

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

**Vliv kosení na uchycování rostlin ze semen na
vlhké louce**

Bakalářská práce

Kristina Frýbová

Školitel: Mgr. Alena Vítová

České Budějovice 2014

Frybová K. (2014): Vliv kosení na uchycování rostlin ze semen na vlhké louce. [Effect of mowing on establishment from seeds on a wet mesic meadow. Bc. thesis, in Czech.] – 33 p., Faculty of Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation: We studied the effect of different mowing times on the seedlings establishment. We have been observing this effect on three different types of plots where the presence of seed bank and disturbance were manipulated.

Prohlášení: Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 12. 12. 2014.

.....

Kristina Frybová

Poděkování

Děkuji všem, co mi pomáhali.

Obsah

1. Úvod	1
2. Šíření semeny	1
3. Narušení půdy	3
4. Efekt odstraňování biomasy	4
4.1. Efekt kosení	4
4.2. Efekt pastvy	6
5. Manipulace přísunu semen	8
5.1. Praktické využití	10
6. Cíle pilotní studie	11
7. Metodika	11
7.1. Popis lokality	11
7.2. Kolonizace gapů	11
7.3. Statistické zpracování	13
8. Výsledky	14
8.1. Vliv semenné banky	14
8.2. Vliv načasování kosení	16
8.2.1. Vliv načasování kosení na počet semenáčků dvouděložných	17
8.2.2. Vliv načasování kosení na počet semenáčků skupiny trávy	21
9. Diskuze	24
10. Závěr	26
11. Literární zdroje	27

1. Úvod

Semena většinou vznikají pohlavním rozmnožováním a jsou tak mimo jiné důležitá pro udržování genetické variability rostlinných druhů (Jongejans *et al.* 2006). Úspěšnost uchycování druhů ze semen je závislá na mnoha faktorech. Zejména pak hrají důležitou roli abiotické podmínky mikrostanovišť, dostatečný přísun semen a biologické interakce (Tilman 1997, Kotorová *et Lepš* 1999, Isselstein *et al.* 2002, Finch-Savage *et Leubner-Metzger* 2006, Jongejans *et al.* 2006). Mnohé z těchto faktorů lze do značné míry ovlivňovat obhospodařováním, přičemž dopad obhospodařování může mít na uchycování semenáčků různý vliv v závislosti na způsobu jeho provedení, intenzitě a načasování (Olf *et Ritchie* 1998, Proulx *et Mazumder* 1998, Bullock *et al.* 2001, Bullock *et al.* 2003, Leng *et al.* 2011, Bretzel *et al.* 2012, Butler *et al.* 2013). K nejčastějším typům obhospodařování lučních společenstev patří ve středoevropských podmínkách pastva a kosení. V méj studii jsem se zaměřila na vliv různých termínů seče na uchycování semenáčků.

2. Šíření semen

Rostliny se mohou šířit semeny nebo vegetativními orgány jako jsou oddenky, hlízy, šlahouny apod. Většina druhů využívá obě strategie a poměr mezi nimi je závislý na jednotlivém druhu (populaci) a momentálních životních podmínkách prostředí (Stachová 2005). Nespornou výhodou rozmnožování semeny je, že se mohou šířit na delší vzdálenosti (Coulson *et al.* 2001). Šířit se mohou různými způsoby, např. pomocí větru, živočichů nebo vody a k tomu jsou tvarově i velikostně přizpůsobena, přičemž jednotlivé druhy mohou využívat více než jeden způsob šíření (Bullock *et al.* 2003). Šíření semen může být také výrazně ovlivněno antropogenní činností. Podle toho jaký je zvolen způsob a načasování obhospodařování může být rozptyl semen podpořen nebo naopak zhoršen (Bullock *et al.* 2003).

Semena mohou také přečkat nepříznivé podmínky v podobě semenné banky (Stampfli *et Zeiter* 2004). V semenné bance si mohou semena udržet klíčivost i několik desítek let (Čiháková 2006). Délka přežívání semen v semenné bance se druhově liší (Milberg 1992) a semennou banku tvoří spíše druhy s malými semeny (Akinola *et al.* 1998, Kalamees *et Zobel* 2002). Do semenné banky se dostávají semena ze semenného deště, který je definován jako tok semen z reprodukčních rostlin bez ohledu na vzdálenost. Do semenné banky jsou zahrnuta všechna životaschopná semena přítomná na povrchu nebo hlouběji v půdě, která klíčí během roku, kdy byla rozptýlena, i která v půdě zůstávají

delší dobu (Nathan *et Muller-Landau* 2000). Množství semen přítomných v jednotlivých vrstvách půdy se liší. Kalamees *et Zobel* (2002) našli v povrchové vrstvě půdy (0–5 cm) průkazně více semen než v hlubší vrstvě (5–10 cm). Ačkoliv se druhové zastoupení v jednotlivých vrstvách prokazatelně nelišilo, 8 druhů bylo nalezeno pouze v horní vrstvě půdy. Akinola *et al.* (1998) zase zjistili, že druhy s malými semeny bývají hlouběji v půdě než druhy s velkými semeny.

Semeno je strukturně a fyziologicky vybavené pro roli disperzní jednotky a slouží jako zásobárna živin pro nový semenáček až do doby, než se sám uchytí a stane se samostatným autotrofním organismem (Bewley 1997). Velikost semen bývá často korelovaná s jejich početností. Čím větší semena druh má, tím je jich obvykle méně, a naopak (Leishman 2001). Druhy s velkými semeny často lépe snášejí kompetici se vzrostlou okolní vegetací (Westoby *et al.* 1995), zatímco úspěšné uchycení druhů s malými semeny bývá závislé spíše na narušení vegetace, kde je kompetice menší (Gross 1984, Kalamees *et Zobel* 2002).

Úspěšnost šíření pomocí semen je závislá na dostupnosti semen, schopnosti semen vyklíčit a schopnosti semenáčků uchytit se (Jongejans *et al.* 2006). Dostupnost semen může být snížena např. predací semen (Jongejans *et al.* 2006). Vyklíčení semen je závislé především na podmínkách prostředí, jako je vhodná teplota, dostatek vody, kyslíku a světla (Finch-Savage *et Leubner-Metzger* 2006). Jedním z faktorů, který může ovlivnit klíčení semen, je např. přítomnost mechů (Špačková *et al.* 1998) nebo stařiny (Huhta *et al.* 2001). Někdy je klíčení neporušených, životaschopných semen v příznivých podmínkách blokováno dormancí. Dormance je adaptace, která optimalizuje rozložení klíčení semen v čase (Bewley 1997).

Dynamika klíčení se druhově liší. Semena trav obvykle klíčí velmi rychle oproti dvouděložným rostlinám (Kotorová *et Lepš* 1999). Některé druhy rostlin navíc potřebují speciální ošetření jako stratifikaci nebo skarifikaci (narušení osemení), aby mohly vyklíčit (Smith *et al.* 1996). Stratifikační teploty ovlivňují rychlost a načasování klíčení, ale tyto teploty se pro různé druhy liší (Kotorová *et Lepš* 1999). Nicméně nejdůležitějším krokem je samotné uchycení se semenáčků (Jongejans *et al.* 2006), které představuje asi nejcitlivější fázi životního cyklu rostliny (Kotorová *et Lepš* 1999, Turbull *et al.* 2000). Aby byl semenáček schopen se uchytit, musí mít dané stanoviště vhodné biotické a abiotické podmínky (Tilman 1997, Isselstein *et al.* 2002). Tyto podmínky bývají druhově specifické

(Kotorová *et al.* 1999, Isselstein *et al.* 2002). Mezi nejčastější faktory, které ovlivňují klíčení semen a uchycení semenáčků, patří především kompetice s okolní vegetací (Williams *et al.* 2007), vysychání (Stampfli *et al.* 2008) a predace herbivory (Overbeck *et al.* 2003, Jongejans *et al.* 2006). Navíc platí, že čím je lokalita druhově bohatší, tím je těžší pro nové druhy do ní proniknout (Tilman 1997). Aby se druhy na daném místě úspěšně uchytily, musí být vhodně uzpůsobeny místním podmínkám a druhům na místě přítomným (Tilman 1997).

3. Narušení půdy

Přítomnost okolní vzrostlé vegetace velmi ovlivňuje uchycování semenáčků, avšak ne vždy negativně. Často semenáčkům zajišťuje stabilnější teplotní a vlhkostní podmínky v průběhu dne a noci (Isselstein *et al.* 2002, Ryser, 1993). Na druhou stranu, pro mnoho druhů je limitujícím faktorem světlo, kterého může být kvůli kompetici okolní vzrostlé vegetace nedostatek. Proto drobná narušení vegetačního zápoje (dále pro ně budu používat pojem „gap“) ve vzrostlé vegetaci, jsou často vhodné pro podporu uchycení semenáčků (Isselstein *et al.* 2002).

Gapy zpravidla nabízejí semenáčkům více světla a minimální kompetici (Fibich *et al.* 2012). Zvláště pak u eutrofních luk, kde je kompetice vzrostlé vegetace zásadní, má existence gapů podstatný vliv na úspěšné uchycování druhů ze semen (Bullock *et al.* 1995). Gapy mají ve vegetaci význam jako regenerační niky a pomáhají udržovat druhovou diverzitu (Isselstein *et al.* 2002). Na gapech jsou závislé spíše druhy s malými semeny (Hölzel 2005). Fibich *et al.* (2012) navrhují předpoklad, podle něž jsou gapy zvláště důležité pro regeneraci dvouděložných rostlin. Přírozené gapy vznikají např. od kopyt velkých býložravců, při kosení atd. (Křenová *et al.* 1996).

Jongejans *et al.* (2006) se ve své studii zabýval porovnáváním uchycování druhů v gapech a nenarušené vegetaci. Většina jím studovaných druhů se lépe uchytily v gapech. Mnoho dalších studií také potvrzuje, že semenáčky v gapech mají nejen vyšší hustotu, ale i lépe přežívají než v zapojené vegetaci (Silvertown *et al.* 1980, Isselstein *et al.* 2002, Williams *et al.* 2007).

Různé druhy rostlin mají různé požadavky na životní podmínky. Některé druhy vyžadují spíše teplejší a slunnější místa, jiné zase místa zastíněná a vlhká. U druhů, které pro úspěšné uchycení potřebují nějaká narušení (gapy), proto záleží i na velikosti gapu

nebo umístění v rámci něho. V jednotlivých gapech jsou totiž rozdílné teplotní a vlhkostní podmínky. V centrální části gapu jsou vyšší teploty než na jeho okrajích díky zastínění okolní vegetace (Fibich *et al.* 2012) a velké gapy pak mají obecně vyšší teplotu půdy, tedy i vyšší tendenci vysychat (Podolská 1995). Semenačky se tak na počátku sezóny objevují spíše v centrální části gapů, kde je teplota nejvyšší, zatímco pozdější semenačky se uchycují především v chladnější oblasti v okrajové části gapů. A to proto, že s postupující sezónou roste důležitost ochranné funkce okolní vzrostlé vegetace, která semenáčkům zajistí vyrovnanější teplotní rozdíly během dne a noci a větší vlhkost půdy ovšem za cenu zastínění (Fibich *et al.* 2012).

