

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra pícninářství a trávnickářství

Konkurenční schopnost kostravy rákosovité (*Festuca arundinacea* Schreb.) ve srovnání s vybranými trávnickovými druhy

doktorská disertační práce

Autor: Ing. Tereza Králíčková

Školitel: prof. Ing. Miluše Svobodová, CSc.

Konzultant: prof. Ing. Jaromír Šantrůček, CSc.
Katedra pícninářství a trávnickářství
FAPPZ, ČZU v Praze

Ing. Ivo Našinec
Oseva UNI a. s., Choceň
Šlechtitelská stanice Větrov

Praha 2014

Ráda bych poděkovala svojí školitelce paní prof. Ing. Miluši Svobodové, CSc. za její ochotu a čas při konzultacích, odborné vedení a cenné rady, díky kterým tato práce vznikla. Můj velký dík patří rovněž vedoucímu Katedry píceinářství a trávnickářství panu prof. Ing. Jaromíru Šantrůčkovi, CSc., za podporu a vytvoření podmínek k práci. Velmi děkuji Ing. Ivu Našincovi ze šlechtitelské stanice Větrov za neobyčejně vstřícný přístup při zakládání a ošetřování pokusů, za odborné rady a pravidelné konzultace. Dále děkuji doc. Ing. Bohumíru Cagašovi, CSc. z Výzkumné stanice travinářské Zubří za detekci endofytů ve vzorcích. Děkuji rovněž svým spolupracovníkům, jmenovitě Ing. Jaroslavu Martinkovi, Ph.D., Ing. Kamile Máškové, doc. Ing. Josefu Haklovi, Ph.D., Ing. Pavlu Fuksovi, Ph.D., Ing. Zuzaně Hrevušové, Ph.D. za pomoc při odběrech vzorků a jejich zpracování a i ostatním členům katedry za vytvoření příjemné atmosféry na pracovišti.

V neposlední řadě bych ráda vyjádřila obrovský dík svým rodičům za duševní i materiální podporu, kterou mi poskytovali v průběhu celého studia, a dále bych ráda poděkovala svému muži za pomoc, trpělivost a optimismus, jež ho neopouštěly.

Práce byla řešena za podpory výzkumného záměru FAPPZ ČZU v Praze: „Setrvalé zemědělství, kvalita zemědělské produkce, krajinné a přírodní zdroje“, č. MSM 6046070901 a šlechtitelské stanice ve Větrově (Oseva UNI a.s., Choceň).

OBSAH

1	Přehled o současném stavu poznání	6
1.1	Úvod.....	6
1.2	Rod kostřavy (<i>Festuca</i> spp.)	7
1.3	Kostřava rákosovitá - <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	7
1.3.1	Morfologická charakteristika	7
1.3.2	Historie kostřavy rákosovité	8
1.3.3	Klasifikace a genetika.....	11
1.3.4	Kořenový systém a suchovzdornost	11
1.4	Vliv endofytních hub – <i>Neotyphodium coenophialum</i>	12
1.4.1	Symbióza a mutualismus	13
1.4.2	Toxicita kostřavy rákosovité.....	14
1.4.3	Šlechtění kostřavy rákosovité	17
1.5	Význam a využití kostřavy rákosovité.....	18
1.6	Vývin trav v počátečních růstových fázích.....	19
1.6.1	Klíčení a vzházení trav.....	19
1.6.2	Vnější činitele ovlivňující klíčení a vzházení	21
1.6.3	Vnitřní činitele klíčení	22
1.7	Konkurence trav v porostu a možnosti jejího ovlivnění	24
2	Hypotézy a cíle práce.....	28
2.1	Hypotézy	28
2.2	Cíle práce	28
3	Metodika	29
3.1	Charakteristika použitých druhů	29
3.2	Metodika provedených pokusů	32
3.2.1	Laboratorní pokusy (<i>in vitro</i>).....	32
3.2.2	Nádobové pokusy	34
3.2.3	Polní pokusy	35
3.2.4	Zjištění obsahu endofytů	37
3.2.5	Statistické vyhodnocení.....	38
4	Výsledky	41
4.1	Klíčivost obilek KR a LL po stresu suchem v závislosti na délce bobtnání (<i>in vitro</i> experiment)	41
4.1.1	Odrůda Palladio (KR).....	41
4.1.2	Odrůda Barfelix (KR).....	41
4.1.3	Odrůda Zuzana (KR)	42
4.1.4	Odrůda HIFI (LL).....	43

4.2	Vzcházivost jednotlivých odrůd kostřavy rákosovité, kostřavy červené a lipnice luční v závislosti na hloubce výsevu (nádobový pokus).....	44
4.2.1	Vliv druhu/odrůdy v jednotlivých hloubkách výsevu.....	45
4.3	Vliv výšky seče v počátku vývinu porostu kostřavy rákosovité (nádobový pokus)...	52
4.4	Konkurenceschopnost kostřavy rákosovité a lipnice luční ve směsích v závislosti na zastoupení v osivu a výšce seče (polní pokus).....	54
4.4.1	Monokultury kostřavy rákosovité.....	55
4.4.2	Směsi kostřavy rákosovité s lipnicí luční, poměr 90:10 %	56
4.4.3	Směsi kostřavy rákosovité s lipnicí luční, poměr 70:30 %	58
4.4.4	Vývoj lipnice luční v porostu s kostřavou rákosovitou.....	62
4.4.5	Vliv výšky seče.....	63
4.4.6	Hmotnost odnoží kostřavy rákosovité	65
4.5	Konkurenceschopnost metlice trsnaté a kostřavy červené ve směsích v závislosti na zastoupení v osivu (polní pokus)	69
4.5.1	Monokultura metlice trsnaté	69
4.5.2	Směsi metlice trsnaté s kostřavou červenou Barborkou	69
4.5.3	Směsi metlice trsnaté s kostřavou červenou Viktorkou	70
4.5.4	Směsi metlice trsnaté s kostřavou červenou Petrunou	71
4.6	Srovnání konkurenceschopnosti metlice trsnaté a kostřavy rákosovité ve směsích s lipnicí luční.....	72
5	Diskuse	75
5.1	Klíčivosti obilek kostřavy rákosovité a lipnice luční po stresu suchem v závislosti na délce bobtnání (<i>in vitro</i> experiment).....	75
5.2	Vzcházivost jednotlivých odrůd kostřavy rákosovité, kostřavy červené a lipnice luční v závislosti na hloubce výsevu (nádobový pokus).....	77
5.3	Konkurenceschopnost kostřavy rákosovité a lipnice luční ve směsích v závislosti na zastoupení v osivu a výšce seče (polní pokus).....	80
5.3.1	Konkurenceschopnost metlice trsnaté a kostřavy červené ve směsích v závislosti na zastoupení v osivu (polní pokus)	85
5.3.2	Shrnutí polního pokusu s kostřavou rákosovitou a lipnicí luční	86
6	Souhrn výsledků	88
7	Závěry a doporučení pro další rozvoj oboru a využití v praxi.....	91
7.1	Doporučení pro další výzkum.....	91
7.2	Doporučení pro praxi	91
7.3	Závěr	92
	Seznam použité literatury	94

Seznam použitých zkratek	102
Seznam tabulek	103
Seznam grafů	104
Obrazová příloha.....	105
Přehled vlastních publikací.....	109

1 Přehled o současném stavu poznání

1.1 Úvod

Travní společenstva zajímala člověka již od nepaměti, a to hlavně z důvodů obživy domácích zvířat. S pokračujícím civilizačním rozvojem se potom do popředí zájmu dostávala i otázka estetického, biotechnologického a dalšího využití travníku v krajině.

Travnaté plochy jsou extrémně důležitým vegetačním prvkem rozšířeným po celém světě. Jen v České republice zaujímá ekosystém travníků přibližně 466 tisíc ha, přičemž ca 171 tisíc ha je pravidelně mechanicky ošetřováno (Hrabě, 2009). Obor travníkářství a travníky jako takové mají svůj původ v pastvinářství. S rozvojem měst začal narůstat význam těchto porostů a důležitost těchto ploch stoupá.

Po roce 1989 zaznamenalo české travníkářství významný rozvoj. Ten byl spjat především se vznikem firem orientujících se na distribuci travního osiva, moderních technologií, rozšiřováním naučné a vědecké literatury a v neposlední řadě na komunikaci a spolupráci s nadnárodními společnostmi, které mají v tomto odvětví již vybudovanou tradici. Další rozvoj travníkových ploch bude záležet především na ekonomickém a společenském rozvoji země. Je ovšem neoddiskutovatelné, že jejich rekreačně-zdravotní a kulturně-sociální funkce budou v následujících letech naprosto esenciální a nezastupitelné.

Mezi naše nejčastěji používané travníkové druhy patří jílek vytrvalý, lipnice luční a kostřava červená. V poslední době ovšem získávají na trhu uplatnění ve větším či menším rozsahu i tzv. alternativní druhy trav jako jsou např. kostřava rákosovitá, smělek štíhlý nebo metlice trsnatá. Zmíněné druhy jsou prozatím řazeny do doplňkových travních druhů, v posledních letech se ovšem diskutují stále častěji. Splňují totiž požadavky tzv. „low-input“ travníků, které jsou charakteristické minimálními vstupy z hlediska závlahy a hnojení, a to většinou z důvodů nově vznikajících ekologických trendů, které jsou doprovázeny zpřísněním pravidel i v oblasti používání chemických přípravků.

Tato práce se zabývá charakteristikami jedněmi z dosud doprovodných travníkových druhů – kostřavy rákosovité a metlice trsnaté, které mají ovšem vysoký potenciál stát se v budoucích letech druhy nezastupitelnými díky svým specifickým vlastnostem. Mezi ně řadíme např. suchovzdornost, zachování si zelené barvy v průběhu horkých a letních měsíců, tedy zvláště v případech, kde ostatní druhy tyto žádané vlastnosti nevykazují. Vývoj těchto druhů byl hodnocen v jejich monokulturách a ve směsích s dalšími travníkovými druhy. Pokusy probíhaly v úzké spolupráci se šlechtitelskou stanicí Větrov.

1.2 Rod kostřavy (*Festuca* spp.)

Festuca spp. zahrnuje rozmanité druhy, které mohou být komponenty přírodních, trvalých, ale i intenzivně využívaných porostů. Ať už se jedná o pastviny, trávníky městské zástavby, dostihová závodiště či jiné plochy zaměřené ke sportovním účelům, rod kostřav je bezesporu nezastupitelný a stále častěji využívaný.

Boller *et al.* (2009) rozdělují kostřavy do následujících skupin: širokolisté kostřavy, kam řadí kostřavu luční (*F. pratensis* Huds) a kostřavu rákosovitou (*F. arundinacea* Schreb.) a úzkolisté kostřavy, které obsahují další dvě podskupiny – kostřav červených (*Festuca rubra*) a ovčích (*Festuca ovina*). Skupina kostřavy ovčích zahrnuje drsnolistou kostřavu ovčích a sivou. Rod kostřav je rozšířen převážně v mírném pásu obou polokoulí, nejhojněji však na celé severní polokouli.

Kostřava luční (*F. pratensis* Huds), je určena převážně k pícním účelům, má vysokou kvalitu a výnos a jejím domovem je Evropa. Je významnou součástí trvalých travních porostů s vysokým počtem rostlinných druhů ve vysokohorských oblastech a rovněž v oblastech východní Evropy. Pravděpodobně právě z Evropy a západní Asie byla introdukována do Skandinávských zemí, dále do Severní Ameriky, Japonska, Austrálie a na Nový Zéland. Boller *et al.* (2009) uvádějí, že plošná výměra kostřavy luční v Severní Americe je relativně zanedbatelná v porovnání se suchovzdornou kostřavou rákosovitou, avšak kostřava luční je užitečnější v intenzivněji spásaných systémech. Jedná se o diploidní druh ($2n = 2x = 14$).

Úzkolisté kostřavy jsou skupinou patřící k vytrvalým travám mírného pásma, které jsou jak komerčně, tak agronomicky ceněny pro píci, krajnotvorné a okrasné hodnoty. Mají velmi jemné a úzké listy, které minimalizují výdej vody transpirací a poskytují rostlině dobrou toleranci vůči suchu. Snášejí zastínění, sucho a nižší pH. Nejen díky těmto vlastnostem jsou s oblibou využívány v trávníkářství. Jedná se většinou o diploidní druhy.

