i>VernSerp</i>	8	4
<i>Vicia tetrasperma</i>	<i>ViciTetr</i>	1	1

Etiketa, příbalový leták

Profesionální substrát pro výsevy a pikýrování

Výrobce: Rašelina a.s., Na Pískách 488, 392 01 Soběslav

číslo rozhodnutí o registraci: 2888

Chemické a fyzikální vlastnosti:

vlastnost:	hodnota:
Vlhkost v % max.	65,0
Spalitelné látky ve vysušeném vzorku v % min.	80,0
Hodnota pH	od 5,0 do 6,5
Elektrická vodivost v mS.cm ⁻¹ *) max. *) ve vodním výluhu 1:25	0,8
Obsah částice nad 10 mm v % hmotnosti max.	5,0
Molybden (Mo) v mg.kg ⁻¹ sušiny	5,1 až 25

Obsah rizikových prvků

splňuje zákonem stanovené limity v mg/kg sušiny: kadmium 1, olovo 100, rtuť 1,0, arsen 20, chrom 100, nikl 50, měď 100, zinek 300.

Substrát pro výsevy a pikýrování je vyráběn ze směsi kvalitních velmi jemně tříděných bílých baltských rašelin, minerálního kombinovaného hnojiva se stopovými prvky (nízká úroveň vyhnojení) a vápenaté složky. Stopové prvky, zvláště Mo, jsou dávkovány na nízké až střední úrovni.

Rozsah a způsob použití:

Je vhodný pro výsevy a pikýrování všech druhů zeleniny a květin citlivých na obsah solí, s výjimkou přísně kyselomilných.

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci:

Při práci nejezte, nepijte, nekuřte. Používejte ochranné rukavice. Po práci omyjte ruce vodou a mýdlem, ošetřete reparačním krémem.

První pomoc:

Při zasažení očí rychle a důkladně vypláchnout oči proudem čisté vody.

Při zasažení pokožky rychle opláchnout dostatečným množstvím vody a následně omýt vodou a mýdlem. Při náhodném požití vypít bezprostředně 0,5 l vody.

V těžších případech, při požití nebo zasažení očí vždy vyhledat lékařskou pomoc.

Podmínky skladování:

Výrobek musí být skladován na chráněném místě tak, aby nedošlo ke zhoršení jeho vlastností, na místech chráněných před povětrnostními vlivy a možnosti znehodnocení semeny plevelů. Výrobek skladujte, pokud možno v původních obalech, oddělené od potravin, krmiv. Uchovávejte mimo dosah dětí.

Výrobek se dodává balený a volně ložený.

Velikost balení: Fixováno na paletách.

Způsob likvidace obalů: Obaly z polyetylénu doporučujeme předat do organizovaného sběru recyklovatelných surovin.

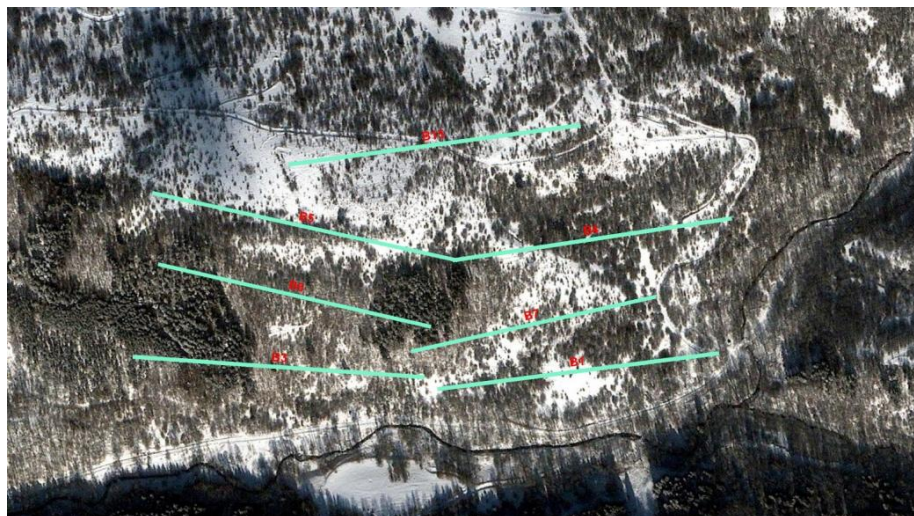
Doba použitelnosti: 30 měsíců od data výroby při dodržení podmínek skladování

Číslo výrobní šarže :

Datum výroby:

11.4 Příloha 4 – podrobné mapy transektů

A) mapa transektů na Petrovském vrchu



B) mapa transektů na Strážném vrchu