Přibývání semenáček v gapech se různí v průběhu sezóny. Doba klíčení semen a celkově fenologie je druhově specifická (Kotorová *et Lepš* 1999). Fibich *et al.* (2012) zaznamenali v našich podmínkách na dvakrát ročně kosené louce největší přírůstek semenáček v červenci. Dvouděložné rostliny zde kvetly a produkovaly semena dříve než trávy. A tak, v důsledku odlišné fenologie jednotlivých druhů, zpočátku sezóny dominovaly dvouděložné, později však převládly trávy (Fibich *et al.* 2012).

4. Vliv odstraňování biomasy

4.1. Vliv kosení

Jak už bylo řečeno výše, uchycování semenáček je limitováno kompeticí o světlo se vzrostlou biomasou (Jongejans *et al.* 2006, Galvánek *et Lepš* 2012, Mudrák *et al.* 2014). Tuto nerovnost lze redukovat např. kosením, kdy se semenačky uchycují úspěšněji v kosených plochách (Hofmann *et Isselstein* 2004, Williams *et al.* 2007, Galvánek *et Lepš* 2012, Mudrák *et al.* 2014). Pro uchycování semenáček je navíc lepší časté kosení (Hofmann *et Isselstein* 2004, Bissels *et al.* 2006, Williams *et al.* 2007). Vzrostlá okolní vegetace zamezující přístupu světla k semenáčkům není ovšem jediným problémem pro jejich uchycení. U nekosených ploch totiž navíc dochází k hromadění opadu na povrchu půdy a tento opad značně negativně ovlivňuje uchycení semenáček. Hromadění opadu můžeme zamezit kosením a odstraněním biomasy následně po kosení (Huhta *et al.* 2001, Billeter *et al.* 2007, Galvánek *et Lepš* 2012, Keleman *et al.* 2014, Mudrák *et al.* 2014). Na hromadění opadu má významný vliv i typ stanoviště. U vlhkých eutrofních luk dochází k akumulaci opadu relativně rychleji než na suchých loukách. Vlhké louky jsou proto celkově citlivější na zanechání ladem (Galvánek *et Lepš* 2009).

Rovněž v případě již uchycených semenáčků se schopnost přežívání zvyšuje kosením. Nejenže v kosených plochách je mortalita v průběhu sezóny značně nižší, ale semenáčky zde uchycené navíc rychleji rostou a dříve dospívají (Williams *et al.* 2007). Redukce kompetice o světlo pomáhá k dosažení větší velikosti nejen nadzemní, ale i podzemní části. Kořeny semenáčků v kosených plochách jsou hlouběji zakořeněny a jejich celková biomasa je větší než u nekosených ploch (Williams *et al.* 2007).

Kosení také ovlivňuje fenologii jednotlivých druhů (Pálková 2005, Williams *et al.* 2007, Reisch *et Poschlod* 2009). Posun fenologie v důsledku častého kosení pozorovaný Williamsem *et al.* (2007) se projevoval dřívějším kvetením rostlin. Podobné výsledky zaznamenali i Reisch *et Poschlod* (2009). Nicméně ne všechny druhy reagují na kosení časnějším načasováním jednotlivých fenologických fází. Některé druhy svou fenologii naopak opožďují (Pálková 2005). Proto je v tomto ohledu těžké hledat obecná pravidla, a je nutné přistupovat ke každému druhu individuálně (Pálková 2005). Fenologie není variabilní pouze u jednotlivých druhů, ale je rovněž velice citlivá na klimatické podmínky v dané době, a proto se může lišit i v jednotlivých letech (Smith *et al.* 1996, Pálková 2005).

Kosení může do jisté míry ovlivnit druhové složení lučních společenstev (Williams *et al.* 2007, Stampfli *et Zeiter* 2008). Má vliv na druhovou bohatost společenstva, kterou může zlepšit (Maron *et Jefferies* 2001, Hofmann *et Isselstein* 2004) a to jak u vlhkého tak i suchého typu louky (Galvánek *et Lepš* 2009). Kosením se především omezí vysoké a konkurenčně silné rostliny, ať už dvouděložné nebo trávy, které dominují na neobhospodařovaných loukách a způsobují tak malou druhovou diverzitu (Huhta *et al.* 2001, Keleman *et al.* 2014). Ačkoliv jsou trávy na kosených loukách hojné (Huhta *et al.* 2001), kosení relativně zvýhodňuje především dvouděložné rostliny (Maron *et Jefferies* 2001, Billeter *et al.* 2007). Kosení s následným odstraněním pokosené biomasy je tedy vhodným prostředkem k obnovení degradovaných luk a může tak sloužit k ochraně druhově bohatých lokalit (Billeter *et al.* 2007, Galvánek *et Lepš* 2012). Avšak k docílení obnovy původní druhové skladby na degradovaném lučním stanovišti nemusí být kosení dostatečně efektivní. Původní druhy na této lokalitě již nemusí mít semennou banku a úspěšná imigrace pro řadu druhů na vzdálenost větší než 25 metrů je málo pravděpodobná (Stampfli *et Zeiter* 1999). Pro obnovu těchto luk můžeme požadované druhy dodat jejich dosetím nebo výsadbou (Gibson *et Brown* 1992, Klimeš *et al.* 2000).

Kosení s následným odstraněním pokosené biomasy působí hlavně těmito mechanismy: 1. odstraní se nahromaděný opad, který zabraňuje uchycení semenáčků (Huhta *et al.* 2001, Galvánek *et Lepš* 2012, Keleman *et al.* 2014). 2. kosením se mohou potlačit silní konkurenti, investující energii do vertikálního růstu a tím zamezující přístupu světla k menším rostlinám (Galvánek *et Lepš* 2012, Keleman *et al.* 2014). 3. během kosení, hrabání a sušení pokosené biomasy dochází k rozptylování semen (Bullock *et al.* 2003). 4. zemědělské nástroje navíc mohou způsobovat drobná mechanická narušení půdy, která jsou pro uchycování semenáčků velmi vhodná (Křenová *et Lepš* 1996) 5. při seči však dochází k ochuzování půdy o živiny (Mládek *et al.* 2006).

4.2. Vliv pastvy

Dalším častým způsobem obhospodařování, kterým se ve středoevropských podmínkách odstraňuje biomasa, je pastva. Pastva ovlivňuje obhospodařované území jinak než kosení. Pro uchycování druhů je prospěšná nejen samotným spásáním, ale také narušením drnu a tvorbou gapů (Bullock *et al.* 1995, Křenová *et Lepš* 1996). Pastvou však bývají spíše podpořeny klonálně se šířící druhy, druhy odolné vůči sešlapu a druhy, které mají nějaký obranný mechanismus proti okusu (chemické látky nebo mechanickou ochranu, například trny) (Stammel *et al.* 2003). Některé druhy rostlin bývají zvýhodněny právě selektivitou pastvy: herbivoři je nejsou ochotni spásat, a na rozdíl od kosení není vegetace odstraňována rovnoměrně (Huhta *et al.* 2001). Vytváří se tak ostrůvkovitá struktura porostu (Mládek *et al.* 2006). Při pastvě navíc dochází ke zpětnému obohacování půdy o živiny (Mládek *et al.* 2006), což je obzvláště důležité na živinově chudých loukách (Jersáková *et Kindlmann* 2004).

Efekt pastvy je značně ovlivněn zvolenou intenzitou pastvy (Proulx *et Mazumder* 1998, Bullock *et al.* 2001) a výběrem pastevních zvířat (Olf *et Ritchie* 1998, Jersáková *et Kindlmann* 2004). A právě podle volby těchto faktorů dochází k rozdílným reakcím vegetace na pastvu (Bullock *et al.* 2001). Reakce na různé intenzity pastvy se liší na různých živinově bohatých loukách (Proulx *et Mazumder* 1998). Proulx *et Mazumder* (1998) ve své studii zjistili, že právě intenzivní pastva na živinově chudých loukách způsobuje nižší diverzitu než málo intenzivní pastva. Na živinově bohatých loukách byla naopak při více intenzivní pastvě druhová bohatost vyšší než při méně intenzivní pastvě. Avšak živinově bohaté louky mají odezvu na intenzitu pastvy více variabilní než živinově chudé louky.

V některých případech byla totiž diverzita na živinově bohatých loukách intenzivní pastvou také snížena.

Často bývá vliv pastvy porovnáván s vlivem kosení. Výsledky studií Fischer *et* Wipf (2002) a Stammel *et al.* (2003) se shodují, že pastva značně snižuje druhovou bohatost oproti kosení. Stammel *et al.* (2003) zjistili, že způsob pastvy v rámci jejich experimentu spíše podporoval trávy a nízké dvouděložné rostliny. Podobný závěr má i Fischer *et* Wipf (2002). Naopak Bullock *et al.* (2001) dospěli k výsledku, že pastva podporuje dvouděložné oproti travám. To, jak pastva ovlivní složení společenstva, je právě závislé na mnoha aspektech. Jednak na načasování a intenzitě pastvy (Bullock *et al.* 2001), ale také na vlastnostech lokality, jako je dostupnost živin (Proulx *et* Mazumder 1998) a vody, na druhu pasoucího zvířete (Olf *et* Ritchie 1998, Jersáková *et* Kindlmann 2004) a na druhovém složení louky před zásahem. Zlepšení diverzity v závislosti na pastvě bylo pozorováno Bullockem *et al.* (2001) na původně druhově chudé zemědělské louce, kde dominovaly rychle rostoucí trávy, pro tento typ lokality typické.

Pastva a kosení mohou mít také různý vliv na fenologii druhů. Reisch *et* Poschold (2009) zjistili, že na kosených plochách kvetla *Scabiosa columbaria* výrazně dříve než na pasených plochách.

Druhové složení pasených a kosených luk je nicméně velmi podobné (Stammel *et al.* 2003) a řada vzácných druhů pastvu naopak vyžaduje (Křenová *et* Lepš 1996, Jersáková *et* Kindlmann 2004). Pastva, jakožto doplněk nebo alternativa ke kosení, má rozhodně uplatnění jako další vhodná možnost ohospodařování, neboť také pomáhá v obnově luk zanechaných ladem, kde je druhová bohatost nejmenší a dominuje zde jen pár konkurence schopných rostlin (Stammel *et al.* 2003). Senoseč a pastvu je mnohdy žádoucí vhodně zkombinovat, protože pravidelné kosení na živinově chudých loukách způsobuje ještě větší nedostatek živin, což vede k posunu na druhově chudší společenstvo. Kombinací senoseče a pastvy dodáme vegetaci potřebné živiny a zároveň udržíme strukturu vegetace (Jersáková *et* Kindlmann 2004).