1.3 Kostřava rákosovitá - *Festuca arundinacea* Schreb.

1.3.1 Morfologická charakteristika

Náhled na morfologii kostřavy rákosovité se liší. Např. Terell (1979) uvádí, že kostřava rákosovitá je trsnatá tráva, u které mohou a nemusí být přítomny krátké rhizomy, které se častěji vyskytují u rostlin, které jsou od sebe více prostorově vzdáleny a u rostlin, které rostou spíše na písčitéch půdách. Málokdy se vyskytují v zapojeném trávníkovém drnu.

Hrabě (2003) naopak uvádí, že z botanického hlediska je řazena ke krátce výběžkatým travám, jen pokud je v trávníku v menším zastoupení, má sklon k vytváření samostatných

trů. Stébla jsou vzpřímená, mohutná, hladká, dosahující maximální délky 2 m. Jazyček je membránovitého charakteru, dlouhý do 2 mm u běžných odrůd. U odrůd trávnickového typu většinou chybí. Kostřava rákosovitá má stočenou vernaci listů. Listy jsou hrubé, středně široké, u novějších odrůd užší, s vystupující žilnatinou na vrchní straně listu a s chybějícím středním žebrem (Christians, 1998). Listové čepele jsou většinou hrubé na okrajích, dlouhé 60 cm a široké od 3 do 12 mm. Ouška jsou většinou relativně dlouhá. Květenství je 10-15 cm dlouhé a volně rozvětvené. Klásek se skládá z 3 až 10 kvítků. Plevy jsou úzce protáhlé, 3-6 mm dlouhé, pluchy kopinatého tvaru, 6-10 mm dlouhé s drobnými, někdy hladkými osinami. Plušky jsou stejně dlouhé jako pluchy (Terrell, 1979). U nově šlechtěných trávnickových odrůd s jemnými listy se především výška rostliny, šířka a délka listu značně zkrátila.

1.3.2 Historie kostřavy rákosovité

Kostřava rákosovitá a její latinský název byl dlouho debatovaným tématem. Původně byla známa jako *Festuca arundinacea* (Schreb.). Vzhledem k podobnostem s rodem jílku (*Lolium* spp.) byly širokolisté kostřavy roku 1993 přejmenovány S. J. Darbyshirem z *Festuca arundinacea* (Schreb.) na *Lolium arundinaceum* (Schreb.) Darbysh (Boller *et al.*, 2009; International Plant Name Index, 2012). V literatuře se setkáváme s používáním jak staršího, tak novějšího názvu.

Kostřava rákosovitá je jednou z nejdůležitějších chladnomilných vytrvalých píceň trav, která se vyskytuje v mírném klimatickém pásu prakticky po celém světě. Původem pochází z Evropy a severní Afriky. Je možné, že byla náhodně obsažena jako příměs v osivu kostřavy luční, které bylo dovezeno z Anglie před rokem 1800. Již na konci 19. století byla považována za neobyčejně cenný druh pro seč nebo pastvu (Hoveland, 2009). Do Spojených států amerických byla introdukována v 18. století, avšak do poloviny 20. století nebyla téměř rozšířena, natož záměrně pěstována (Boller *et al.*, 2009).

V současné době zaujímá pouze v USA asi 15 milionů hektarů (Hoveland, 2009). Její rychlý vývoj, přizpůsobivost k různým typům půd a klimatu, vysoká tolerance vůči spásání a dosažitelnost píce v průběhu téměř celého roku, jsou hlavní důvody její popularity mezi pícními travami. Dobře se potýká i se zastíněním a svou typicky zelenou barvu si uchovává po celý rok i na chladnějších stanovištích, kde není poskytována závlaha.

Jak již bylo zmíněno, jejím domovem je Evropa a severní Afrika. Evropské a severoafrické ekotypy mají velmi zřetelné charakteristiky a jsou adaptovány na rozdílné podmínky prostředí, indikující samostatnou evoluci severu a jihu Středozemního moře.

Severoevropské ekotypy byly převážně introdukovány do Severní Ameriky. Zvýšený zájem o kostřavu rákosovitou v Evropě vzešel z předpokladů souvisejících s klimatickými změnami, jakými byly např. zvýšené četnosti suchých období v průběhu letních měsíců (Boller *et al.*, 2009).

Pokud jde o její výskyt na území ČR, v našich přirozených porostech není příliš rozšířena. Vyskytuje se roztroušeně na vlhkých stanovištích a je jedním z diagnostických druhů slaniskových a slaných mochnových travníků (Chytrý *et al.*, 2007).

Ačkoli testování a šlechtění kostřavy rákosovité pokračovalo ve Spojených státech, nebyly patrné žádné úspěchy až do roku 1940, kdy byly registrovány dvě odrůdy – Alta a Kentucky 31 (KY-31). Alta je ekotyp, který vznikl několikaletým šlechtěním, které začalo v roce 1918. Byl vyšlechtěn na zimovzdornost, vytrvalost a schopnost udržení si zelené barvy v průběhu suchých letních měsíců (Hoveland, 2009).

V roce 1931 byl objeven další ekotyp jménem Kentucky 31 (jak byl později pojmenován). Dle Lacefield a Evans (1984) byla tato nová odrůda registrována v roce 1942, Hoveland *et al.* (2009) uvádějí, že se tak stalo o rok později, v roce 1943. V roce 1945 byla zahrnuta do Kentuckého seznamu certifikovaných osiv. Brzy se stala populární po celém území severních Spojených států, kde žádný jiný druh mírného pásma nebyl schopen vytrvat. V průběhu 40. a 50. let 20. století přišel díky kostřavě rákosovité ekologický zlom. Doposud neúrodná, pustá a v průběhu zimy nevzhledně hnědá krajina, získala díky tomuto druhu nový směr. Lacefields a Evans (1984) dále uvádějí, že první nedostatky tohoto druhu se ovšem objevily záhy po jejím uvedení na trh. Jedním z nich byla nízká chutnost pro dobytek. Dále se prokázalo, že toxická látka, která v kostřavě rákosovité vznikala, vedla k zúžení cév v končetinách zvířat a dobytek často trpěl kulhankou. V roce 1989 byla Kentucky 31 dominantní odrůdou ve Spojených státech a byla široce používána jak pro píce, tak travníkářské účely (Funk a Clark, 1989).

Počátky intenzivního šlechtění kostřavy rákosovité pro travníkové využití se datují k roku 1961. Na Rutgers University byla v roce 1980 uvedena do oběhu odrůda Rebel. Většinu genových zdrojů pro tuto odrůdu poskytly staré travníkové rostliny vyskytující se v New Jersey a okolních státech. Dalšího význačného rozšíření ve šlechtění kostřavy rákosovité bylo zaznamenáno roku 1972 tamtéž. Byla dokončena rozsáhlá sbírka genových zdrojů, která vedla k objevení několika jejích slibných klonů (Funk *et al.*, 1981). Odrůda Rebel byla zanedlouho následována dalšími travníkovými odrůdami – Falcon a Olympic. Tyto odrůdy měly až o 30-40 % jemnější listy a hustota porostu byla téměř dvojnásobná v porovnání s odrůdou Kentucky 31 (Meyer *et al.*, 1982). Lépe snášely nižší seč, měly tmavěji zelenou barvu a byly

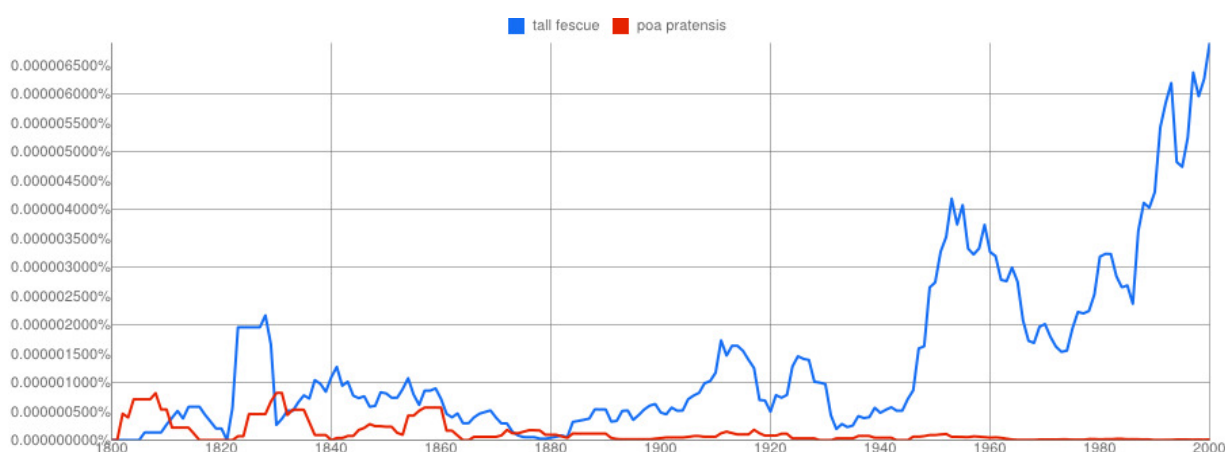
více rezistentní vůči chorobám. Začátkem osmdesátých let minulého století byly do oběhu uvedeny nové, vylepšené trávnickové odrůdy. Některými vynikajícími odrůdami byly např. Adventure, Apache, Arid, Bonanza, Finelawn, Tribute a Wrangler (Meyer a Funk, 1989).

Nízce rostoucí odrůdy jsou z hlediska pěstování důležité kvůli sníženým nákladům na sečení. První trávnickové odrůdy Rebel a Falcon dosahovaly v době metání finální výšky až 145 cm, v populacích nových odrůd se vyskytovalo ovšem pouze malé procento rostlin, které by přesahovaly více než 100 cm. Pěstované v pravidelně sečených porostech, vykazovaly tyto nižší rostliny sníženou rychlost růstu a vyšší odnožovací schopnost než odrůdy Rebel nebo Falcon. V roce 2000 bylo vyprodukováno více než 50 milionů kg trávnickového osiva kostřavy rákosovité (Meyer a Watkins, 2003).

Watkins a Meyer (2004) rozdělili, vzhledem k rozšiřujícímu se počtu odrůd na trhu, trávnickové odrůdy kostřavy rákosovité do šesti kategorií. Hlavním důvodem bylo rozdělení do morfologických skupin, které bylo založeno na polních pokusech a dále srovnání charakteristik jednotlivých skupin na sečených parcelkách.

Z 508 odrůd kostřavy rákosovité uvedených k roku 2010, je 129 píceňích a 379 trávnickových. Odolnost, vytrvalost a výnos píce jsou hlavními znaky, kde podstatná zlepšení byla docílena křížením (Boller *et al*, 2009).

Z obr. 1 je patrné, jak se téma kostřavy rákosovité diskutovalo od počátku roku 1800 a jak jeho významnost stoupala po roce 1940.



Pozn.: Osa y – četnost výrazu v %; Osa x – časové období od roku 1800 do 2000

Obr. 1: Srovnání četnosti výskytu pojmů Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) a Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) v programu Google Book Ngram Viewer. Relativní četnost uvedených výrazů v korpusu společnosti Google, zahrnujícím 5,2 milionu knih (procento z ca 500 miliard slov)

1.3.3 Klasifikace a genetika

Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.) je řazena do čeledi *Poaceae*. Tato čeleď zahrnuje přes 500 rodů a více jak 800 druhů. Do této čeledě jsou rovněž zařazeny plodiny s vysokou ekonomickou a výnosovou hodnotou - cukrová třtina, pšenice, kukuřice a v neposlední řadě např. rýže. Každá rostlina v populaci kostřavy rákosovité reprezentuje unikátní genotyp a šlechtitelské postupy vyvinuté pro cizosprašné druhy jsou nejvíce vhodné pro vývoj jejích odrůd. Dosud registrované odrůdy kostřavy rákosovité jsou populace, které se sestávají z široké skupiny genotypů, většinou s určitým stupněm uniformity morfologických a agronomických znaků (Hopkins *et al.*, 2009). Převážná většina komerčních odrůd kostřavy rákosovité je allohexaploid se 42 chromozomy ($2n = 6x = 42$); (Hopkins *et al.*, 2009).

V roce 1771 byla kostřava rákosovitá popsána německým botanikem Schreberem jako více robustní než kostřava luční (*F. pratensis* Huds.). V roce 1935 považoval Hitchcock kostřavu rákosovitou za *F. elatior* var. *arundinacea* Schreb. a o 15 let později, v roce 1950, je popsal jako oddělené druhy, *F. elatior* L., kostřavu luční a *F. arundinacea* Schreb., kostřavu rákosovitou (Buckner *et al.*, 1979). Mnoho vědců se zabývalo rozdíly mezi těmito dvěma druhy. Humphreys *et al.* (1995) uvádějí, že pravděpodobnými rodičovskými druhy kostřavy rákosovité jsou diploidní kostřava luční *F. pratensis* (Huds.) P. Beauv., ($2n=2x=14$) a tetraploidní *F. arundinacea* var. *glaucescens* Boiss. ($2n=4x=28$). Genomu allohexaploidu ($2n=6x=42$) kostřavy rákosovité je dáno označení PPG₁G₁G₂G₂. P genom pravděpodobně pochází právě z kostřavy luční ($2n=2x=14$), kdežto G genom pochází z tetraploidní *Festuca arundinacea* var. *glaucescens* Boiss (Eizenga *et al.*, 1998).

Nejvíce komerční travníkové odrůdy jsou synteticky odvozeny vícenásobným křížením selektovaných rodičovských klonů a tyto klony jsou použity k vývoji více než jedné odrůdy, tedy další zužující se genetické diverzité (Meyer a Watkins, 2003).

1.3.4 Kořenový systém a suchovzdornost

Kostřava rákosovitá má nejrozvinutější kořenový systém ze všech druhů trav mírného pásma. Jedná se spíše o druh, který má schopnost se suchu vyhnout právě díky svým kořenům, které dokážou využít vodu z velkých hloubek půdního profilu. Meyer a Watkins (2003) uvádí, že kořeny porostu sečeného na 5 cm dosahovaly hloubky 140 cm. V případě, že kostřavě rákosovité dodáme jen doplňkovou závlahu, bude se chovat jako jiný druh v extrémně suchých oblastech pod plnou závlahou. V teplých a suchých oblastech USA a oblastech jižní Evropy se stala nejpůvodnějším travníkovým druhem pro travníky sečené na 4 a více cm.

Druhy trav mírného pásma se liší v toleranci k suchu a horku. Kostřava rákosovitá projevuje podstatně lepší odolnost vůči suchu než např. jílek vytrvalý nebo lipnice luční právě díky svému kořenovému systému (Sheffer *et al.*, 1987). Jiang a Huang (2001) testovali druhy trav mírného pásma včetně kostřavy rákosovité v souvislosti s letními měsíci, charakterizovanými vysokými teplotami, suchem a hlavně stále se prodlužující dobou trvání. Uvádějí, že mezi ostatními testovanými druhy prokazovala kostřava rákosovitá vůči výše zmíněným stresům velmi dobrou rezistenci. Ovšem rezistence vůči suchu se liší i uvnitř druhu samotného, tedy ne všechny odrůdy vykazují stejně dobrou suchovzdornost (Carrow, 1996).

Sucho je většinou nejčastější příčinou úhynu kořenového systému a následně rostliny samotné. Právě vytrvalý růst kořenů víceletých trav je vlastnost, která zvyšuje adaptaci trávy k růstu v polosuchých až suchých oblastech (Weaver a Zink, 1955). Nejenže sucho nepříznivě ovlivňuje růst rostliny, ale i s ním související metabolismus živin. Toleranci vůči suchu ve vysychajícím půdním substrátu lze zvýšit pravidelným dodáním živin (Matzner a Richards, 1996). Nedostatek akumulace živin může vést k inhibičním účinkům mnoha dalších fyziologických procesů. Heckatom *et al.* (1997) uvádějí, že úbytek kapacity fotosyntézy v C₄ pampových trávách během sucha je převážně výsledkem nahromadění dusíku v odnožích.

Huang a Gao (1999) testovali kořenový systém několika odrůd kostřavy rákosovité. Kentucky 31 a Falcon II patřily k nejvíce suchovzdorným odrůdám. Zjistili, že úhyn kořenů souvisí s nedostatkem vody (stresem ze sucha), který je rozdílný pro jednotlivé odrůdy a hloubku kořenů v půdě. Z výsledků vyplývalo, že sucho (35 dnů půda ve skleníku bez zálivky, za teplot 24/15°C – režim den/noc) zvýšilo úhyn kořenů u všech tří sledovaných vrstev (0-20, 20-40 a 40-60 cm), přičemž k největšímu úhynu došlo u rostlin, jejichž kořenový systém se nacházel v půdním profilu do 20 cm.

Různé studie ukazují, že morfologické a fyziologické charakteristiky kořenů, které ovlivňují příjem vody, mohou mít průkazný dopad na toleranci trav vůči suchu. Richardson *et al.* (1990) uvádějí, že podstatně vyšší rezistence vůči suchu a částečně hlubší zakořeňování rostlin je pozitivním výsledkem symbiózy s endofytními houbami obsažených v rostlinách.

1.4 Vliv endofytních hub – *Neotyphodium coenophialum*

Endofytní houby rodu *Neotyphodium* (dříve *Acremonium*), patřící do řádu *Balansiae*, žijí v mezibuněčných prostorách většiny travních druhů mírného pásma (Cagaš, 2009). Jedná se o prospěšné houby, které pomáhají rostlině vydržet a lépe se přizpůsobit okolnímu prostředí (Sellmann, 1994).

Kostřava rákosovitá je převážně v mutualistickém vztahu s těmito přirozeně se vyskytujícími houbami, které poskytují svému hostiteli mnoho výhod - podporují růst, odolnost a reprodukci daného druhu/odrůdy. Tolerance nebo rezistence vůči nedostatku vody a půdní chemické stresy, jako např. nízké pH a nízká zásobenost půdy živinami, jsou dvěma hlavními kategoriemi abiotických stresů.

Systematicky se tyto houby řadí do třídy *Hyphomycetes*, která je součástí umělé skupiny *Fungi imperfecti*. Výskyt endofytních hub je znám ze všech kontinentů a existuje mnoho variant vztahu endofyt – travní druh (tab. 1).

Tab. 1: Hlavní druhy endofytních hub a jejich hostitelé nalezení v travních porostech mírného pásma (Míka a Cagaš, 1997)

Endofytní houba	Travní hostitel
<i>Epichloe typhina</i>	<i>Dactylis glomerata</i>
<i>Epichloe clarkii</i>	<i>Holcus lanatus</i>
<i>Epichloe baconii</i>	<i>Agrostis capillaris</i>
<i>Epichloe festucae</i>	<i>Festuca sp.</i>
<i>Neotyphodium lolii</i>	<i>Lolium perenne</i>
<i>Neotyphodium coenophialum</i>	<i>Festuca arundinacea</i>
<i>Neotyphodium uncinatum</i>	<i>Festuca pratensis</i>
<i>Neotyphodium typhinum</i>	<i>Festuca sp.</i>

Latch a Christensen (1984) zaznamenali pět hub, o nichž se domnívali, že jsou endofytními houbami, izolovanými z novozélandských trav. *Acremonium loliae* Latch, a *Gliocladium-like* sp. byly izolovány z jílku vytrvalého (*Lolium perenne* L.) a hybridního jílku vytrvalého (*L. X hybridum* Hausskn.); *Acremonium coenophialum* a *Phialophora-like* sp. byly izolovány z kostřavy rákosovité (*Festuca arundinacea* Schreb.), *Epichloe typhina* byla izolována z kostřavy červené trsnaté (*Festuca rubra* ssp. *commutata*). Proto, aby mohly být prověřeny vlastnosti těchto hub, bylo nezbytné je naočkovat na E- hostující rostliny (absence houbových hyf).

1.4.1 Symbióza a mutualismus

Ze vztahu houba x travní druh lze odvodit různé typy (stupně) symbiózy, lišící se od sebe zejména délkou společné koexistence. V případě *Neotyphodium* jako symbionta se jedná o trvalé soužití charakterizované přítomností houbových vláken ve všech meristémových částech mladých vegetativních orgánů s výjimkou kořenů. Siegel *et al.* (1984) stejně jako Bacon (2000) zjistili, že u kostřavy rákosovité byly endofyty nalézány v největší koncentraci

v listových pochvách, semenech a dále v sestupné koncentraci rovněž ve stéblech a listových čepelích. Dle Claye (1987) lze vztah kostřavy rákosovité, resp. jílku vytrvalého s endofytem definovat jako obranný mutualismus, jelikož výsledkem je lepší konkurenční schopnost daná zvýšenou odolností vůči suchu, intenzivnějším odnožováním a růstem. Je možné odvodit, že symbiotické populace trav jsou mnohem plastičtější a adaptabilnější než populace nesymbiotické.

Využití trav pozitivních na endofyty je v současnosti významnou součástí efektivního managementu trávníků a významným způsobem snižuje finanční vstupy. Jedná se o oblast, která má stále potenciál rozvoje. V současnosti jsou na trhu trávníkové odrůdy jílku vytrvalého, kostřavy rákosovité, kostřavy červené trsnaté (*F. rubra*, subsp. *commutata*), a dále kostřav červených, jmenovitě *Festuca rubra* subsp. *rubra*, *Festuca. rubra* subsp. *litoralis* a *Festuca rubra* subsp. *trichophylla*. V rámci některých jmenovaných druhů je odrůd s endofyty rozšířeno více, u jiných méně. Druhy endofytů, které jsou přítomné u trávníkových druhů, zahrnují *Neotyphodium lolii* u jílku vytrvalého, *Neotyphodium coenophialum* u kostřavy rákosovité, kmeny *Epichloe festucae* u kostřav červených. Jiná je situace u lipnice luční, kde byly učiněny mnohé pokusy zanést endofyty do jejího osiva, ale tyto symbiózy nejsou stabilní a tržně se zatím neuplatnily.

Grewal a Richmond (2004) publikovali práci, ve které námelové alkaloidy silně odpuzovaly požer listokazu japonského v trávníkových druzích trav. Na druhou stranu tato repelence mizela poté, co byl trávník zaplevelen pampeliškou. Do tohoto mutualistického vztahu tedy vstupuje mnoho chemických i biologických faktorů (Richmond *et al.*, 2004).

Neexistuje jednoduchá odpověď na to, kolik procent endofytů je zapotřebí na stanovišti, aby to přinášelo jmenované výhody. Vše záleží na odrůdě a na použitém kmenu endofytu. Není problém vytvořit osivo s více než 80% obsahem, ale endofyty mají omezenou životaschopnost a je poměrně složité dodat osivo s vysokým podílem endofytů až k zákazníkovi přes všechny články obchodního řetězce (Brilman, 2008). Bylo prokázáno, že na endofyty má významný vliv způsob managementu trávníku, například změna seče z týdenní na dvou-týdenní intervaly vedla ke zvýšení obsahu endofytních alkaloidů (Salminen a Grewal, 2002). Rovněž zvýšení výšky seče vedlo ke zvýšení jejich koncentrací (Salminen *et al.*, 2003). Není ale příliš známo, jak se endofyty chovají ve směsích.

1.4.2 Toxicita kostřavy rákosovité

Existence endofytů v travách nebyla dlouho doceňována, přestože ochrana, kterou endofyty rostlině poskytovaly proti hmyzu a suchu, přispěla k vyšší agronomické kvalitě pastvin na

území Spojených států, Austrálie a Nového Zélandu (Schardl a Philips, 1997). Ovšem záhy po uvedení prvních odrůd kostřavy rákosovité do oběhu, byla objevena její toxicita, která způsobovala značné problémy dobytku (Hoveland, 2009). Endofytní houby kostřavy rákosovité a jiných trav mírného pásma jsou silnými producenty alkaloidů, jakými jsou např. peramin (Tanaka *et al.*, 2005), ergovalin (Fleetwood *et al.*, 2007), nebo lolitrem (Young, 2006) a předpokládá se, že produkují ještě více sekundárních metabolitů (Johnson *et al.*, 2007). Zvířata pasoucí se na stanovištích s rostlinami infikovanými endofyty (E+) pravděpodobně přijímala vysoké množství ergovalinu (toxického ergopeptinu, což je námellový alkaloid peptidového typu), který je produkován houbami rodu *Neotyphodium* spp. nebo paličkovicí nachovou (*Claviceps purpurea*); (Panaccione *et al.*, 2001).