5. Manipulace přísunu semen

Pastva a kosení ovlivňují druhové složení lučních společenstev nejen změnou podmínek prostředí, ale také vlivem na přísun semen ze semenného deště (Bullock *et al.* 2001, Bullock *et al.* 2003, Overbeck *et al.* 2003, Stammel *et al.* 2003, Williams *et al.* 2007, Stampfli *et Zeiter* 2008). Otázkou však zůstává, kdy a jak často kosit nebo pást, aby byl vliv obhospodařování pro jednotlivé druhy nejlepší.

Louky jsou v našich podmínkách koseny nejčastěji 1–3 krát za sezónu (Hejduk *et Gaisler* 2006). Senoseč v období zralosti semen pomáhá jejich lepšímu rozptýlení díky mechanickému přemístování pokosené biomasy při kosení, sušení sena a hrabání (Bullock *et al.* 2003). Naopak kosení v období kvetení rostlin má za následek snížení produkce semen (Butler *et al.* 2013). Různé druhy mají odlišné načasování fenologických fází, a tak na kosení v různém termínu mohou reagovat různě (Bissels *et al.* 2006, Leng *et al.* 2011), popřípadě pro ně může být prospěšnější jiný typ obhospodařování (např. pastva). Jako příklad lze uvést studii Coulson *et al.* (2001), kde se zabývali druhy *Leucanthemum vulgare* a *Rhinanthus minor*. U druhu *Leucanthemum vulgare* dozrávají semena v srpnu, zatímco semena druhu *Rhinanthus minor* dozrávají v období červen–červenec. *Rhinanthus minor* se proto nejlépe šířil v plochách kosených v červenci. *Leucanthemum vulgare* zase při podzimní pastvě, kosení v průběhu roku nemělo na tento druh žádný vliv. Šířením semen při různém datu seče se zabývali i Leng *et al.* (2011). Na lokalitě, kterou zkoumali, se druhy nejlépe šířily při kosení dvakrát za sezónu, konkrétně 1. července a 1. září. Tyto dva termíny zajistily vhodné podmínky pro šíření semen největšímu počtu druhů, avšak i zde byla spousta druhů, které reagovaly lépe na jiné termíny. Pravděpodobně jsou podpořeny druhy, u kterých koresponduje produkce semen s termínem obhospodařování (Coulson *et al.* 2001). Vhodným načasováním kosení tak můžeme některé druhy zvýhodnit a některé znevýhodnit (Smith *et al.* 1996, Coulson *et al.* 2001, Bissels *et al.* 2006).

Smith *et al.* (1996) pozorovali signifikantní rozdíl v množství semen u 17 z 23 druhů při různém datu seče. V závislosti na fenologii jednotlivých druhů se počet semen trav zvyšoval od 14. června do 1. září, zatímco počet semen dvouděložných rostlin byl nejvyšší v plochách kosených 21. července a nejnižší v plochách kosených 1. září (Smith *et al.* 1996). Načasování fenologie souvisí s vývojem počasí daného roku, takže detailní

výsledky jsou pro jednotlivé roky unikátní. Avšak pokud se daná sezóna příliš neodchyluje od průměru, jsou výsledky relevantní (Smith *et al.* 1996).

Změny složení druhů ve vegetaci lze ovlivnit také různým načasováním, způsobem a intenzitou pastvy. Bullock *et al.* (2001) si dali za cíl zjistit, které způsoby pastvy jsou vhodné pro nejvyšší druhovou bohatost na druhově chudé louce. Druhová bohatost byla nejvíce zvýšena jarní pastvou, snížena letní intenzivní pastvou a neovlivněna zimní pastvou. Jednotlivé druhy však reagovaly specificky. Reakce na různé termíny a intenzitu pastvy se také lišila pro dvouděložné rostliny a trávy. Dvouděložným rostlinám pastva spíše vyhovovala, naopak trávy byly pastvou spíše poškozeny (Bullock *et al.* 2001). Huhta *et al.* (2001) se rovněž přiklání k závěru, že největší efekt na druhovou kompozici má pastva (ale rovněž kosení) z počátku sezóny, kdy je nejvíce ovlivněn přísun semen různých druhů. K zvýšení diverzity došlo právě potlačením dominant jarní pastvou. Smith *et al.* (2000) zase sledovali největší zvýšení diverzity při kombinaci podzimní a jarní pastvy a při senoseči 21. července. Bretzel *et al.* (2012) zkoumal vliv tří termínů a to červencového kosení, srpnového kosení a zářijového kosení. Nejvyšší diverzita byla v plochách kosených v září.

Jednotlivá pozorování lze shrnout tak, že různé termíny kosení ovlivní jednotlivé druhy rozdílně (Bissels *et al.* 2006, Leng *et al.* 2011, Bretzel *et al.* 2012). Upřednostněny jsou obecně druhy, které mají v době senoseče zralá semena (Smith *et al.* 1996, Coulson *et al.* 2001, Bullock *et al.* 2003). Časná senoseč zpožďuje fenologii druhů nebo zabraňuje druhům vykvést a plodit semena, a tak má na složení vegetace v důsledku termínu seče větší vliv než pozdější termíny. Pozdější termíny seče více udržují stávající složení vegetace a ovlivňují ji spíš ve smyslu lepšího udržení živin v půdě, odstranění stařiny a kompetice o světlo; ve výsledku tak usnadňují dozrálým semenům se uchytit (Huhta *et al.* 2001, Leng *et al.* 2011, Bretzel *et al.* 2012). Právě předčasným kosením můžeme v konečném důsledku některé druhy z populace odstranit nebo je silně limitovat (Overbeck *et al.* 2003, Mudrák *et al.* 2014). Změny ve vegetaci vyvolané pastvou se budou také lišit v závislosti na načasování (Smith *et al.* 2000, Bullock *et al.* 2001). Avšak u pastvy je faktorů ovlivňujících výsledný efekt více – například volba zvířat a intenzity pastvy (Olf *et al.* 1998, Proulx *et al.* 1998, Bullock *et al.* 2001). Lidé mohou ovlivnit čas a způsob obhospodařování, a mají tak významnou roli v šíření druhů (Bullock *et al.* 2003).

5.1. Praktické využití

Louky v naší krajině vznikly činností člověka a to již velmi dávno. První zmínky o pastvě řízené člověkem pocházejí z období neolitu (5 300–4 300 př. n. l.). První kosy pocházejí z období 500 let př. n. l. (Hejzman *et* Pavlů 2006). Od té doby až dodnes člověk podobu luk ovlivňuje a i jejich budoucí podoba je závislá na činnosti lidí (Křenová *et* Lepš 1996). V současné době se obhospodařování luk značně změnilo. V důsledku upuštění od tradičního hospodaření, zintenzivnění hnojení nebo naopak zanechání luk ladem, došlo ke snížení diverzity velké části našich luk a tím vlastně i k úbytku některých dříve běžných druhů rostlin, např. *Gentiana pneumonathe* (Křenová *et* Lepš 1996). Dalším dobrým příkladem rostlin, které utrpěly zánikem jejich přirozených či polopřirozených stanovišť v důsledku intenzifikace zemědělství a lesnictví, jsou orchideje. Tyto druhy se tak staly indikátory tradičního hospodaření. Nejvíce byly zasaženy druhy orchidejí rostoucí právě na pravidelně kosených či pasených stanovištích, např. *Spiranthes spiralis*, *Herminium monorchis*, a *Orchis coriophora* (Jersáková *et* Kindlmann 2004).

Vyšší obsah hnojiv v půdě významně snižuje počet rostlinných druhů (Janssens *et al.* 1998). Samotné ukončení hnojení však nezajistí zvýšení počtu druhů. Obnova degradovaných luk je dlouhodobý proces, který trvá i čtvrt století. Můžeme ho však urychlit například vhodným načasováním seče, případně pastvy, či doséváním semen druhů které se špatně šíří (Klimeš *et al.* 2000) nebo které zde již nemají semennou banku (Stampfli *et* Zeiter 1999, Billeter *et al.* 2007). Na loukách s křídovým podložím může proces obnovy trvat i 100 let a je realizovatelný jedině když jsou semena přidána (Gibson *et* Brown 1992).

Kosení lze využít v boji proti plevelným (Maron *et* Jefferies 2001, Butler *et al.* 2013) a invazním rostlinám (DiTomaso 2000). Není však účinné proti všem druhům invazivních rostlin a v některých případech se může stav společenstva zhoršit. Nicméně v případě druhů, které se šíří semeny je kosení většinou účinné, samozřejmě za předpokladu, že je rostlina pokosena dříve než se vysemenila (DiTomaso 2000). V případě kontroly pastvou je termín pasení také důležitý. Měla by probíhat v době, kdy je na ni rostlina nejvíce citlivá a samozřejmě v době kdy ji jsou zvířata ochotna spásat. Ve špatně přístupných lokalitách je pastva často i jediný možný způsob odstranění těchto druhů (De Bruin *et* Bork 2006).

Vhodný způsob obhospodařování krajiny se nevyužívá jen k ochraně rostlinných druhů, ale je klíčový i pro ochranu řady bezobratlých (Čížek *et* Konvička 2006). Velmi důležité v tomto směru je právě i správné načasování a intenzita kosení (Johnst *et al.* 2006). V případě včel se jako nejvhodnější jeví pozdější termíny seče v srpnu a pro blanokřídlé obecně je nejvíce prospěšný ostrůvkovitý typ seče (Buri *et al.* 2014).

6. Cíle pilotní studie

Cílem mé pilotní studie bylo opovědět na tyto otázky:

1. Jak různé termíny seče ovlivňují uchycení semenáčků vybraných skupin v lučním společenstvu?
2. Jaký vliv má narušení drnu na uchycování vybraných skupin ze semen?
3. Jaký je vliv semenného deště v daném společenstvu? K jeho zjištění byla část gapů zbavena semenné banky, a jejich kolonizace byla porovnána s gapy se zachovanou semennou bankou.

7. Metodika

7.1. Popis lokality

Pokus probíhal na vlhké louce u vsi Vrcov cca 15 km jihovýchodně od Českých Budějovic (48°55'15" N, 14°39'46" E) v nadmořské výšce 510 m n. m. Tato louka patří do svazu *Alopecurion*, místy přechází do svazu *Molinion*. Dominují zde například druhy *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca rubra*, *Festuca pratensis*, *Carex panicea*, *Carex pallescens*, *Sanguisorba officinalis*, *Plantago lanceolata*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* a *Centaurea jacea*. Názvy rostlin jsou dle Klíče ke květeně České Republiky (Kubát *et al.* 2002). Louka je pravidelně kosena dvakrát ročně, a to na konci června a v polovině září.