Pozitivním výsledkem endofytů obsažených v rostlinách je daleko vyšší rezistence vůči suchu a částečně i hlubší zakořeňování rostlin (Richardson *et al.*, 1990). Proto jsou endofyty pro rostlinu důležitým faktorem v překonávání nepříznivých podmínek. Endofytické houby mohou zvýšit odnožování trav nebo zefektivnit využívání dusíku v půdě (Arachevaleta *et al.*, 1989). Elbersen a West (1996) testovali v polních podmínkách obsah vody v listových pochvách vegetativních odnoží kostřavy rákosovité a z výsledků vyplynulo, že obsah vody byl vyšší u E+ rostlin. V případě dlouhotrvajícího sucha by tedy ztráty vody nemusely mít na rostlinu tak negativní dopad, jako by tomu bylo u E- rostlin a rostlina by byla chráněna před uvadáním. Arachevaleta *et al.* (1989) a Hill *et al.* (1990) uvádějí, že nadzemní hmota a počet odnoží jsou většinou vyšší u E+ než u E- rostlin. Azevedo a Welty (1995) ve svých pokusech stanovili výskyt, šíření a ultrastrukturu hyf endofytů v kořenech čisté kultury semenáčků kostřavy rákosovité. *Neotyphodium coenophialum* bylo získáno z resekovaných kořenů infikovaných semenáčků rostoucích na agaru nebo ve sterilním hrubém písku. Výsledky prokázaly úspěšnou obnovu izolované části, která se odvíjela od stárí semenáčků, typu kořenů a růstového prostředí. Celkově 67 % z 218 testovaných semenáčků prokázalo ve svých kořenech přítomnost endofytních hub, přičemž endofytní houby nejsou v rostlině rozptýleny stejnoměrně a jejich infekce je procentuálně vyjadřována přítomností (E+) nebo absencí (E-) houbových hyf (filament) uvnitř odnoží nebo osiva.

Od zjištění toxicity kostřavy rákosovité bylo s endofyty spojováno několik syndromů (Stuedemann a Hoveland, 1988). Jedním z nich byla kulhavka, která byla poprvé popsána Cunninghamem v roce 1949 na Novém Zélandu. Druhým příznakem bylo odumírání jaterních buněk pasoucích se zvířat, kdy byly na pastevní porosty kostřavy rákosovité aplikovány příliš vysoké dávky N hnojení a docházelo k poruchám zažívání zvířat (Bush *et al.*, 1979). Třetím příznakem byl tzv. letní syndrom. Dobytek trpěl úbytkem hmotnosti, zrychleným dýcháním,

poruchou línání a nesnášenlivostí vůči teplu (Hoveland *et al.*, 1983). Ztráty na hovězím dobytku ve Spojených státech se odhadovaly na více než 600 milionů USD ročně (Hoveland, 1993).

V Evropě se však dosud žádné vážné zdravotní poruchy u zvířat nevyskytly. Ball (1997) uvádí, že jsou prováděna dvě opatření na překonání toxicity kostřavy rákosovité. Prvním z nich je zařazování jiných rostlinných druhů (převážně jetelovin) do společenstev tak, aby došlo k vyšší druhové diverzitě stanoviště a tak byly druhy obsahující endofyty „naředěny“ druhy ostatními. Druhým způsobem je vylepšování odrůd, vedoucí k vyvinutí odrůd, které jsou buď zcela bez endofytů nebo endofyty obsahují ve velmi malém množství (Latch, 1997).

Relativně velkým problémem v detekování *Neotyphodium coenophialum* byl nedostatek morfologických charakteristik infikovaných odnoží nebo osiva, které by jasně dokazovaly přítomnost těchto endofytů (Barker *et al.*, 2009). Před rokem 1980 se veškeré pokusy s kostřavou rákosovitou prováděly bez znalosti o jakémkoli výskytu *Neotyphodium coenophialum*. Po zjištění jeho spojitosti s toxicitou kostřavy rákosovité se vědci zaměřili na vývoj E- odrůd. Nicméně bylo zřejmé, že přítomnost endofytů poskytovala rostlině velkou výhodu ve smyslu zvýšené odolnosti. Welty *et al.* (1987) uvádějí, že živý endofyt v osivu kostřavy rákosovité může být usmrcen kombinací vysokých teplot a vlhkosti, které se mohou vyskytnout v případě, že je osivo skladováno na farmách za takovýchto podmínek více než jeden rok. Vzhledem k tomu, že endofyt je přenášen z mateřské rostliny osivem, E- odrůdy mohou být vyvinuty a udržovány pouze tehdy, když je E- rostlinám dovolena produkce osiva pro následující generace. Tohoto je využíváno ve vývoji jak E+ tak E- typů u některých odrůd kostřavy rákosovité, jakými jsou např. KY-31 a Jesup (De Battista, 2005).

Po více než 30 let se výzkum kostřavy rákosovité soustředil na škodlivý efekt toxinů produkovaných symbiotickými endofyty rodu *Neotyphodium coenophialum*. Dřívější pokusy zmírnit toxický efekt endofytů zahrnovaly vyhubení endofytů z veškerých zásob osiv, eliminování existujících E+ stanovišť a jejich přesévání E- odrůdami. Zdálo se, že na mnohých pastvinách a trávníkových výsevech, které byly vystaveny suchu a horku, E+ rostliny vytrvaly lépe než E- rostliny. Rovněž vědci na Novém Zélandě zjistili, že jílek vytrvalý, který byl infikován podobným endofytem (*Neotyphodium lolii* Latch, M. J. Christensen & Samuels) vykazoval vyšší rezistenci vůči karanténnímu škůdci - *Listronotus bonariensis* (Kuschel). Hostitelská rostlina byla konkurenčně silnější a přizpůsobivější, když byla infikována endofyty. Tento fakt měl obrovský dopad na management a vývin nových odrůd pro pastevní a trávníkářské využití (Belesky a West, 2009).

1.4.3 Šlechtění kostřavy rákosovité

Komerční odrůdy kostřavy rákosovité jsou synteticky vyvinuty hromadným křížením vybraných rodičovských rostlin. Rodičovské klony nových odrůd jsou často vybrány z již odrůd existujících, nebo vylepšených genových zdrojů (Xu *et al.*, 1994).

Na Rutgers University se hodnocení jednotlivých rostlin potomstva, za podmínek nízkého sečení, ukázalo být účinnou metodou ve výběru kvalitnějšího rostlinného materiálu. Tyto pokusy jsou většinou prováděny výsevem osiva na parcelky o velikosti 1,0 x 1,3 m a výška seče je udržována pod 3,3 cm po dobu 1 až 4 let (Meyer a Watkins, 2003).

Šlechtění kostřavy rákosovité může být rozděleno do několika časových období, a sice před rokem 1981, kdy si šlechtitelé nebyli vědomi důležitosti dopadu endofytů na kostřavu rákosovitou. Následovalo období od roku 1981 do roku 1995, které zaznamenalo prudký vzrůst ve znalostech endofytních hub, rozšíření použití E- odrůd pro pícní účely a rapidní rozvoj v poptávce a nabídce na zlepšené trávnickové odrůdy kostřavy rákosovité. Podstatné změny pak nastaly mezi lety 1996 až 2005, kdy byl kladen velký důraz na vývin nových trávnickových odrůd. Ve skutečnosti všechny trávnickové odrůdy tohoto druhu, vyvinuté po roce 1980, jsou výsledky rekurentní selekce (Hopkins *et al.*, 2009).

Aktuálním úkolem ve šlechtění se s přibývajícími výkyvy v počasí stává šlechtění na suchovzdornost. Termín „suchovzdornost“ představuje zjednodušené označení schopnosti rostlin odolávat stresu ze sucha. Existují různé formy působení sucha a s tím souvisejí i odlišné mechanismy suchovzdornosti. Je-li sucho v půdě způsobeno poklesem hladiny spodní vody, pak vysokou úroveň suchovzdornosti vykazuje právě kostřava rákosovitá, jejíž kořeny, jak již bylo řečeno, jsou schopny čerpat vodu i z velké hloubky (Našinec, 2006). Šlechtitelé se snaží kombinovat různé mechanismy suchovzdornosti do jediného genotypu.

Moderní metody molekulární genetiky dovolují přenášet jednotlivé konkrétní geny suchovzdornosti. Našinec (2006) dále uvádí, že se rovněž pracuje s tzv. „stay green“ genotypy, které zůstávají zelené i po uschnutí a opticky tím zlepšují vzhled suchého trávníku. Hopkins *et al.* (2009) předpokládají, že v následujících pěti letech vstoupí šlechtění kostřavy rákosovité do „nové éry“, která bude charakteristická biotechnologickými aplikacemi jako např. genomovou a markerovou selekcí. Šlechtitelé se začínají zaměřovat na méně náročné a zejména suchovzdornější travní druhy do tzv. low-input trávníků. Termín „low input“ označuje trávníky s nízkými vstupy. Tím ovšem není míněna cena směsi pro založení trávníku, ale náklady na jeho ošetřování, zejména na závlahu a hnojení (Hrabě *et al.*, 2009). Výhodou je potřeba minimálního hnojení a minimálního zavlažování trávníků při vysokých teplotách. Značná část populace totiž vnímá management „trávníkářství“ jako plýtvání zdrojů

vody a poškozování okolního prostředí (Diesburg *et al.*, 1997). Přestože většina důkazů indikuje nesprávnost těchto tvrzení (Beard, 1982; Watschke a Mumma, 1989; Gross *et al.*, 1991), v budoucnu můžeme očekávat vyšší poptávku na low-input trávnickové druhy, které mají být tolerantní vůči hlavním chorobám trav a navíc vykazovat dostatečnou suchovzdornost i zimovzdornost, aby pro dosažení přiměřené kvality trávníku intenzivní ošetřování nevyžadovaly.

1.5 Význam a využití kostřavy rákosovité

Význam tohoto druhu, kterému je věnována mimořádná pozornost v zahraničí, zejména v zemích s extrémně horkými léty, jako jsou USA, Francie nebo Itálie, nabývá v posledních letech na důležitosti i u nás, kdy se v souvislosti s globálním oteplováním jeho význam rapidně zvyšuje. Belesky (2009) uvádí, že mezi druhy trav mírného pásma, pouze kostřava rákosovitá toleruje výkyvy počasí a neúrodnou půdu. Výsledky potvrzují, že travním druhem nejlépe adaptovaným na nedostatek srážek v letním období je právě ona. Tento travní druh byl ve středoevropských podmínkách používán pouze jako komponent pícních porostů na sušších stanovištích, ale již na konci minulého století začala jeho obliba stoupat v trávnickářském využití i na jihu Evropy. Dokládá to nejen Našinec (1999), ale i Danneberger *et al.* (2003), kteří uvádějí, že tento travní druh je, co se týče nároků na hnojení, velmi nenáročný, dávka dusíku se pohybuje od 40 do 90 kg/ha/rok.

Všeobecně se jedná o druh s hrubou texturou listu, takže v porostu působí drsně oproti jiným trávnickovým druhům, jako je např. lipnice luční, kostřava červená, jílek vytrvalý nebo psineček výběžkatý. Ve směsích s agresivními druhy, jako jsou kostřava červená nebo psineček, časté a nízké sečení snižuje její konkurenční schopnost a z trávníku zmizí. Lépe se jí tedy daří při vyšší výšce sečení (od 50 mm výše). Dle Dannebergera *et al.* (2003) je kostřava rákosovitá přizpůsobena výšce seče od 4 cm výše, ovšem nejlépe se jí daří při výšce seče 6 cm. Davis (1958) stejně jako Murray a Powell (1979) uvádějí, že optimální výška seče by měla být od 3,8 do 7,5 cm. Jestliže poklesne pod 3,3 cm, může být porost kostřavy ohrožen rychle invazním druhem – lipnicí roční (*Poa annua* L.).

Ve směsích se kostřava rákosovitá velmi dobře doplňuje s lipnicí luční a to hlavně proto, že trávnickový drn lipnic se zapojuje velmi pomalu a plného rozvoje dosahuje až po 3. roce, kdežto kostřava rákosovitá je dominantnější, rychleji klíčící a vzcházející. V problematice směsí nejde jen o optimální podíl druhů, odrůd a o celkový výsevek, ale také o vhodný způsob výsevu a veškeré prováděné zásahy, které musí zohledňovat rozdílný vývin jednotlivých komponent ve směsi. Svobodová *et al.* (2000) zkoumali reakci lipnice luční a jílku vytrvalého

v závislosti na poměru ve směsi a výšce seče. Výsledky dokumentují, že i vysoký podíl jílku (až 80 %) ve směsi neovlivňuje podíl konkurenčně slabší lipnice luční tolik jako výška seče. Včasná seč, zasahující především vzešlý jílek vytrvalý, který stíní klíčencům lipnice luční, průkazně snížila konkurenční schopnost jílku vytrvalého a podpořila počáteční vývin lipnice luční.

1.6 Vývin trav v počátečních růstových fázích

Hovoříme-li o vývinu trav v počátečních růstových fázích, máme na mysli především fázi klíčení a vzcházení, až po fázi, kdy jsou rostliny dostatečně vyvinuty a schopny odnožování. První dvě fáze lze považovat, z hlediska budoucího formování porostu, za naprosto nezbytné. I přes značnou, již výše zmíněnou, konkurenceschopnost kostřavy rákosovité v období sucha, zůstávají klíčení a vzcházení kritickými fázemi. To, jak budou obilky klíčit a jedinci vzcházet, je ovlivněno vnitřními a vnějšími faktory.

1.6.1 Klíčení a vzcházení trav

Klíčení je obnovení metabolické aktivity semen vedoucí k prodlužování buněk radikuly a hypokotylu embrya (Procházka *et al.*, 1998). Lze říci, že klíčení ve fyziologickém pojetí začíná příjmem vody semenem a končí začátkem prodlužovacího růstu radikuly v embryu. Proces klíčení zahrnuje řadu složitých biochemických, fyzikálních a biologických procesů (např. hydratace proteinů, dýchání, makromolekulární syntézy a prodlužování buněk), jejichž vlivem se embryo transformuje z dehydratovaného stavu do stadia se životaschopným metabolismem, který je završen růstem jedince. Jedná se o fyziologický proces, který začíná ve chvíli, kdy je voda absorbována obilkou – tzv. bobtnání (Turgeon, 2002).

Bobtnání je první fází klíčení obilek. Množství vody přijaté obilkami závisí na mnoha faktorech, z nichž největší význam mají chemické složení, velikost obilek a hydratační schopnost jednotlivých složek obilek (Houba a Hosnedl, 2002). Bobtnáním jsou aktivovány biochemické a morfologické procesy, které nakonec vyústí ve vývoj klíčence. Pomocí hydrolytických enzymů jsou rozkládány škroby a tuky v endospermu. Tyto enzymy jsou produkovány v aleuronové vrstvě jako reakce na fytohormony (gibereliny), které jsou pro změnu produkovány ve štítku (*scutellum*); (Turgeon, 2002). Bobtnat však mohou i mrtvá semena, která jsou neschopná klíčit. U semen s živým embryem však dochází k aktivaci dýchání a stupňování enzymatické a hormonální aktivity. Ta je nezbytná k mobilizaci látek uložených v rezervních orgánech semen. To vše se děje ještě před tím, než dojde k viditelnému klíčení, tj. k růstu radikuly embrya skrze prasklou testu semene. Kořínek přitom

roste zprvu jen prodlužováním buněk vytvořených v embryu. Teprve potom začíná mitotická aktivita v kořenovém meristému (Procházka *et al.*, 1998).

Procházka *et al.* (1998) uvádějí, že klíčení vždy začíná růstem kořínku, který po určitou dobu nejprve brzdí růst nadzemních částí klíčící rostliny (plumuly). Nejprve tedy vyrůstá zárodečný kořínek (radikula) a teprve později plumula krytá kápovitým primárním listem – koleoptilí. Z koleoptile se směrem na povrch objevuje zárodečný list mateřské odnože. Tento moment označujeme jako vzcházení. Několik dní po začátku klíčení proniká kořenová pochva (koleorhiza) spolu se zárodečným kořínkem obaly obilky. Po té se u většiny druhů trav objevují adventivní kořeny, jejichž počet v průběhu klíčení činí jedna až osm, což závisí hlavně na travním druhu (Míka *et al.*, 2002).

Klíčivost osiva stanovená laboratorní zkouškou je schopnost obilek poskytnout v optimálních podmínkách za stanovenou dobu maximální počet normálně vyvinutých klíčících rostlin, u nichž je předpoklad, že v příznivých podmínkách v půdě se vyvinou v normální rostliny (Trnka, 2004). Základními požadavky na test klíčivosti jsou objektivita, rychlost, nízká cena, reprodukovatelnost a uniformita. ISTA (International Seed Testing Association) a AOSA (Association of Official Seed Analysts) postupně zpřesňují metodiky testů klíčivosti tak, aby bylo dosahováno co největšího stupně jejich standardizace. Test klíčivosti tak představuje jeden z nejzákladnějších testů semenářské kontroly (Houba a Hosnedl, 2002).

U semen, která mají dlouhou dobu klíčení nebo u semen vykazující dormanci, se provádí biochemická zkouška životaschopnosti osiva tzv. topografickým tetrazoliovým testem (TTC). Jejím účelem je rychlý odhad životaschopnosti těchto semen. V případě, že vzorky, které při ukončení klíčivosti vykazují vysoký podíl dormantních semen, provádí se doplňková zkouška životaschopnosti. Chemikálie potřebné pro tuto zkoušku jsou 2,3,5 trifenyltetrazoliumchlorid, hydrogenufosforečnan sodný a síran hlinitodraselný (Trnka, 2004).

U vzcházení hraje důležitou roli hloubka setí. Obecně doporučená hloubka setí je 0,5-1 cm, liší se však podle velikosti obilek (Hrabě, 2003). Příliš hluboký výsev obilek však způsobuje zhoršené vzcházení a může vést k řídce zapojenému porostu (Madison, 1966). Z našich pokusů vyplývá, že závislost rychlosti vzcházení i celková vzcháživost obilek na hloubce výsevu byla jednoznačně prokázána a potvrdila důležitost zvolení správné hloubky výsevu při zakládání porostu. Průkazně nejrychleji vzcházejícím druhem byl jílek vytrvalý (8,2 dnů), následovala o den pomaleji vzcházející kostřava červená (9,3 dnů). Nejpomaleji vzcházejícími byly drobnosemenné druhy metlice trsnatá (11,9 dnů) a lipnice luční (13 dnů) - průkazně nejpomalejší. Vzhledem k tomuto nestejnomyšlnému vývoji travních druhů

v počátku založení porostu, je dobré zvolit opatření, která mohou významným způsobem ovlivnit konkurenceschopnost v porostu.

1.6.2 Vnější činitele ovlivňující klíčení a vzcházení

K tomu, aby klíčení a vzcházení proběhlo úspěšně, musí být splněny určité podmínky, a to jak vnitřní, tak i vnější. Co se vnějších podmínek týče, je zapotřebí mít k dispozici přiměřené množství vody, ale i optimální teplotu, dostatek kyslíku a vhodné osvětlení.

Voda je základní předpoklad pro klíčení. Je absolutně nezbytná pro aktivaci enzymů, jejich translokaci a jako rezervoár pro pozdější použití. V klidovém stavu, jsou obilky udržovány v charakteristicky nízké vlhkosti a relativně utlumených metabolických procesech (Copeland a McDonald, 1995). Voda prakticky ovlivňuje obilky ve všech fázích jejich života, a proto ji nutně musíme počítat k vysoce významným složkám obilky. Ať už při jejich formování a zrání, při skladování a ve stavu klidu a v neposlední řadě při bobtnání a klíčení (Houba a Hosnedl, 2002). Rychlost absorpce vody je největší hned poté, co semena přišla v půdě do styku s vodou. Příjem vody v této první etapě nezávisí na životních pochodech a zvyšuje se společně s vzrůstající teplotou. Příjem vody do embrya pak souvisí také s transportem organických sloučenin ze zásobních částí semen. Když pak kořínek embrya prorazí osemení, dojde k dalšímu zvýšení rychlosti příjmu vody. Voda může často působit jako faktor zvyšující míru a rychlost klíčení. Může vyluhovat ze semen látky inhibiční povahy a bezprostředně po zbobtnání semen navodí i biochemické procesy, které předcházejí vlastnímu klíčení (Procházka *et al.*, 1998).

Ke klíčení je nutná energie, která se získává při oxidační fosforylaci. Funkce dýchacího řetězce, a tím i fosforylace spojená s dýcháním vyžaduje kyslík. Za běžných podmínek je v půdním vzduchu zhruba 20 % O₂, 0,03 % CO₂ a 80 % N₂. V některých případech (vytvoření půdního škraloupu, nadměrná vlhkost prostředí) může koncentrace O₂ v půdním vzduchu klesnout až pod 1%, což může mít retardační vliv na klíčení. Požadavky na kyslík musí být respektovány při hloubce setí v závislosti na velikosti semen a fyzikálních vlastnostech půdy. V laboratorních podmínkách bylo dokázáno, že ještě hodnoty 2–5 % O₂ v půdním vzduchu působí na klíčení některých druhů pozitivně (Knot, 2005).

Klíčení může probíhat jen v určitém rozmezí teplot. Copeland a McDonald (1995) uvádějí tři tzv. kardinální teplotní body, jimiž jsou minimum, optimum a maximum. Optimální teplota substrátu pro klíčení se pohybuje mezi 15 až 20 °C, minimum je 5 °C. Nízká teplota v období počátečního vývoje může negativně ovlivnit klíčení, vzcházení, ale také pozdější vývin, a tím i konkurenční schopnost druhu (Hardegree a Van Vactor, 1999).

Většina semen klíčí v laboratorních podmínkách při konstantní teplotě. Semena některých druhů však nejsou schopna klíčit bez kolísání teplot, které je v přírodě obvyklé. Teplota potřebná pro klíčení semen se uplatňuje i při chladové stratifikaci (uložení semen ve vlhkém substrátu při teplotě pohybující se lehce nad 0 °C, aby mohla vyklíčit), při níž dochází k odbourávání inhibičních látek podléjících se na dormanci semen (Procházka *et al.*, 1998). Při teplotách nad 35 až 40 °C dochází k poškození rostlin. Hejduk (2007) uvádí, že optimální teplota půdy pro růst kořenů trav a příjem vody a živin je pro druhy mírného pásma 10 až 18 °C. V horkých letních dnech jsou tyto hodnoty překračovány zejména na písčitéch substrátech, což je spojeno s poklesem kvality trávníků. Za vysokých teplot je omezena fotosyntéza, trávy neprodukují dostatek asimilátů na obranu proti stresu a rostlina může uhynout. Jakmile denní maximální teplota půdy v hloubce 5 cm přesáhne 30°C a ani v noci neklesne pod 20°C, nastává odumírání kořenů. Charles *et al.*(1991) zkoumali vliv teploty půdy (3, 6, 9, 12 a 24 °C) a hloubky výsevu (0, 15, 30 a 45 mm) na vzcházení kostřavy rákosovité a zjistili, že s nižší hloubkou výsevu se zvyšuje rychlost vzcházení a rovněž se zvyšuje se stoupající teplotou půdy v rozmezí od 9 °C do 12 °C.

Další faktor, který většinou nebývá podmínkou klíčení, je světlo. Některá semena však klíčí rychleji na světle než ve tmě. Podle toho rozdělují Procházka *et al.* (1998) druhy na kladně a záporně fotoblastické. Kladně fotoblastické druhy jsou ty, u kterých světlo klíčení stimuluje a záporně fotoblastické druhy ty, u kterých světlo klíčení inhibuje. Kladně fotoblastická semena, stimulovaná světlem, nemívají dostatek zásobních látek. Z tohoto důvodu musí klíčící rostliny rychle dosáhnout podmínek, které jsou vhodné pro jejich autotrofní existenci. Citlivost na světlo se začíná projevovat při nabobtnání obilky. Klíčení může být závislé na spektrálním složení světla. Bylo prokázáno, že pozitivní vliv světla se vyskytuje v oblasti 400–500 nm nebo 630–680 nm. Naopak negativní účinek může mít oblast 730–750 nm (Kreuz, 1974). Míka *et al.* (2002) uvádějí, že klíčení trav je světlem obecně podporováno, zvláště u rodu *Poa*, kde tento účinek zřetelně klesá s postupující zralostí obilky.

1.6.3 Vnitřní činitelé klíčení

Některá semena neklíčí, ač mají splněny vnější podmínky potřebné ke klíčení. Nejčastější příčina neklíčení živých semen, i za předpokladu, že vnější podmínky jsou splněny, je vysoký obsah látek inhibiční povahy v semenech. Jedná se především o kyselinu abscisovou, deriváty kyseliny benzoové, skořicové a kumarinu. K jejich odstranění se používá tzv. stratifikace, což je vkládání zbobtnalého osiva do vrstev písku po dobu několika týdnů při nízkých teplotách. Během chlazení postupně dochází k odbourávání inhibitorů a růstu hladiny giberelinů.

Látky regulující růstové a vývojové procesy rostlin se nazývají růstové regulátory – fytohormony. Přirozené neboli nativní růstové regulátory, které si rostlina sama tvoří k regulaci svého růstu a vývoje, lze rozdělit do dvou skupin: rostlinné hormony (fytohormony) a další látky s regulační aktivitou. Kromě přirozených růstových regulátorů existují i synteticky připravené. Tyto syntetické růstové regulátory nejsou součástí metabolismu rostlin. Při aplikaci na rostliny působí často delší dobu než fytohormony, protože rostliny nemají enzymatický aparát, který by je rozkládal.