7.2. Kolonizace gapů

Dne 11. dubna 2012 byly na louce uměle vytvořeny gapy o hloubce 15 cm a průměru 30 cm. Abychom zabránili vegetativním orgánům v prorůstání do gapů, byly gapy ohraničeny netkanou textilií. Polovina objemu vykopané zeminy byla ponechána bez

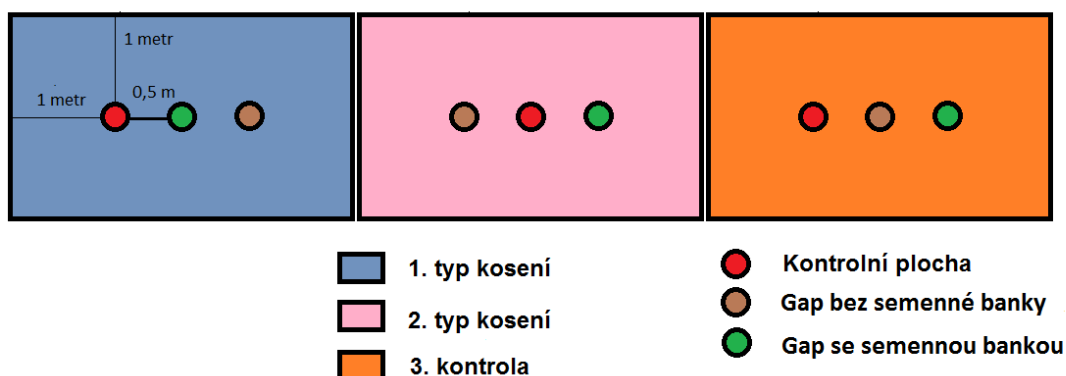
zásahu, druhá polovina byla ošetřena gama zářením, aby došlo k devitalizaci veškerých vegetativních orgánů a semen (dekontaminační dávkou 5 kGy, devitalizaci provedla firma Bioster, Veverská Bítýška). Před zasypáním tkaninou ohraničených gapů byla zemina naředěna pískem v poměru písek:hlína 1:3, aby nedošlo ke zvýšení nutričních hodnot v důsledku manipulace se zeminou. Dále byly v nenarušené vegetaci vytyčeny kontrolní plochy o stejné velikosti jako gapy.

Gapy a kontrolní plochy byly uspořádány do pěti bloků, každý blok obsahoval tři podbloky (Obr. 1). Jeden z podbloků se po celou dobu pozorování nekosil, zbývající dva se kosily pouze jednou, a to buď pouze na počátku sezóny (23. 5.) nebo uprostřed sezóny (5. 7.). Po kosení byla tráva okamžitě shrabána a odvezena. Uspořádání podbloků v rámci bloku bylo náhodné. V každém podbloku byly náhodně uspořádané dva typy gapů (gap se semennou bankou a gap bez semenné banky) a kontrolní plocha bez narušení drnu. Od každého typu plochy (gap se semennou bankou, gap bez semenné banky, kontrolní plocha) bylo 15 opakování, celkem tedy 45 ploch.

V průběhu sezóny bylo v pravidelných intervalech provedeno sčítání semenáčků vybraných skupin. Celkem proběhlo pět sledování, od počátku května do počátku září. Nové semenáčky byly vždy označeny drátky (každý termín odlišnou barvou). U uhynulých semenáčků byl vždy drátek odstraněn. Za semenáčky byly považovány jedinci s vyvinutým prvním listem. Vegetativní výhonky nebyly označovány. Označené semenáčky v gapech byly zařazeny do skupin "dvouděložné" a "trávy". Do skupiny trávy byly řazeny zástupci čeledi *Poaceae*. V kontrolních plochách byly zaznamenávány pouze dvouděložné rostliny (tj. semenáčky patřící do skupiny dvouděložné), protože rozeznat v husté vegetaci semenáčky jednoděložných rostlin od vegetativních výhonků pro mne není úplně snadné a výsledek by tak mohl být nevěrohodný.

Ve skupině dvouděložných se vyskytovaly především semenáčky druhů: *Ajuga reptans*, *Alchemilla sp.*, *Centaurea jacea*, *Cerastium sp.*, *Leucanthemum vulgare*, *Leontodon sp.*, *Lotus corniculatus*, *Plantago major*, *Plantago lanceolata*, *Prunella vulgaris*, *Ranunculus sp.*, *Rumex sp.*, *Taraxacum sp.*, *Trifolium sp.*, *Sanguisorba officinalis*, *Hypochaeris radicata*, *Stellaria graminea*, *Senecio sp.*, *Betonica officinalis*, *Epilobium sp.*

Ve skupině trav se vyskytovaly převážně tyto druhy: *Festuca sp.*, *Anthoxantum odoratum*, *Holcus lanatus*, *Alopecurus pratensis*, *Poa sp.*



Obr. 1: Schéma bloku. V každém podbloku byly vždy oba typy gapů (gap se semennou bankou a gap bez semenné banky) a kontrolní plocha. Kontrolní plochy byly vytyčeny v nenarušené vegetaci. Každý blok obsahoval dva podbloky kosené v odlišném termínu a jeden nekosený podblok. Mezi plochami byly 0,5 m rozestupy, kolem ploch pak byl ponechán 1 m pás.

7.3. Statistické zpracování

Pro vyhodnocení změn počtu semenáčků v čase v závislosti na době kosení nebo typu půdy jsem použila analýzu variance pro opakovaná měření. Jako odpověď jsem použila logaritmované hodnoty počtu semenáčků, ke kterým jsem kvůli přítomnosti nulových hodnot přičetla jedničku: $Y' = \log_{10}(Y+1)$. Bloky byly použity jako faktor s náhodným efektem. Výpočty byly provedeny v programu Statistika 10 (Startsoft, inc. 2011).

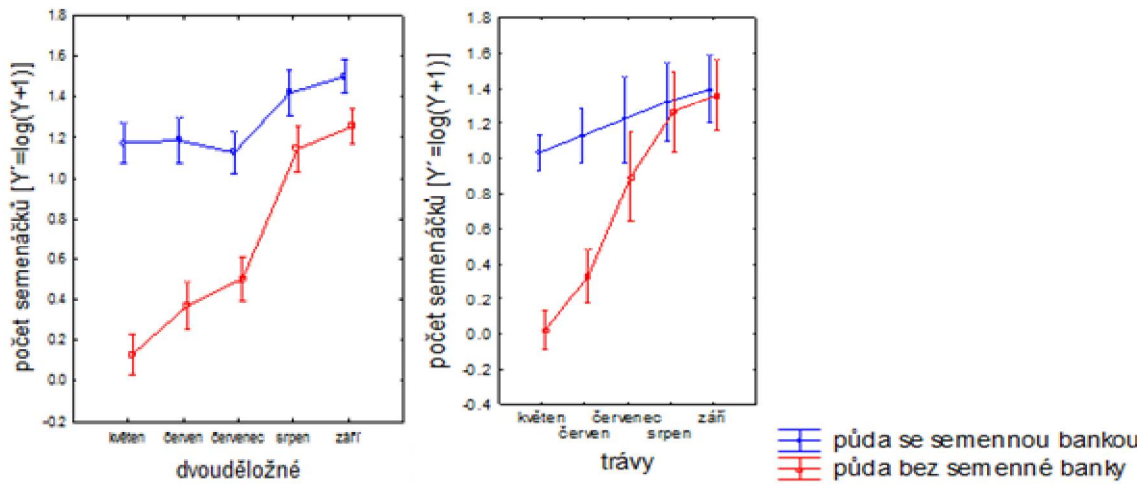
Jeden gap ve čtvrtém bloku s odstraněnou semennou bankou a prvním typem kosení byl z důvodu zaplevelení náletem ze statistického zpracování odstraněn.

8. Výsledky

8.1. Vliv semenné banky

Kolonizace ploch semeny dvouděložných rostlin a trav mezi gapy se semennou bankou a bez semenné banky se lišila. Rozdíly byly průkazné jak v počtech semenáčků (Tab. I) tak i v rychlosti přibývání semenáčků (Tab. I). V gapech bez semenné banky na počátku sezóny téměř nic nerostlo, nicméně v průběhu sezóny v nich došlo k výraznému nárůstu počtu semenáčků. Oproti tomu v gapech se semennou bankou jsem zaznamenala velký počet semenáčků už od počátku sezóny, a náskok zapříčiněný přítomností semenné banky přestal být výrazný až v druhé polovině sezóny.

Rovněž pro obě dílčí skupiny platí, že nárůst počtu semenáčků byl rychlejší v gapech bez semenné banky (Tab. I; Obr. 2). U obou skupin byly počty semenáčků v jednotlivých typech půdy vyrovnané, lišily se především průběhem uchycování (Tab. II). Dvouděložné v gapech se semennou bankou měly zpočátku sezóny vyrovnaný počet semenáčků, který od července výrazně rostl. Podobný průběh měly v gapech bez semenné banky: jejich počty se začátkem sezóny zvyšovaly, ale od července rostly velmi rychle. U trav počty semenáčků v gapech se semennou bankou mírně rostly po celou dobu sledování. V gapech bez semenné banky byl jejich růst výraznější a ke konci pozorování se počty trav v gapech se semennou bankou i bez semenné banky téměř vyrovnaly.



Obr. 2: Změny počtu semenáčků v čase v různých půdách pro skupiny dvouděložné a trávy (data jsou zprůměrována přes všechny termíny seče). Chybové úsečky v grafech znázorňují 95% konfidenční interval.

Tab. I: Statistické výsledky analýzy variance pro opakované měření počtu semenáčků obou skupin (dvouděložné, trávy) v různých typech půdy (bez semenné banky × se semennou bankou) a pro jednotlivé skupiny zvlášť. Hodnoty byly zprůměrovány přes všechny termíny seče.

		df effect	df error	F	p
dvouděložné + trávy	půda	1	56	70,919	<0,001
	čas	4	224	172,534	<0,001
	čas×půda	4	224	57,524	<0,001
dvouděložné	půda	1	27	127,177	<0,001
	čas	4	108	148,734	<0,001
	čas×půda	4	108	41,686	<0,001
trávy	půda	1	27	15,6	0,001
	čas	4	108	81,538	<0,001
	čas×půda	4	108	29,861	<0,001

Tab. II: Statistické výsledky analýzy variance pro opakované měření počtu semenáčků jednotlivých skupin (trávy×dvouděložné) v obou typech půdy zvlášť (bez semenné banky, se semennou bankou). Hodnoty byly zprůměrovány přes všechny termíny seče.

		df effect	df error	F	p
půda bez semenné banky	skupina	1	26	0,907	0,349
	čas	4	104	138,344	<0,001
	čas×skupina	4	104	4,555	0,002
půda se semennou bankou	skupina	1	28	0,638	0,431
	čas	4	112	55,594	<0,001
	čas×skupina	4	112	5,306	0,001

8.2. Vliv načasování kosení

Vliv načasování kosení na počty uchycených semenáčků se nepodařilo statisticky prokázat, a to ani v interakci s časem (Tab. III).