Hejnák *et al.* (2005) definují fytohormony jako chemické signály, které jsou účinné ve velmi nízkých koncentracích. Vyvolávají biochemické, fyziologické a morfologické reakce buď přímo v místě svého vzniku, nebo v místech, kam jsou transportovány vodivými pletivy či difúzí. V současné době máme nejvíce poznatků o fytohormonech tří početných skupin označovaných jako auxiny, gibereliny a cytokininy. K velmi významným a všeobecně rozšířeným fytohormonům patří i kyselina abscisová a etylén.

Účinnost fytohormonů závisí na jejich obsahu, aktivitě a vzájemných interakcích. Odpovědi rostlin na změnu hladin fytohormonů mohou být posuzovány podle jejich odezvy na exogenně aplikované přírodní nebo syntetické fytohormony. Komplikace může způsobit fakt, že aplikace jednoho fytohormonu může stimulovat nebo inhibovat syntézu jiných. Pro výsledné působení není rozhodující jen jejich množství nebo aktivita, ale především jejich vzájemný poměr. Nejpravděpodobněji působí na zmírnění účinků kyseliny abscisové cytokininy a auxiny a pro její stimulaci jsou to kyselina jasmonová a methylester kyseliny jasmonové (Pospíšilová, 2003).

Fytohormony tedy zabezpečují růstovou a metabolickou celistvost rostlin. Stimulační růstové vlivy jsou přitom spojeny především s nízkými koncentracemi auxinu, s cytokininy a gibereliny, inhibiční vlivy pak hlavně s kyselinou abscisovou, s etylénem a s vyššími koncentracemi auxinu. Každý fytohormon může působit na buňky v různých orgánech a výsledek tohoto působení může být velmi nejednotný. Je totiž závislý na vývojovém stavu příslušného orgánu i na interakcích jak s dalšími fytohormony, tak i s mnoha dalšími vnitřními i vnějšími faktory (Hejnák *et al.*, 2005).

Rychlost příjmu vody obilkou je dána propustností obalů, rozdílem vodních potenciálů mezi obilkou a prostředím, ve kterém se obilka nachází (Copeland a McDonald, 1995), ale i velikostí obilky, resp. jejím povrchem. Obecně platí, že čím větší a těsnější je plocha mezi obilkou a okolím, tím větší je i množství přijaté vody. Osivo je možno před setím upravovat, aby se zrychlilo klíčení a vzcházení rostlin. U některých druhů se provádí máčení (hydratace) na 12-24 hodin do teplé vody (20-25 °C), v prostředí osmotika na stupeň vlhkosti 10 – 20 %

celkové hmotnosti. Semeno musí přijmout vodu v množství, které je dostatečné pro aktivaci metabolických procesů, ale již nepostačující k proražení kořínku (Pazdera, 2003). Hydratací docílíme vyšší klíčivosti, vyrovnanějšího vzcházení a podpory růstu. Vzcházení se urychlí až o 4 dny. Nevýhodou je ovšem větší pracnost a špatná vysévatelnost mokrého osiva. Výsledky Svobodové a Šantrůčka (2000) avšak ukázaly, že ani po 24 hodinovém máčení osiva jílku vytrvalého, lípnice luční, kostřavy červené a psinečku tenkého ve vodě nedochází k průkaznému ovlivnění rychlosti klíčení osiva.

Klíčení souvisí i s velikostí semen, resp. s hmotností tisíce obilek (HTO). Záleží tedy na velikosti obilek, která je ovlivněna genotypem a podmínkami množení. Všeobecně se předpokládá, že větší obilka pozitivně ovlivňuje počáteční vývin rostlin. Hmotnost tisíce obilek kostřavy rákosovité se pohybuje cca mezi 1,9-2,1 g.

1.7 Konkurence trav v porostu a možnosti jejího ovlivnění

Konkurence je typ vztahu mezi jedinci vyvolaného společnou potřebou zdroje, jenž se vyskytuje v omezeném množství, a směřujícího ke snížení možnosti přežití, růstu a reprodukce soutěžících jedinců (Begon *et al.*, 1999). Konkurenční schopnost rostlinných druhů dle Klimeše (1997) spočívá v morfologické a fyziologické konstituci, zakotvené v jejich genotypu. Morfologickou konstitucí se rozumí např. rychlost klíčení a rychlost růstu, kořenový systém, o jehož konkurenci rozhoduje zejména hustota a hloubka zakořenění a dále vytrvalost, přičemž déle žijící rostlina se prosadí v konkurenci prostým přetrváním. Fyziologická konstituce je spíše přizpůsobení se světelnému nebo teplotnímu režimu, adaptace na vláhový režim a v neposlední řadě potřeba minerálních živin a přizpůsobení se k chemickému složení prostředí. Ovlivnit konkurenceschopnost v porostu je možné např. předseťovou úpravou osiva, volbou vhodných výsevních poměrů jednotlivých komponent nebo stanovením způsobu a doby vhodných pěstitelských zásahů, jako jsou termíny a výška první seče, míra aplikace hnojiv a ochranných látek, závlaha trávníku a jiná mechanická opatření.

V travních porostech probíhá konkurence mezi jedinci jednoho druhu v rámci jedné populace - tzv. intraspecifická, neboli vnitrodruhová konkurence a konkurence mezi populacemi dvou či více druhů – konkurence interspecifická, neboli mezidruhová.

U intraspecifické konkurence se jedná o kompetici jedinců o stejné zdroje. Nejsou-li mezi kompetitory rozdílné požadavky na zdroje obživy a energie, nastane mezi druhy vysoká mezidruhová konkurence. Ta může mít v porostu různé důsledky, např. vytlačení slabšího

druhu druhem konkurenčně silnějším nebo zúžení ekologické niky druhu v důsledku využívání určité části zdroje (Mikulka *et al.*, 1999)

Šálek (2005) uvádí, že interspecifická konkurence je velká v případě, nemají-li druhy rozdílné kvalitativní a kvantitativní požadavky na zdroje energie a obživy. Sílu konkurenčního vztahu mezi dvěma druhy potom určuje to, do jaké míry se překrývají jejich ekologické (potravní, prostorové a časové) niky.

Konkurenci trav v porostu ovlivňuje také **výběr jednotlivých druhů a jejich zastoupení ve směsi**. Beard (1973) uvádí výhody směsí nad monokulturami, jako jsou např. zajištění genetické diverzity, vyšší potenciál k přizpůsobení se prostředí a zvýšení tolerance vůči chorobám a jiným vlivům. V případě, že se konkurence objeví mezi rostlinami v trávníku, počáteční výhoda, kterou jistý druh má před jiným, následně zvyšuje jejich konkurenční bilanci. Mezi faktory ovlivňující tuto konkurenční rovnováhu jsou především rychlost klíčení a vzcházení obilí po zasetí (Ross a Harper, 1972).

Klíčivost a vzcháživost kostřavy rákosovité jsou obdobné jako u kostřavy červené, plně vzchází přibližně za dva týdny po zásevu. Její konkurenční schopnost snižuje časté a nízké sečení, a ve směsích s agresivnějšími druhy jako jsou psineček tenký nebo kostřava červená, z trávníku zmizí (Našinec, ústní sdělení, 2009). Lavezzi *et al.* (2005) zkoušeli kompetici 6 trávníkových druhů a jejich vzájemné interakce ve vinicích. Zkoušenými druhy byly jílček vytrvalý, kostřava rákosovitá, kostřava ovčí, kostřava červená dlouze výběžkatá, kostřava červená trsnatá a lipnice luční. Testované druhy, které byly ze stanoviště odebírány po dobu 4 let (od roku 2001 do roku 2004), byly ve výsledku rozdělené do dvou skupin. První skupina zahrnovala vysoce konkurenceschopné druhy, kam patřily kostřava rákosovitá spolu s jílkem vytrvalým a do druhé skupiny spadaly kostřava ovčí, lipnice luční a kostřava červená dlouze výběžkatá.

Při srovnání konkurenceschopnosti mezi lipnicí luční, kostřavou červenou a jílkem vytrvalým, je více než pravděpodobné, že rychlejší vzcháživost jílku a kostřavy bude mít za následek jistou konkurenční výhodu, která, alespoň částečně, vysvětluje nevýhody lipnice v počátečních fázích vývinu porostu (Larsen *et al.*, 2004a). Sobotová a Svobodová (2007) zkoumaly vliv ročníku a různých výsevních poměrů ve směsi jílku vytrvalého a lipnice luční v hřišťových trávnících a jejich pokusy prokázaly pozvolnou převahu lipnice ve směsi s jílkem po čtyřech letech vývoje (2004 – 2007) a to i při výsevku 10 % lipnice a 90 % jílku.

Nutná je tedy i znalost procentuálního zastoupení jednotlivých komponent ve směsi, jelikož problémem při sestavování směsí je právě jejich rozdílná konkurenceschopnost. Larsen a Bibby (2004) např. uvádějí, že lipnice luční se ve směsi s jílkem vytrvalým velmi

špatně prosazuje za předpokladu, že počáteční procentuální zastoupení jílku je více než 70 %. Naopak výsledky Sobotové *et al.* (2006) prokázaly schopnost lipnice luční postupně se prosadit ve směsi s jílkem vytrvalým, byť jeho počáteční procentuální zastoupení bylo vysoké. V pokusech Hunta a Dunna (1993), kteří testovali směs jílku, kostřavy rákosovité a lipnice luční, se jílek vytrvalý projevil jako konkurenčně silnější i před kostřavou rákosovitou.

Jednou z hlavních rolí dále hraje **velikost semen**, resp. **hmotnost tisíce obilek** (HTO), která se může lišit i v rámci jednoho druhu, např. HTO u lipnice luční byla stanovena v rozmezí od 0,099 g až do 0,547 g (Larsen *et al.*, 2004b). HTO může záviset na zeměpisném původu jednotlivých šarží, nebo se může lišit v závislosti na počasí při sklizni (Cookson *et al.*, 2001). U kostřavy rákosovité, kostřavy luční a jílku vytrvalého bylo zjištěno, že hmotnost tisíce obilek může být snížena v případě vysokých teplot v době kvetení a vzniku obilek (Larsen *et al.*, 2004b).

S velikostí semen (resp. s HTO) souvisí i klíčení. Výsledky pokusu Goldberga a Landy (1991) ukazují, že druhy s větší velikostí semen a druhy s rychlejším vývojem měly silnější vliv na redukci hmotnosti konkurentů. Naopak druhy s menší mírou růstu snadněji podléhaly negativním vlivům kompetice. Larsen a Andreasen (2004) při svých pokusech s jílkem vytrvalým, kostřavou rákosovitou a lipnicí luční zjistili, že vzrůstající HTO pozitivně ovlivňuje celkovou klíčivost a negativně průměrnou dobu klíčení. Menší obilky se mohou vyznačovat sníženými semenářskými hodnotami, někdy i menší počáteční rychlostí růstu klíčence. Velké obilky mají větší nároky na vodu při klíčení (při bobtnání) a při vzházení.

Další možností ovlivnění konkurenceschopnosti druhů je **předset'ová úprava osiva**. Ta má za cíl zlepšit semenářské parametry osiva např. navýšením hmotnosti a velikosti, zvýšením, popř. snížením schopnosti přijímat vodu a kyslík. Mezi tyto úpravy patří především hydratační úpravy, obalování a biologické úpravy osiv. Biologické úpravy jsou ty, které využívají houby nebo bakterie ke kontrole půdy a patogenů osiva namísto chemického ošetření. Na rozdíl od umělých pesticidů, které jsou schopny postihnout širokou škálu mikroorganismů, biologické metody mají většinou úzkou specifičnost, často zabíjejí pouze jednoho specifického škůdce, ovšem někdy i více (např. *Trichoderma* sp. může regulovat takové patogeny jako např. *Pythium*, *Rhizoctonia* a *Fusarium* sp.).

Principem hydratačních úprav je zvýšení procenta klíčivosti, rozšíření rozpětí teplot, při kterém je osivo schopno klíčit a dále zvýšení uniformity semen po založení porostu. Metody hydratace můžeme rozdělit na *prehydrataci*, což je neřízený příjem vody o expozici mezi 6-12 hodinami. Semena mohou být předklíčena i v gelu při 20 °C a teprve potom vyseta. Další metodou hydratace je *priming*, což je řízený příjem vody v prostředí se sníženým

osmotickým potenciálem (např. v prostředí polyethylen glykolu, KNO_3 , K_3PO_4). V tomto případě je příjem vody pomalejší. Primingu se využívá většinou u osiva rajčat, mrkve, cibule, ječmene, pšenice, ale i jílku (Taylor *et al.*, 1998).

Principem obalování je nanesení různě propustného obalu, který ovlivňuje pohyb vody, k semeni. Obalování osiv můžeme rozdělit na tzv. „peletizaci“, která slouží pro lepší distribuci semen při výsevu, jelikož díky ní se zlepšují výsevní vlastnosti semen a tzv. „inkrustaci“, při které dochází k obalování semena slabou obalovou vrstvou. Na rozdíl od peletizace se v tomto případě tvar semene nemění. Výhodou inkrustace je většinou aplikace fungicidů, insekticidů, mikroživin a dalších látek přímo do semene. Obalovou směsí je vodorozpustný polymer s pevným obalem, kterým dokáže zamezit vysychání semen (Taylor *et al.*, 1998). Pro zajištění lepší výkonnosti semen se tyto metody dají kombinovat. Valdes *et al.* (1985) a Bennett (1988) uvádějí, že peletizace hydratačně upravených semen prokázala jejich lepší vitalitu v porovnání se semeny, která prošla jen jednou z výše zmíněných úprav.

Studium konkurenčních vztahů je důležité zejména z pohledu dlouhodobější udržitelnosti porostu. Pokud není trávník monokulturou, mění se v průběhu stáří porostu vzájemné zastoupení druhů ve směsi a porost tak mění své vlastnosti.

2 Hypotézy a cíle práce

2.1 Hypotézy

- Celkový počet vyklíčených obilek kostřavy rákosovité a doprovodného druhu je závislý na termínu stresu suchem v průběhu klíčení, resp. na fázi naklíčení, ve které stres nastane.
- Rychlost vzcházení a celková vzcházivost obilek kostřavy rákosovité a ostatních travních druhů je závislá na hloubce výsevu, v rozsahu 0-3 cm.
- Počet odnoží kostřavy rákosovité a metlice trsnaté závisí na doprovodném druhu ve směsi, poměrech obilek ve výsevku a na stáří porostu. Například kostřava rákosovitá ve směsi s lipnicí luční v průběhu let ustupuje. Předpokládáme, že tyto vlastnosti jsou specifické pro jednotlivé odrůdy a některé se mohou v porostu udržet déle a jsou tedy vhodnější. Podobné vztahy nejsou na úrovni odrůd prozkoumány ani ve směsích metlice trsnaté s lipnicí luční nebo kostřavou červenou, přitom jejich znalost by vedla k významným pěstitelským doporučením.
- Zastoupení kostřavy rákosovité v porostu je ovlivněno výškou seče a 3centimetrová seč bude zvyšovat konkurenceschopnost kostřavy rákosovité v porostu s lipnicí. Tento vliv může být specifický v závislosti na odrůdě.

2.2 Cíle práce

Cílem práce bylo získání detailních poznatků o vybraných travníkových odrůdách kostřavy rákosovité, jejich růstových vlastnostech a konkurenčních vztazích ve směsích s lipnicí luční při různých poměrech ve směsi a při různé výšce seče (srovnání výšek 3 a 6 cm).

Dalším cílem této práce bylo získání poznatků o metlici trsnaté ve směsích s lipnicí luční a vybranými odrůdami kostřavy červené.

Získané informace poslouží při praktickém sestavování travních směsí a pěstování travníků i pro další výzkum v oblasti konkurenčních vztahů trav v travních porostech.

3 Metodika

3.1 Charakteristika použitých druhů

- **Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.) odrůda Zuzana**

Udržovatel: Oseva UNI, a.s., Choceň, ŠS Větrov

Registrace: 2011

Popis odrůdy: Zuzana je hexaploidní trávnicková odrůda. Má střední až pozdní dobu metání, s krátkou až střední délkou květenství. Její růstový habitus v metání je polovzpřímený až střední. Intenzita zelené barvy listů během vegetativního růstu je střední až tmavá. Díky svému relativně tuhému drnu je vhodným komponentem pro zatěžované sportovní trávnický a ostatní trávnickové plochy (ÚKZUZ, 2012). V porovnání s ostatními odrůdami kostřavy rákosovité patří Zuzana k odrůdám s nejsvětlejší zelenou barvou listů.

- **Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.) odrůda Barfelix**

Udržovatel: Barenbrug; Royal Barenbrug Group

Registrace: 2001

Popis odrůdy: Barfelix je hexaploidní trávnicková odrůda. Má střední dobu metání. Vyniká velmi jemnými, středně tmavými až tmavě zelenými listy. Jedná se o odrůdu vytvářející kompaktní a hustý drn, s vynikající rezistencí k listové skvrnitosti a relativně vysokou rezistencí k hnědé ohniskovosti trávnicku. Snáší velmi nízkou seč, a sice 12-15 mm. Rovněž velmi dobře snáší zastínění a zasolení půdy. Barfelix je doporučována pro téměř všechny trávnickové účely – sportovní hřiště, parky a krajinářské účely (Wolleswinkel, 2012).

- **Kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea* Schreb.) odrůda Palladio**

Udržovatel: Barenbrug; Barenbrug Research in Mas Grenier (F)

Registrace: 2007

Popis odrůdy: Palladio je hexaploidní odrůda se středně širokými listy. Patří k jedné z nejtmavěji zelených odrůd kostřav rákosovitých vůbec. Vyznačuje se vysokou homogenitou travního drnu a extrémní odolností vůči suchu. Palladio si zachovává svou tmavě zelenou barvu navzdory horkému a suchému počasí a vykazuje vysokou rezistenci vůči hnědé ohniskovosti trávnicku. Potřebuje minimum závlahy. Ve směsích se velmi dobře snáší s lipnicí luční a relativně dobře s jílkem vytrvalým. Tato odrůda je vhodná ke všeobecným krajinářským účelům, dále na golfová hřiště na fairwaye a na odpaliště. Své uplatnění může najít i na fotbalovém hřišti (Wolleswinkel, 2012).

- **Lipnice luční (*Poa pratensis*) odrůda HIFI**

Udržovatel: DLF – TRIFOLIUM Hladké Životice, s.r.o.

Registrace: 2008

Popis odrůdy: Odrůda HIFI byla vyšlechtěna z ekotypu lipnice luční vykazujícího velmi dobrou odolnost k suchu. Jedná se o vytrvalou travníkovou odrůdu se středně širokým listem a hustým drnem, vytvářející podzemní výběžky, které jsou schopny rychle zaplňovat prázdná místa v porostu. Vyznačuje se tmavší barvou listu v porovnání s ostatními českými odrůdami lipnice luční. Její růstový habitus je v roce zásevu střední a list na podzim v roce zásevu úzký až středně široký, barvy středně až tmavě zelené. Je vyšlechtěna a přizpůsobena pro podmínky střední Evropy, zejména dobře snáší jarní a letní období s nedostatkem srážek.

Vzhledem k vysoké odolnosti k suchu je ji možné využít v travnících s nižší úrovní ošetřování ve stresových podmínkách při nedostatku vody a vysokých teplotách. Po skončení nepříznivých podmínek velmi dobře a rychle regeneruje. Je vhodnou komponentou do směsí pro zatěžované sportovní travníky i pro ostatní travníkové plochy (DLF, 2012).

- **Lipnice luční (*Poa pratensis*) odrůda Slezanka**

Udržovatel: DLF – TRIFOLIUM Hladké Životice, s.r.o.

Registrace: 1987

Popis odrůdy: Tato odrůda vznikla křížením odrůd Monopoly a K21. Trs je polovzpřímený, řidší s vynikající odnožovací schopností. Přízemní listy jsou dlouhé a široké. Celá rostlina se vyznačuje světle zelenou barvou. Je vhodná do trvalých travních porostů určených pro luční a pastevní využití. V těchto porostech vytváří spodní listové patro a na stanovišti se rozšiřuje především od třetího a čtvrtého roku po založení porostu (DLF, 2012).

- **Lipnice luční (*Poa pratensis* L.) odrůda Harmonie**

Udržovatel: Šlechtitelská stanice Hladké Životice, s.r.o.

Registrace: 2002

Popis odrůdy: Harmonie je odrůda pro travníkové využití. Doba metání je pozdní. Roste středně rychle. Barva listu je středně až tmavě zelená. Odrůda je odolná proti napadení sněžnou světlerůžovou plísňovitostí trav a padlí travnímu. Středně odolná proti napadení rzí. Jemnost travníku je střední až vysoká. Častým sečením lze dosáhnout vysoké hustoty travníku. Je vhodným komponentem do travních směsí pro sportovní zatěžované travníky i parkové plochy (Fadrný, 2002).

- **Kostřava červená (*Festuca rubra* L. ssp. *commutata*) odrůda Barborka**

Udržovatel: Oseva UNI, a.s., Choceň

Registrace: 1998

Popis odrůdy: Jedná se o středně ranou, vytrvalou, trsnatou travu nižšího vzrůstu, vytvářející mimořádně jemný a hustý drn. Její listy jsou velmi úzké, svěže zelené téměř po celou vegetační sezónu. Je značně odolná vůči mrazu a raná v jarním probuzení. Byla prokázána její vysoká rezistence k padlí travnímu, sněžné světlerůžové plísňovitosti trav a vůči listovým skvrnitostem. Je zimovzdorná a snáší letní přísušky (Fadrný *et al.*, 1999). Hodí se zvláště pro využití do intenzivně ošetřovaných trávníků, jakými jsou např. golfová jamkoviště nebo do směsí pro okrasné reprezentační trávníky.

- **Kostřava červená (*Festuca rubra* L. ssp. *rubra*) odrůda Petruna**

Udržovatel: Oseva UNI, a.s., Choceň

Registrace: 2005

Popis odrůdy: Jedná se o hexaploidní odrůdu, středně ranou. Tato výběžkatá odrůda je určena pro trávníkové využití. Barva listů je středně až tmavě zelená. Odrůda je odolná proti napadení sněžnou světlerůžovou plísňovostí trav a středně odolná proti napadení listovými skvrnitostmi. Jemnost trávníku je střední až vysoká. Je vhodným komponentem pro jemné okrasné trávníky i ostatní trávníkové plochy běžné a parkové zeleně (Fadrný, 2005).

- **Kostřava červená (*Festuca rubra* L. ssp. *trichophylla*), odrůda Viktorka**

Udržovatel: Oseva UNI, a.s., Choceň

Registrace: 2000

Popis odrůdy: Jedná se o hexaploidní odrůdu, krátce výběžkatou travu trávníkového charakteru. V rámci kostřav červených se Viktorka řadí mezi pozdní odrůdy. Vytváří mimořádně hustý a jemný drn, se sytě zeleným zbarvením. Disponuje relativně vysokou tolerancí k velmi nízkému sečení. Díky tomu je Viktorka ideálním komponentem směsí pro intenzivně ošetřované trávníky okrasného charakteru. Velmi dobře se uplatňuje také v golfových trávnících, zejména na jamkovištích, límcích jamkoviště, ale i na drahách a „rafech“. Její předností je zvýšená rezistence vůči listovým chorobám, zejména vůči padlí travnímu, je rovněž odolná vůči sešlapávání (Fadrný, 2005)

- **Metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.) odrůda Kometa**

Udržovatel: Oseva UNI, a.s., Choceň

Registrace: 1994

Popis odrůdy: Kometa vznikla rekurentní selekcí z odrůdy Meta, s následným hromadným sprášením vybraných genotypů. Jedná se o středně ranou odrůdu středního vzrůstu, středního až polorozkladitého tvaru trsu. Kometa je odrůda vhodná především pro parkové a rekreační trávníky. V trávníku vytváří hustý, pružný drn, tmavě zelené barvy, odolávající běžné zátěži. Díky vynikající zimovzdornosti, rezistenci vůči sněžné světlerůžové plísňovitosti trav a toleranci k dlouhodobému zaplavení vodou či zakrytí ledem, je vhodná zejména pro trávníky v drsných klimatických podmínkách (Fadrný *et al.*, 1999).

- **Jílek vytrvalý (*Lolium perenne* L.) odrůda Filip**

Udržovatel: Oseva UNI, a.s., Choceň

Registrace: 2005

Popis odrůdy: Jedná se o středně ranou odrůdu. Barva listu je středně až tmavě zelená. Odrůda je méně odolná proti napadení sněžnou světlorůžovou plísňovostí trav, je středně odolná k napadení listovými skvrnistostmi. Jemnost trávníku je vysoká. Častým kosením lze dosáhnout vysoké hustoty porostu. Je vhodným komponentem do směsí pro zatěžované sportovní trávníky a plochy běžné a parkové zeleně (Fadrný, 2005).