Tab. III: Statistické výsledky analýzy variance pro opakované měření počtu semenáčků obou skupin v jednotlivých časech kosení přes půdy bez semenné banky a se semennou bankou.

	df effect	df error	F	p
kosení	2	55	0,841	0,437
čas	4	220	83,4949	<0,001
čas×kosení	8	220	1,489	0,162

Celkové počty semenáčků zjištěných v jednotlivých etapách sezóny jsou uvedeny v tabulce (Tab. IV). Na konci sezóny bylo množství semenáčků dvouděložných rostlin srovnatelné v kontrolních plochách a plochách se semennou bankou; jedinou výjimku představovala nekosená plocha, kde byl v kontrole zaznamenán výrazně nižší počet semenáčků. Nejvíce semenáčků dvouděložných přeživších do konce sezóny bylo v kontrolní ploše při seči 23.5. Skupina trávy měla naopak nejvíce semenáčků na konci sezóny v půdě bez semenné banky. To ovšem neplatí v případě seče 23.5., kde bylo

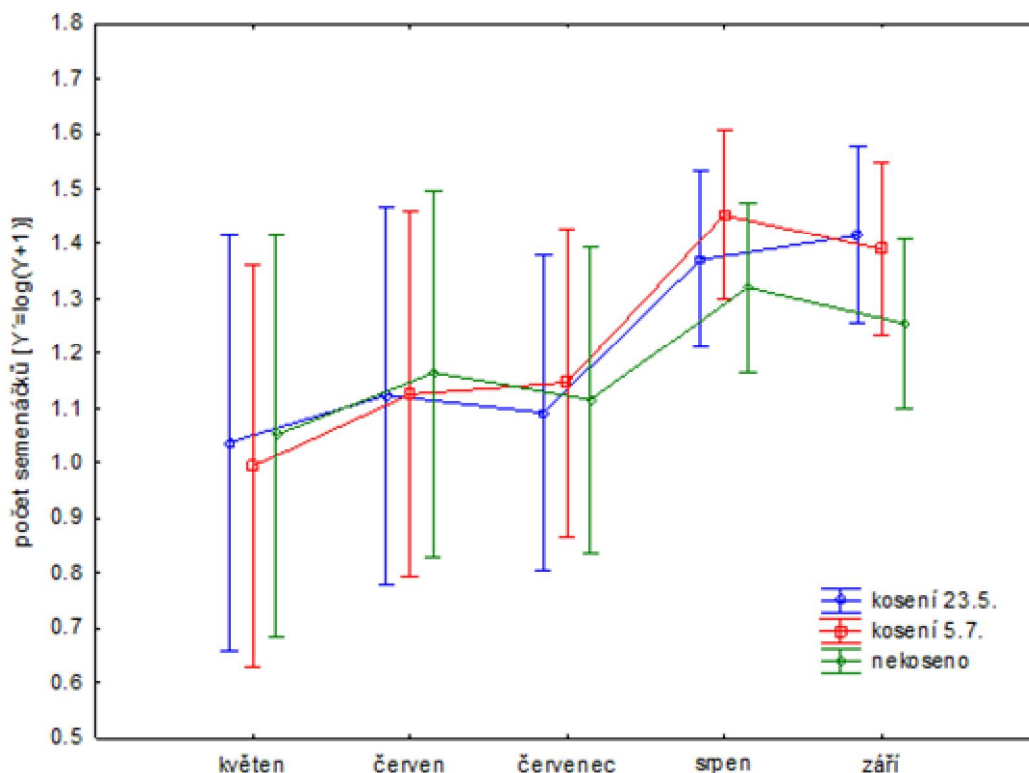
semenáčků naopak nejméně. Celkové množství semenáčků přeživších do konce sezóny bylo 2050; z toho dvouděložných bylo 1164 a semenáčků trav 886.

Tab. IV: Celkové počty semenáčků zjištěných v jednotlivých etapách sezóny. Kosení: (1) 23. 5., (2) 5. 7., (3) nekoseno. V kontrolních plochách byly sledovány pouze semenáčky dvouděložných.

skupina	půda	kosení	květen	červen	červenec	srpen	září
dvouděložné	kontrolní půda	1	241	304	240	226	195
		2	282	361	326	306	169
		3	309	354	215	126	57
	půda se semennou bankou	1	81	77	65	133	165
		2	64	67	58	117	149
		3	81	83	73	143	163
	půda bez semenné banky	1	1	4	6	65	95
		2	3	9	15	79	83
		3	3	12	17	70	88
trávy	půda se semennou bankou	1	60	71	88	99	107
		2	70	71	111	136	168
		3	43	64	90	145	168
	půda bez semenné banky	1	0	0	2	21	43
		2	1	13	131	215	212
		3	0	13	79	158	188

8.2.1. Vliv načasování kosení na počet semenáčků dvouděložných

Změna počtu semenáčků dvouděložných v čase se pro všechny typy kosení neliší (Tab. V; Obr. 3). Jejich počty byly po celou dobu celkem vyrovnané, jen v nekosených plochách od července semenáčky přibývaly pomaleji oproti ostatním dvěma sečím.



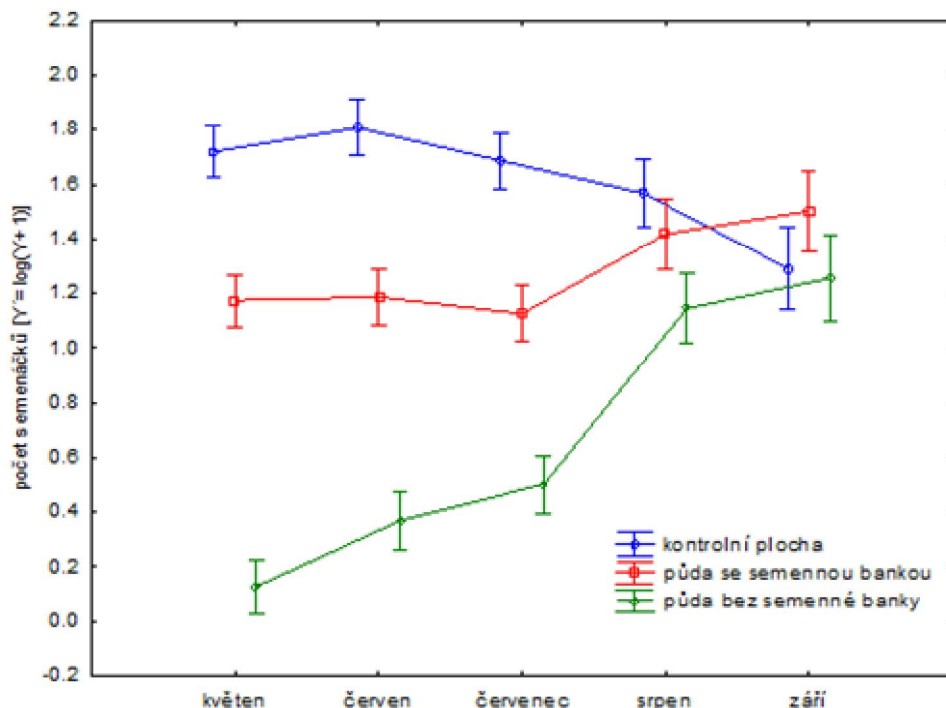
Obr. 3: Vliv různých termínů kosení na počet semenáčků ze skupiny dvouděložné v čase. Hodnoty jsou zprůměrované pro typy půd. Chybové úsečky v grafech znázorňují 95% konfidenční interval.

Tab. V: Výsledky analýzy variance pro opakované měření počtu semenáčků skupiny dvouděložné v závislosti na termínu kosení. Hodnoty jsou zprůměrované přes typy půd.

	df effect	df error	F	p
kosení	2	41	0,033	0,967
čas	4	164	10,026	<0,001
čas×kosení	8	164	0,419	0,908

Počet semenáčků dvouděložných se v kontrolních plochách a gapech během sezóny vyvíjel různě (Tab. VI). Ve všech plochách semenáčky na počátku sezóny přibývaly. V kontrolních plochách pak od června jejich počet začal klesat a klesal až do konce našeho pozorování. Naopak v gapech počty stále rostly. V plochách bez semenné banky rostly konstantně, od července je pak patrný výraznější nárůst jejich počtu. V gapech se

semennou bankou byly počty v první půlce sezóny stálé, růst začaly až od července. Na konci sezóny vedly tyto trendy k téměř vyrovnanému počtu semenáčků (Obr. 4).



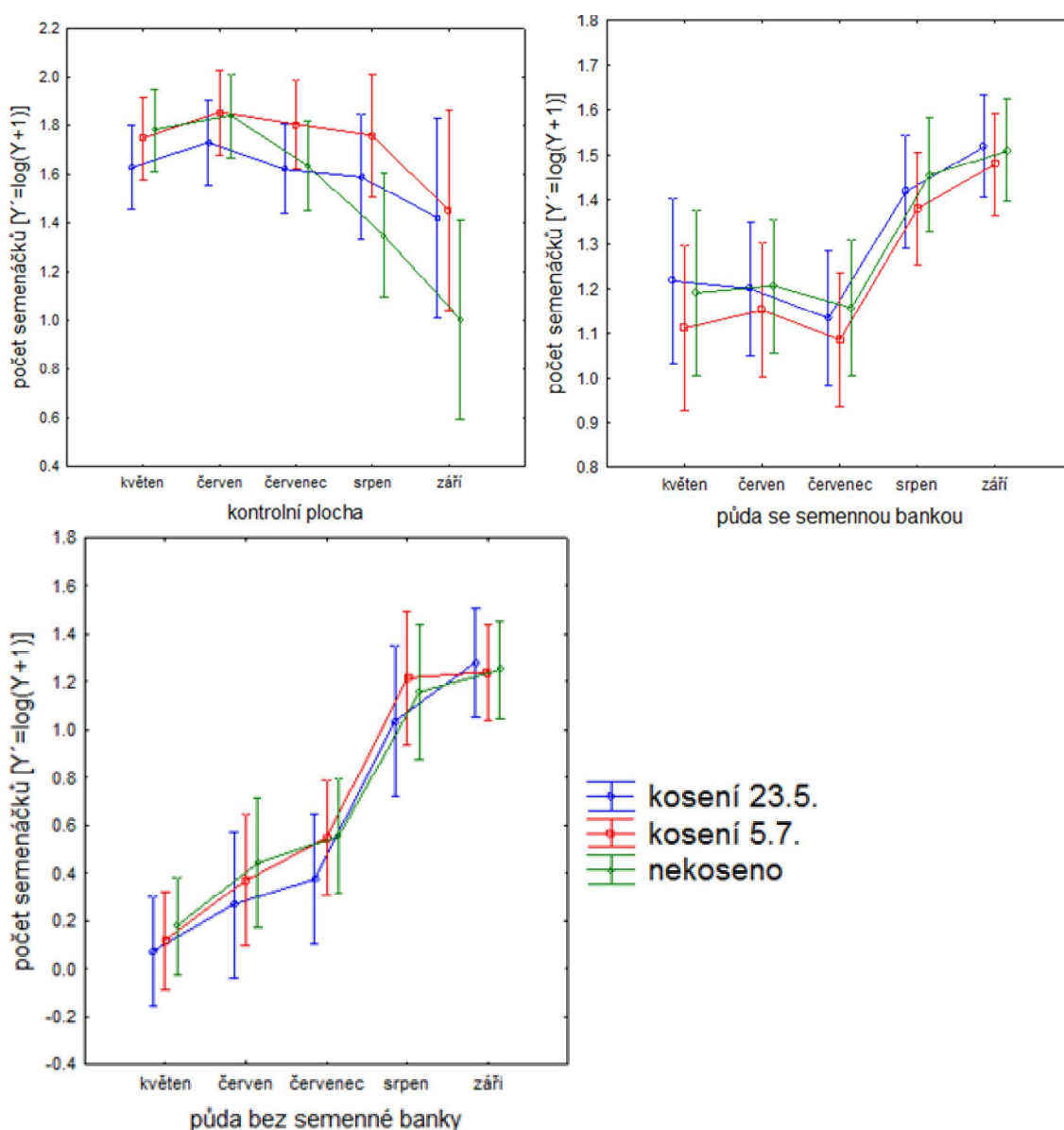
Obr. 4: Změny počtu semenáčků dvouděložných pro jednotlivé typy půd (kontrolní plochy, gapy se semennou bankou a gapy bez semenné banky). Hodnoty jsou zprůměrované přes všechny typy kosení. Chybové úsečky v grafech znázorňují 95% konfidenční interval.

Tab. VI: Výsledky analýzy variance pro opakované měření počtu semenáčků skupiny dvouděložné v jednotlivých typech půdy (kosení zprůměrované).

	df effect	df error	F	p
půda	2	41	106,69	<0,001
čas	4	164	45,766	<0,001
čas×půda	8	164	66,92	<0,001

Pro gapy se semennou bankou a gapy bez semenné banky byly rozdíly mezi třemi typy kosení neprůkazné i v kombinaci s časem (Tab. VII; Obr. 5). V kontrolní ploše se vliv typů kosení také neprojevil, avšak v interakci s časem už jsou jejich rozdíly průkazné (Tab. VII; Obr. 5). V kontrolních plochách docházelo k vyšší mortalitě semenáčků na

konci sezóny, a to nejvíce v plochách v nekosených podblocích. V kontrolních plochách bylo na konci pozorování méně semenáčků než na počátku sledování. K úbytku semenáčků začalo docházet od června. V gapech se semennou bankou byly počty semenáčků po celou dobu srovnatelné. Podobně tomu bylo i u gapů bez semenné banky. Celkové počty semenáčků všech ploch pro jednotlivé termíny pozorování a pro různé typy kosení jsem napsala do tabulky (Tab. IV).



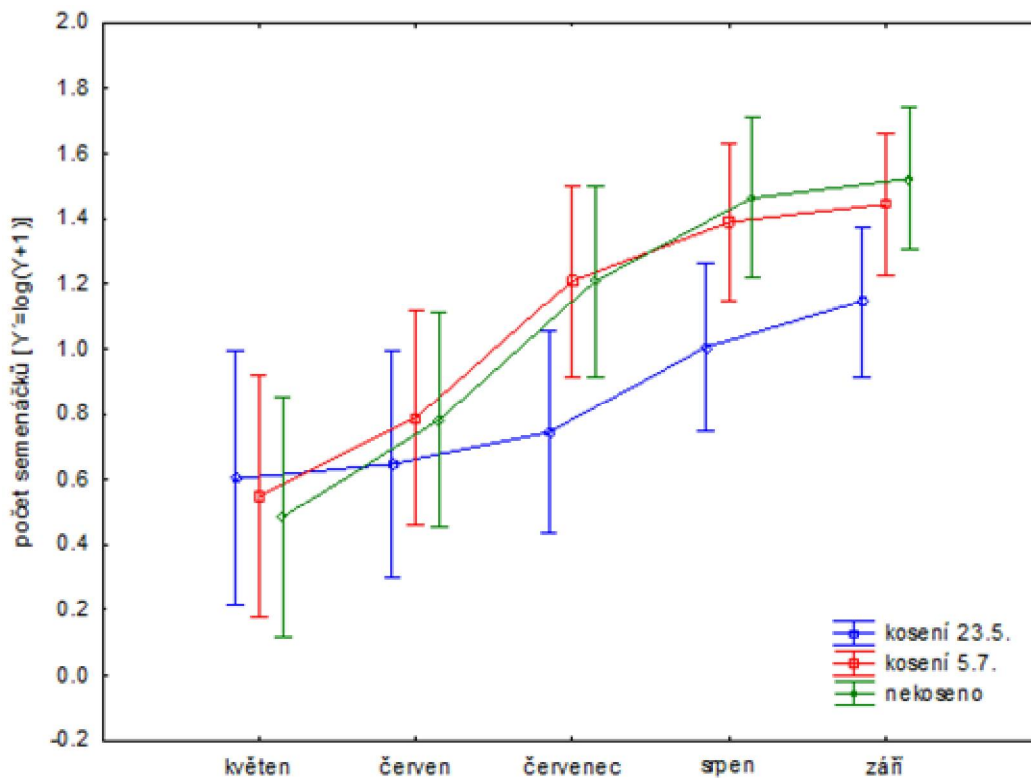
Obr. 5: Vliv různých termínů kosení na počet semenáčků ze skupiny dvouděložné pro jednotlivé typy ploch v čase. Chybové úsečky v grafech znázorňují 95% konfidenční interval.

Tab. VII: Výsledky analýzy variance pro opakované měření počtu semenáčků skupiny dvouděložné v závislosti na termínu kosení. Hodnoty jsou vyneseny pro jednotlivé typy půdy zvlášť.

		df effect	df error	F	p
kontrolní plocha	kosení	2	12	1,058	0,387
	čas	4	48	24,669	<0,001
	čas×kosení	8	48	3,829	0,002
půda bez semenné banky	kosení	2	11	0,46	0,643
	čas	4	44	97,456	<0,001
	čas×kosení	8	44	0,32	0,918
půda se semennou bankou	kosení	2	12	0,446	0,65
	čas	4	48	34,876	<0,001
	čas×kosení	8	48	0,13	0,998

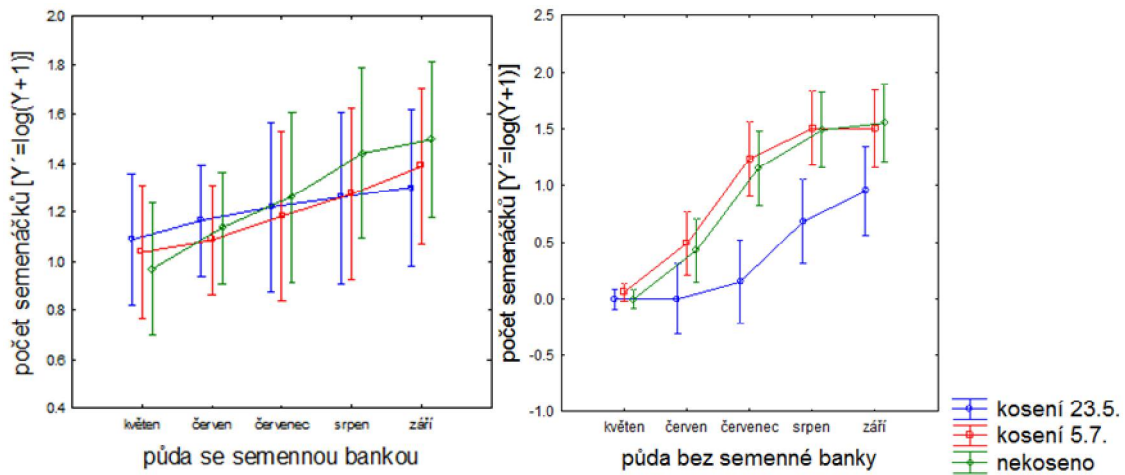
8.2.2. Vliv načasování kosení na počet semenáčků skupiny trávy

Vliv načasování kosení na počet semenáčků trav nebyl průkazný a to ani v čase (Tab. VIII). Počty semenáčků na kosených plochách 5.7. rostly podobně jako na nekosených. Na plochách kosených v termínu 23.5. byly jejich počty o trochu nižší a během sezóny rostly pomaleji (Obr. 6).



Obr. 6: Změny počtu semenáčků skupiny trávy v čase při různém kosení pro oba typy gapů dohromady (gap se semennou bankou, gap bez semenné banky). Chybové úsečky v grafech znázorňují 95% konfidenční interval.

V půdě se semennou bankou byl vliv kosení na počet semenáčků i na jejich změnu v čase neprůkazný (Tab. VIII), avšak v půdě bez semenné banky se jeho vliv i v interakci s časem prokázal (Tab. VIII). V gapech se semennou bankou byl trend uchycování semenáčků podobný u všech typů kosení, mírně vyšší počty byly zaznamenány v nekosené ploše (Obr. 7). V gapech bez semenné banky byly počty semenáčků uchycovaných v plochách kosených 5.7. srovnatelné jako v nekosených plochách, avšak v plochách kosených na počátku sezóny byly počty uchycených semenáčků výrazně nižší a jejich růst pomalejší (Obr. 7).



Obr. 7: Graf vlivu různých termínů kosení na počet semenáčků ze skupiny trávy pro jednotlivé typy ploch (gap se semennou bankou a bez semenné banky) v čase. Chybové úsečky v grafech znázorňují 95% konfidenční interval.

Tab. VIII: Výsledky analýzy variance pro opakované měření počtu semenáčků skupiny trávy v reakci na kosení zprůměrované pro obě půdy a vynesené pro oba typy půdy jednotlivě.

		df effect	df error	F	p
Zprůměrované obě půdy	kosení	2	26	1,507	0,240
	čas	4	104	39,916	<0,001
	čas×kosení	8	104	1,908	0,066
V půdě se semennou bankou	kosení	2	12	0,074	0,929
	čas	4	48	26,846	<0,001
	čas×kosení	8	48	2,08	0,056
V půdě bez semenné banky	kosení	2	11	12,452	0,001
	čas	4	44	75,98	<0,001
	čas×kosení	8	44	3,578	0,003

9. Diskuze

Schopnost tvořit semennou banku je druhově specifická (Thompson *et al.* 1997, Akinola *et al.* 1998) a schopnost přežít v ní se také druhově liší (Milberg 1992). V rámci této práce jsem se zabývala rozdíly mezi travami a dvouděložnými, které jsou porovnávány v mnoha jiných studiích (Smith *et al.* 1996, Bullock *et al.* 2001, Fibich *et al.* 2012). Obě testované skupiny rostlin (dvouděložné a trávy) měly výraznou schopnost regenerace ze semenné banky vzniklé v průběhu předchozích sezón. Počty semenáčků uchycených ze semenné banky ani ze semenného deště se mezi skupinami průkazně nelišily. Měly však rozdílné příroty v průběhu sezóny. Počty semenáčků trav rostly plynule od počátku, dvouděložné měly pomalejší začátek, ale od července jejich počty strmě stoupaly. Obecně měla semenná banka vliv především na regeneraci gapů na počátku sezóny. Na konci první vegetační sezóny již byly počty semenáčků v gapech s odstraněnou semennou bankou téměř srovnané s počty v gapech s původní semennou bankou. K podobnému závěru došli i ve studii Fibich *et al.* (2012). Dvouděložné však tento rozdíl nedohrnaly tolik jako trávy, což odpovídá mému očekávání, protože v semenné bance jsou obsaženy dvouděložné více než trávy (Rice 1989) a trávy mají zase naopak větší semenný déšť (Fibich *et al.* 2012). Ve studii Fibich *et al.* (2012) pak navíc trávy díky většímu semennému dešti dominovaly koncem sezóny celkově. To se v mém pozorování nepotvrdilo a myslím si, že je to květnovým termínem kosení, který trávy výrazně omezil.

Dále jsem otestovala, jak se uchycovaly semenáčky dvouděložných v různých typech ploch. V gapech semenáčky prospívaly dobře a jejich nárůst v průběhu sezóny byl pozvolný. Naopak v kontrolních plochách byly počty semenáčků na počátku sezóny nejvyšší. To mohlo být způsobeno časným klíčením semen ze semenné banky, z čehož můžeme předpokládat, že zde měly semenáčky vhodnější podmínky pro klíčení. Okolní vegetace je pravděpodobně chránila před prudkým sluncem a zabraňovala tak jejich vysychání (Isselstein *et al.* 2002). Nedostatek vody je právě podstatným faktorem, který ovlivňuje klíčení semen (Stampfli *et Zeiter* 2008). Mohlo se však také jednat o semenáčky z loňského roku, kdy semena vyklíčila a ve fázi semenáče čekala na vhodnější podmínky pro růst. V druhé půlce sezóny však na těchto kontrolních plochách došlo k větší mortalitě semenáčků než v gapech obojího typu. Tento pokles jejich počtu pak dobře koresponduje s ostatními studiemi, které tvrdí, že mortalita koncem sezóny na plochách bez narušení drnu je větší než v gapech z důvodu větší kompetice o světlo (Silvertown *et Dickie* 1980,

Isselstein *et al.* 2002, Jongejans *et al.* 2006, Williams *et al.* 2007). Tento efekt byl ještě více podpořen nekosením.

Vliv různých termínů kosení na dynamiku uchycování semenáčků obou skupin dohromady během sezóny se neprokázal. Obě skupiny jsem testovala ještě jednotlivě, protože podle řady studií (např. Smith *et al.* 1996, Bullock *et al.* 2001, Fischer *et al.* 2002) mají rozdílné reakce na způsoby a termíny obhospodařování. Podle výsledků mého jednosezónního pokusu reagovaly na různé termíny seče dvouděložné rostliny i trávy při nerozlišení půdy také neprůkazně. Avšak při přezkoumání jednotlivých typů půdy zvláště, byly výsledky zajímavější. Kosení v květnu (v plochách bez semenné banky) výrazně snížilo počet uchycených semenáčků trav oproti druhým dvěma typům kosení (v červenci a nekoseno). Vysvětlují to tím, že velká část zástupců trav byla pokosena dříve, než se stačila vysemenit, a tak následně měla snížený počet uchycených semenáčků (Huhta *et al.* 2001, Overbeck *et al.* 2003, Leng *et al.* 2011, Bretzel *et al.* 2012, Butler *et al.* 2013, Mudrák *et al.* 2014). Kosení v červenci se v tomto případě průkazně nelišilo od nekosených ploch. V době červencového kosení již byla většina trav vysemeněna a toto kosení by mohlo fungovat spíše jako faktor zlepšující podmínky pro uchycení semenáčků (Huhta *et al.* 2001, Leng *et al.* 2011, Bretzel *et al.* 2012).

U dvouděložných se tento efekt neprojevil a všechna tři kosení měla v gapech bez semenné banky stejný efekt. Myslím si, že je to dáno právě odlišnou fenologií těchto dvou skupin: dvouděložné na louce tohoto typu dozrávají dříve než trávy (Smith *et al.* 1996, Fibich *et al.* 2012). Značné množství (nebo spíše několik dominantních druhů) dvouděložných se patrně již vysemenilo, a tak na ně květnový termín seče neměl signifikantní vliv co do přísunu semen.

V plochách se semennou bankou byl efekt kosení pro obě skupiny neprůkazný a ani z grafů není patrný žádný trend. Semenná banka má evidentně velký vliv na počet uchycených semenáčků a mnou manipulovaný přísun semen výsledný počet uchycených semenáčků příliš neovlivnil. Do budoucna by se ovšem s vlivem různých termínů seče na plochách se semennou bankou dalo počítat, protože efekt kosení se projevuje více v dlouhodobém měřítku (Williams *et al.* 2007). V této jednoleté studii jsem především chtěla ověřit vliv manipulace přísunu semen kosením, což je nejlépe patrné na plochách, které neobsahují semennou banku z předchozích let. Proto jsem použila v jednom typu gapů devitalizovanou zeminu, která žádnou semennou banku neobsahovala. Vliv termínů

kosení byl patrný nejvíce právě v těchto plochách. Výsledky v plochách bez semenné banky však také mohou být ovlivněny faktem, že semena rostlin často neklíčí ten rok, kdy se vysemenila (Bewley 1997). Nicméně tento efekt by měl být ve všech jednotlivých gapech stejný.

V kontrolních plochách bylo možné sledovat vliv různých termínů kosení nejen na přísun semen, ale také zde bylo možné vypořádat, jak tyto termíny vlivem nestejného odstraňování biomasy ovlivňují životní podmínky semenáčků. Vliv okolní vzrostlé vegetace na podmínky semenáčků v gapech se v závislosti na různém termínu seče výrazně nelišil, neboť gapy byly poměrně velké. Podporuje to skutečnost, že nejmenší rozdíly v termínech seče byly právě v gapech se semennou bankou. V kontrolních plochách, kde byly sledovány pouze dvouděložné, došlo k statisticky průkaznému efektu změny počtu semenáčků v odpovědi na kosení. Vůbec největší míra mortality byla v rámci těchto kontrolních ploch v podblocích, které se nekosily vůbec. To dobře koresponduje s výsledky ostatních studií (Isselstein 2002, Jongejans *et al.* 2005, Williams Jackson *et al.* 2007). V nekosených plochách je totiž vyšší kompetice o světlo než v kosených, tudíž semenáčky v nenarušené vegetaci špatně přežívají. A právě plochy, které byly koseny v červenci, vykazovaly míru mortality nejmenší. Kosení v květnu nepodporovalo uchycení semenáčků tolik jako červencové kosení pravděpodobně proto, že biomasa pokosená z počátku sezóny opět narostla a více konkurovala semenáčkům o světlo.

10. Závěr

Ve své studii jsem se zabývala vlivem různých termínů kosení na uchycování dvouděložných a trav ze semen. Při celkovém pohledu neměly termíny kosení významný vliv na počty semenáčků. Avšak detailněji se kosení v květnu pro trávy ukázalo jako příliš brzké a ovlivnilo negativně počet jejich semenáčků uchycených z přísunu semen té sezóny. Červencové kosení se od nekosení pro skupinu trávy vůbec nelišilo, čili nemělo na aktuální přísun semen žádný vliv. U dvouděložných nebyl efekt kosení žádný, což nasvědčuje tomu, že část zástupců této skupiny již byla vysemeněna i při časném termínu seče. Dvouděložným tedy dozrávala semena dříve než většině trav. Obě skupiny měly výraznou semennou banku, a proto se rozdíly mezi termíny seče projevíly pouze v gapech, kde jsem semennou banku odstranila.

Vliv různých termínů kosení na sílu kompetice ze strany vzrostlých rostlin byl nejlépe pozorovatelný u dvouděložných semenáčků v zapojené vegetaci, kde byla původní semenná banka také zachována. Obě kosení pozitivně ovlivnila uchycování semenáčků v průběhu sezóny oproti nekosení.

Narušení drnu pomáhalo lepšímu uchycování semenáčků dvouděložných v průběhu sezóny, nicméně na konci sezóny byl ve všech typech ploch počet semenáčků podobný.

Semenná banka ovlivňovala regeneraci semenáčků především zpočátku sezóny. Koncem sezóny se rozdíl vyrovnávaly.

Ve všech případech je však třeba mít na paměti, že se jednotlivé druhy liší svou fenologií, a tak se i jejich reakce na termíny zásahu může vymykat obecnému trendu skupiny. Do budoucna by bylo vhodné, zaměřit se na druhy jednotlivě a důkladně sledovat jejich fenologii.

11. Literární zdroje

Akinola, M. O., Tompson, K. *et* Buckland, S. M. (1998). Soil seed bank of an upland calcareous grassland after 6 years of climate and management manipulation. *Journal of Applied Ecology*. **35**, 544–552.

Bewley, J. D. (1997). Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*. **9**: 1055–1066.

Billeter, R., Peintinger, M. *et* Diemer, M. (2007). Restoration of montane fen meadows by mowing remains possible after 4–35 years of abandonment. *Botanica Helvetica*. **117**: 1–13.

Bissels, S., Donath, T. W., Hölzel, N. *et* Otte, A. (2006). Effect of different mowing regimes on seedling recruitment in alluvial grasslands. *Basic and Applied Ecology*. **7**: 433–442.

Bretzel, F., Malorgio, F., Paoletti, L. *et* Pezzarossa, B. (2012). Response of sowed, flowering herbaceous communities suitable for antropic Mediterranean areas under different mowing regimes. *Landscape and Urban Planning*. **107**: 80–88.

Bullock, J. M., Hill, B. C., Silvertown, J. et Sutton, M. (1995). Gap colonization as a source of grassland community change—effect of gap size and grazing on the rate and mode of colonization by different species. *Oikos*. **72**: 273–282.

Bullock, J. M., Franklin, J., Stevenson, M. J., Silvertown, J., Coulson, S. J., Gregory, S. J. et Tofts, R. (2001). A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. *Journal of Applied Ecology*. **38**: 253–267

Bullock, J. M., Moy, I. L., Coulson, S. J. et Clarke, R. T. (2003). Habitat-specific dispersal: environmental effects on the mechanisms and patterns of seed movement in a grassland herb *Rhinanthus minor*. *Ecography*. **26**: 692–704.

Buri, P., Humbert, J.-Y. et Arlettaz, R. (2014). Promoting pollinating insects in intensive agricultural matrices: field-scale experimental manipulation of hay-meadow mowing regimes and its effects on bees. *Plos One*. **9**: e85635

Butler, R. A., Brouder, S. M., Johnson, W. G. et Gibson, K. D. (2013). Response of four summer annual weed species to mowing frequency and height. *Weed Technology*. **27**: 798–802.

Coulson, S. J. Bullock J. M., Stevenson, M. J. et Pywell, R. F. (2001). Colonization of grassland by sown species: dispersal versus microsite limitation in responses to management. *Journal of Applied Ecology*. **38**: 204–216.

Čiháková, K. (2006). Zdroje semen a způsoby jejich šíření. In: Mládek, J., Pavlů, V., Hejcman, M. et Gaisler J. (eds.), *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV Praha, 104 s. ISBN 80-86555-76-3

Čížek, L. et Konvička, M. (2006). Pastva a biodiverzita. In: Mládek, J., Pavlů, V., Hejcman, M. et Gaisler J. (eds.), *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV Praha, 104 s. ISBN 80-86555-76-3

De Bruijn, S. L. et Bork, E. W. (2006). Biological control of Canada thistle in temperate pastures using high density rotational cattle grazing. *Biological Control*. **36**: 305–315.

DiTomaso, J. M. (2000). Invasive weeds in rangelands: Species, impacts, and management. *Weed Science*. **48**: 255–265.

- Fibich, P., Vítová, A., Macek, P. *et* Lepš, J. (2012). Establishment and spatial associations of recruits in meadow gaps. *Journal of Vegetation Science*. **24**: 496–505.
- Finch-Savage, W. E. *et* Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist*. **171**: 501–523.
- Fischer, M. *et* Wipf, S. (2002). Effect of low-intensity grazing on the species-rich vegetation of traditionally mown subalpine meadows. *Biological Conservation*. **104**: 1–11.
- Galvánek, D. *et* Lepš, J. (2009). How do management and restoration needs of mountain grasslands depend on moisture regime? Experimental study from north-western Slovakia (Western Carpathians). *Applied Vegetation Science*. **12**: 273–282.
- Galvánek, D. *et* Lepš, J. (2012). The effect of management on productivity, litter accumulation and seedling recruitment in a Carpathian mountain grassland. *Plant Ecology*. **213**: 523–533.
- Gibson, C. W. D. *et* Brown, V. K. (1992). Grazing and vegetation change: deflected or modified succession? *Journal of applied ecology*. **29**:120–131
- Gross, K. L. (1984). Effects of seed size and growth form on seedling establishment of six monocarpic perennial plants. *Journal of Ecology*. **72**: 369–387.
- Hejduk, S. *et* Gaisler, J. (2006). Stručná charakteristika základních způsobů obhospodařování. In: Mládek, J., Pavlů, V., Hejcman, M. *et* Gaisler J. (eds.), *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV Praha, 104 s. ISBN 80-86555-76-3
- Hejtman, M. *et* Pavlů, V. (2006). Historie pastevního obhospodařování. In: Mládek, J., Pavlů, V., Hejcman, M. *et* Gaisler J. (eds.), *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV Praha, 104 s. ISBN 80-86555-76-3
- Hofmann, M. *et* Isselstein, J. (2004). Seedling recruitment on agriculturally improved mesic grassland: The influence of disturbance and management schemes. *Applied Vegetation Science*. **7**: 193–200
- Hölzel, N. (2005). Seedling recruitment in flood-meadow species: The effect of gaps, litter and vegetation matrix. *Applied Vegetation Science*. **8**: 115–224.

- Huhta, A. P., Rautio, P., Tuomi, J. *et* Laine, K. (2001). Restorative mowing on an abandoned semi-natural meadow: short-term and predicted long-term effects. *Journal of Vegetation Science*. **12**: 677–686.
- Isselstein, J., Tallowin, J. R. B. *et* Smith, R. E. N. (2002). Factors affecting seed germination and seedling establishment of fen-meadow species. *Restoration Ecology*. **10**: 173–184.
- Janssens, F., Peeters, A., Tallowin, J. R. B., Bakker, J. P., Fillat, F. *et* Oomes, M. J. M. (1998). Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil*. **202**: 69–78.
- Jersáková, J. *et* Kindlaman, P. (2004). *Zásady péče o orchidejová stanoviště*. Kopp České Budějovice, 119 s. ISBN 80-7232-254-0
- Johst, K., Drechsler, M., Thomas, J. *et* Settele, J. (2006). Influence of mowing on the persistence of two endangered large blue butterfly species. *Journal Of Applied Ecology*. **43**: 333–342.
- Jongejans, E., Soons, M. B. *et* Kroon H. (2006). Bottlenecks and spatiotemporal variation in the sexual reproduction pathway of perennial meadow plants. *Basic and Applied Ecology*. **7**: 71–81.
- Kalamees, R. *et* Zobel, M. (2002). The role of seed bank in gap regeneration in a calcareous grassland community. *Ecological society of America*. **83**: 1017–1025.
- Keleman, A., Torok, P., Valkó, O., Deák, B., Migléc, T., Tóth, K., Olvedi, T. *et* Tóthmérész, B. (2014). Sustaining recovered grasslands is not likely without proper management: vegetation changes after cessation of mowing. *Biodiversity and Conservation*. **23**: 741–751.
- Klimeš, L., Jongepierová, I. *et* Jongepier, J. W. (2000). The effect of mowing on a previously abandoned meadow: a ten year experiment. *Příroda*. **17**: 7–24.
- Kotorová, I. *et* Lepš, J. (1999). Comparative ecology of seedling recruitment in oligotrophic wet meadow. *Journal of Vegetation Science*. **10**: 175–186.
- Křenová, Z. *et* Lepš, J. (1996). Regeneration of *Gentiana pneumonanthe* population in an oligotrophic wet meadow. *Journal of Vegetation Science*. **7**: 107–112.

Kubát, K., Hrouda, L., Chrtek, J. jun., Kaplan, Z., Kirschner, J., Štěpánek, J. (2002). *Klíč ke květeně České Republiky*. Academia Praha. 928 s. ISBN 80-200-0836-5

Leishman, M. R. (2001). Does the seed size/number trade-off model determine plant community structure? An assessment of the model mechanisms and their generality. *Oikos*. **93**: 294-302.

Leng, X., Musters, C. J. M. et de Snoo, G. R. (2011). Effect of mowing date on the opportunities of seed dispersal of ditch bank plant species under different managements regimes. *Journal of Nature Conservation*. **19**: 166–174.

Maron, J. L. et Jefferies, R. L. (2001). Restoring enriched grasslands: effects of mowing on species richness, productivity, and nitrogen retention. *Ecological Applications*. **11**: 1088–1100.

Milberg, P. (1992). Seed bank in a 35-year-old experiment with different treatments of a semi-natural grassland. *Acta Ecologica*. **13**: 743–752.

Mládek, J., Hejtmán, M. et Pavlů, V. (2006). Struktura a druhová skladba vegetace. In: Mládek, J., Pavlů, V., Hejtmán, M. et Gaisler J. (eds.), *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV Praha, 104 s.

Mudrák, O., Mládek, J., Blažek, P., Lepš, J., Doležal, J., Nekvapilová, E. et Těšitel, J. (2014). Establishment of hemiparasitic *Rhinanthus spp.* in grassland restoration: lessons learned from sowing experiments. *Applied Vegetation Science*. **17**: 274–287.

Nathan, R. et Muller-Landau, H. C. (2000). Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Tree*. **15**: 278–285.

Olf, H. et Ritchie, M. E. (1998). Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Tree*. **13**: 261–265.

Overbeck, G., Kiehl, K. et Abs, C. (2003). Seedling recruitment of *Succisella inflexa* in fen meadows: Importance of seed and microsite availability. *Applied Vegetation Science*. **6**: 97–104.

Pálková, K. (2005). *Srovnávání fenologie lučních rostlin lokality Ohrazení pod vlivem kosení*. České Budějovice: Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká

fakulta, katedra Botaniky, 43 s. Bakalářská práce. Vedoucí práce Prof. RNDr. Jan Lepš, Csc.

Podolská, V. (1995). *Mechanismy regenerace a jejich vliv na udržení druhové diversity*. České Budějovice: Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, katedra Botaniky, 12 s., 7 s. příloh. Bakalářská práce. Vedoucí práce Prof. RNDr. Jan Lepš, Csc.

Proulx, M. et Mazumder, A. (1998). Reversal of grazing impact on plant species richness in nutrient-poor vs. nutrient-rich ecosystems. *Ecology*. **79**: 2581–2592.

Reisch, Ch. et Poschold, P. (2009). Land use affect flowering time: seasonal and genetic differentiation in the grassland plant *Scambiosa Columbiaria*. *Evolutionary Ecology*. **23**: 753–764.

Rice, K. L. (1989). Impacts of seed banks on the grassland community structure and population dynamics. 212–229. In Leck, M. A., Parker, V. T. & Simpson, R. L. (eds.) (1989): *Ecology of soil seed banks*. Academic Press. London.

Ryser, P. (1993). Influences of neighbouring plants on seedling establishment in limestone grassland. *Journal of Vegetation Science*. **4**: 195–202.

Silvertown, J. W. et Dickie, J. B. (1980). Seedling survivorship in natural population of nine perennial chalk grassland plants. *The New Phytologist*. **88**: 555–558.

Smith, R. S., Pullan, S. et Shiel, R. S. (1996). Seed shed in the making of hay from mesotrophic grassland in a field in Northern England: effects of hay cut date, grazing and fertilizer in a split-split-plot experiment. *Journal of Applied Ecology*. **33**: 833–841.

Smith, R. S., Shiel, R. S., Millward, D., et Corkhill, P. (2000). The interactive effects of management on the productivity and plant community structure of an upland meadow: an 8-year field trial. *Journal of Applied Ecology*. **37**: 1029–1043.

Stachová, T. (2005). *Produkce semen bylinných druhů na lokalitě ohrazení*. České Budějovice: Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, katedra Botaniky, 31 s., 4 s. příloh. Bakalářská práce. Vedoucí práce Prof. RNDr. Jan Lepš, Csc.

- Stammel, B., Kiehl, K. et Pfadenhaer, J. (2003). Alternative management on fens: Response of vegetation to grazing and mowing. *Applied Vegetation Science*. **6**: 245–254.
- Stampfli, A. et Zeiter, M. (2008). Mechanism of structural change derived from patterns of seedling emergence and mortality in a semi-natural meadow. *Journal of Vegetation Science*. **19**: 563–574.
- Stampfli, A. et Zeiter, M. (1999). Plant species decline due to abandonment of meadows cannot easily be reversed by mowing. A case study from the southern Alps. *Journal of Vegetation Science*. **10**: 151–164.
- Stampfli, A. et Zeiter, M. (2004). Plant regeneration directs changes in grassland composition after extreme drought: a 13-year study in southern Switzerland. *Journal of Ecology*. **92**: 568–576.
- Startsoft, inc. (2011). STATISTICA (data analysis software system), version 10. www.startsoft.com
- Špačková, I., Kotorová, I. et Lepš, J. (1998). Sensitivity of seedling recruitment to moss, litter and dominant removal in an oligotrophic wet meadow. *Folia Geobotanica*. **33**: 17–30.
- Thomson, K., Bakker, J. P., et Bekker, R. M. (1997). *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge University Press
- Tilman, D. (1997). Community invasibility, recruitment limitation, and grassland biodiversity. *Ecology*. **78**: 81–92.
- Turnbull, L. A., Crawley, M. J. et Rees, M. (2000). Are plant populations seed-limited? A review of seed sowing experiments. *Oikos*. **88**: 225–238.
- Westoby, M., Leishman, M. R. et Lord, J. M. (1995). On misinterpreting the phylogenetic correction. *Journal of Ecology*. **83**: 531–534.
- Williams, D. W., Jackson, L. L. et Smith D. D. (2007). Effects of frequent mowing on survival and persistence of forbs seeded into a species-poor grassland. *Restoration Ecology*. **15**: 24–33.