3.2 Metodika provedených pokusů

V rámci disertační práce byly vedeny *in vitro* experimenty v klimaboxech ČZU v Praze, dále nádobové pokusy ve sklenících ČZU v Praze a polní pokusy na pozemku Šlechtitelské stanice Větrov. Všechny pokusy byly provedeny se stejnou šarží osiva.

3.2.1 Laboratorní pokusy (*in vitro*)

Stanovení celkové klíčivosti

Na Petriho misky s filtračním papírem, navlhčeným destilovanou vodou, bylo rozmístěno 100 obilek od každého druhu/odrůdy a ty byly potom vloženy do klimaboxu Binder KBWF 240 nebo 720. Klíčení bylo sledováno denně a vyklíčené obilky byly po odečtení odstraňovány. Klíčení proběhlo za kontrolovaných podmínek, denní a noční režim byl stanoven na 16 a 8 hodin s pozvolnými dvouhodinovými přechody. Relativní vlhkost byla udržována na 75 %. Pokusy byly provedeny za teploty 15/5°C (den/noc). Pokus byl ukončen ve fázi, kdy již nebyly zaznamenávány změny v množství vyklíčených jedinců.

Stanoveno bylo procento celkové klíčivosti a střední doba klíčení (polovina doby potřebné k vyklíčení 100 % klíčivých obilek). K výpočtu střední doby klíčení (MGT – Mean Germination Time) byl použit vzorec (Ellis a Roberts, 1980):

$$MGT = \sum (n D) / \sum n$$

D...počet dnů od počátku klíčení; n...počet obilek vyklíčených v den D

Vliv stresu suchem na průběh klíčení a celkovou klíčivost obilek

Na Petriho misky s filtračním papírem, navlhčeným destilovanou vodou, bylo rozmístěno 100 obilek od každého druhu. Každý druh/odrůda byl založen ve čtyřech opakováních. Klíčení probíhalo za kontrolovaných podmínek v klimaboxech Binder KBWF 240 nebo 720. Denní a noční režim byl po celou dobu pokusu 16 a 8 hodin s pozvolnými dvouhodinovými přechody. Pokus měl tyto tři fáze (tab. 2):

Tab. 2: Jednotlivé fáze *in vitro* experimentu

	Fáze pokusu		
	I. fáze máčení	II. fáze stres suchem	III. fáze znovu-navlhčení
počet dnů	1 – 12	5	pokračování v máčení
teplota den/noc	15/5 °C	35 °C	15/5 °C
zálivka klíčidel	ano	ne	ano
vlhkost vzduchu %	70	40	70

Průběh klíčení byl sledován v 1 denních intervalech od počátku III. fáze, popř. ve fázi I., v případě, že obilky již v této fázi začaly klíčit. Rozmístění misek v klimaboxu bylo náhodné a s každým odběrem se měnilo, zamezilo se tak riziku případné nestejněměrné distribuce světla či teploty. Založena byla kontrolní varianta (bez předvlhčení a stresu) se čtyřmi opakováními. Pokus byl ukončen tehdy, kdy již nebyly zaznamenávány významné změny v množství nových klíčenců, v našem případě byl pokus ukončen 29. den třetí fáze. Stanoveno bylo procento celkové klíčivosti a dále fáze naklíčení, kdy začíná klíčivost obilek po stresu suchem prudce klesat (nabobtnalá obilka je nejvíce citlivá na nedostatek vody).

Laboratorní pokusy byly prováděny s osivem kostřavy rákosovité odrůdami Zuzana, Barfelix, a Palladio a s osivem lipnice luční odrůdou HIFI.

Pro vyhodnocení výsledků byly použity dva hlavní parametry, celková klíčivost – FGP (Final Germination Percentage) a plocha pod ideální křivkou klíčení - AUC (Area Under the Curve); ta integruje plochu pod čtyřparametrickou sigmoidální křivkou, mezi dnem 0 a konečným, 29. dnem experimentu, kterou jsou proloženy změřené hodnoty počtu klíčících obilek v čase. Je parametrem, který kombinuje T_{50} (doba potřebná k vyklíčení 50 % klíčivých obilek), uniformitu klíčení a může být dále využit pro stanovení indexu dormance nebo k vyhodnocení jakéhokoliv vlivu stresu na klíčení rostlin. Poprvé byl uveden v práci El-

Kassaby *et al.* (2008) a je mimo jiné využíván v Software Germinator (Wageningen University).

Oba dva parametry byly stanoveny pomocí programu StatGraph Prism ver. 6.0 (GraphPad Software, Inc.). Dalšími použitými parametry byly (již zmíněná) střední doba klíčení - MGT (Mean Germination Time) a T₅₀, neboli doba potřebná k vyklíčení 50 % klíčivých obilek (Larsen a Bibby, 2004); (viz seznam zkratk str.102). Tyto parametry byly stanoveny jak pro jednotlivé dny máčení po stresu, tak i pro jejich průměry.

K výpočtu T₅₀ byl použit vzorec (Magrini *et al.*, 2011):

$$T_{50} = t_i + [(N/2 - n_i) (t_j - t_i)] / (n_j - n_i)$$

N...finální počet vyklíčených obilek; n_i, n_j...kumulativní počet semen vyklíčených z předešlého sčítání, kdy n_i < N/2 < n_j.

3.2.2 Nádobové pokusy

Stanovení dynamiky vzcházení a celkové vzcházivosti

Do vegetačních nádob se substrátem pro trávníky (obchodní název „Zemina pro trávníky“- výroba Rašelina a.s. Soběslav) bylo vyseto 100 ks obilek každého pozorovaného druhu ve čtyřech různých hloubkách výsevu – na povrch, 1 cm, 2 cm a 3 cm pod povrch; velikost jedné výsevní plochy byla 14x16 cm. Každá varianta pokusu byla založena ve čtyřech opakováních. Zálivka nádob byla prováděna denně v dávce 7 mm. Ve skleníku byla udržována stálá teplota 19 °C a relativní vzdušná vlhkost 70 %. Počet vzešlých semenáčků (výška koleoptile byla alespoň 10 mm) byl sledován v 1 - 2 denních intervalech; po vzejití byl každý semenáček z nádoby odebrán. Byla stanovena celková vzcházivost.

Tento pokus probíhal s osivem kostřavy rákosovité, odrůdami Zuzana, Barfelix a Palladio, s lipnicí luční, odrůdami HIFI a Slezanka a s kostřavou červenou, odrůdami Barborka, Viktorka a Petruna.

Vliv výšky seče v počátku vývinu porostu

Do vegetačních nádob o rozměru 150 x 150 x 200 mm se substrátem a křemičitým pískem se zrnitostí 250-500 μm byly vysety obilky kostřavy rákosovité odrůd Palladio, Barfelix a Zuzana (210 kg/ha klíčivých obilek = 105 mil. klíčivých obilek na ha).

Porost byl hnojen kapalným hnojivem Pentakeep-G, (NPK 6-10-5) s obsahem fotosyntézu urychlující 5 – amino-levulovou kyselinou, v poměru 1 ml na 1 l vody v pěti dávkách (5 dávek po 250 ml roztoku na nádobu) pro zajištění optimálních podmínek růstu.

Pokus se čtyřmi opakováními byl veden za stálé teploty 19 °C a relativní vzdušné vlhkosti 70 %. Sledována byla tvorba celkové nadzemní fytomasy (hmotnost ústřížků) a podzemní fytomasy. Výsevky odpovídaly výsevkům polního experimentu na Větrově.

Pokus byl založen 24. 8. 2011. Poprvé (3. 10. 2011) byly všechny porosty posečeny na výšku 30 mm. Seč byla prováděna v každé nádobě zvlášť nůžkami podle vložené šablony zajišťující stejnou výšku seče od povrchu půdy. Po dvou týdnech pěstování (20. 10.) bylo zahájeno sečení porostů na rozdílnou výšku, tj. na 3 a 6 cm. Takto bylo provedeno devět sečí, které následovaly v přibližně týdenních intervalech. Poslední seč byla provedena 15. 12. 2011 a 3. ledna 2012 byl pokus ukončen a kořeny proplaveny.

V jednotlivých sečích byla sledována hmotnost ústřížků (v sušině) a po ukončení pokusu v lednu 2011 byly vegetační nádoby přeneseny do laboratoře, nadzemní fytomasa odstraněna a podzemí fytomasa proplavena. Pokus byl založen jako doplňkový ve shodě s polním pokusem, tedy se stejnými odrůdami kostřavy rákosovité (Zuzana, Barfelix, a Palladio) ve stejném výsevním poměru a byl udržován při stejných výškách seče. Při jeho zakládání jsme se omezili pouze na monokultury, jelikož při proplavování kořenů u směsí by bylo obtížné rozeznat kořeny jednotlivých druhů.

3.2.3 Polní pokusy

Charakteristika pokusného pracoviště

Polní pokus byl založen na pozemku Šlechtitelské stanice Větrov. Tato stanice je součástí Osevy UNI, a. s., Choceň od roku 1995. Lokalita se nachází v bramborářské výrobní oblasti, výrobní typ bramborářsko – ovesný, nadmořská výška 620 m, průměrná roční teplota 6,9 °C, průměrný roční úhrn srážek 642 mm, půdní druh hlinitopísčité půda, půdní typ hnědá kyselá, středně podzolovaná.

Založení a ošetřování pokusu s kostřavou rákosovitou (KR) a lipnicí luční (LL)

Maloparcelkový polní pokus byl založen na jaře v roce 2011. Velikost jedné parcelky byla 2x1 m (tab. 5). Vysety byly dvousložkové směsi kostřavy rákosovité odrůd Zuzana, Barfelix, Palladio a lipnice luční HIFI. Složení směsí bylo 70 % nebo 90 % kostřavy rákosovité a 30 nebo 10 % lipnice luční. Rovněž byly vysety monokultury kostřavy rákosovité všech odrůd (tab. 3). Výsevek byl identický s nádobovým pokusem, tedy byly vysety odrůdy Palladio, Barfelix, Zuzana v monokultuře (210 kg klíčivých obilek/ha = 105 mil. klíčivých obilek/ha) nebo tentýž výsevek kostřavy rákosovité ve směsi s lipnicí luční (*Poa pratensis*) odrůdy HIFI.

Výsevek lipnice byl 90 kg/ha, což představovalo váhový poměr osiva kostřavy a lipnice 70:30 nebo 23 kg/ha (= váhový poměr osiva kostřavy a lipnice 90:10); (tab. 3). Schéma založení pokusu, který byl založen metodou náhodných bloků, znázorňuje tab. 5. Před samotným založením pokusu předcházela zkouška klíčivosti osiva (HTO osiva a výsledky celkové klíčivosti a jsou uvedeny v tab. 4). Každá varianta byla založena ve čtyřech opakováních.

Tab. 3: Výsevky polního a nádobového pokusu (počet obilek/ha; kg/ha)

Druh	Zastoupení KR ve směsi (%)					
	70		90		100	
Kostřava rákosovitá	10,5·10 ⁷	210 kg	10,5·10 ⁷	210 kg	10,5·10 ⁷	210 kg
Lipnice luční	45·10 ⁷	90 kg	11,7·10 ⁷	23 kg	0	0 kg

Tab. 4: Použité druhy/odrůdy, jejich původ, HTO a přítomnost/nepřítomnost endofytů

Druh/Odrůda	Šlechtitelská stanice	HTO (g)	Klíčivost (%)	Přítomnost endofytů (%)
<i>Kostřava rákosovitá</i>				
Palladio	Barenbrug Research in Mas Grenier (F)	1,97	89	+ 8
Barfelix	Barenbrug; Royal Barenbrug Group	2,06	72	-
Zuzana	Oseva UNI, a.s. Choceň, Breeding station Větrov	1,90	76	-
<i>Lipnice luční</i>				
HIFI	DLF – TRIFOLIUM, Breeding station Hladké Životice, s.r.o.	0,24	78	n.t.

Pozn.: HTO, hmotnost tisíce obilek; n.t., nebylo testováno; +/-, přítomny/nepřítomny

Ošetřování pokusu bylo prováděno v závislosti na povětrnostních podmínkách a celkovém stavu porostu. Sečení bylo prováděno vřetenovou sekačkou na výšku 3 a 6 cm v jarním období každý týden od poloviny června. Poslední sečení pokusných ploch bylo prováděno přibližně v polovině října. Regulace plevelů a ochrana proti škůdcům byla prováděna dle stavu trávníku přípravkem Bofix. Trávník byl hnojen pravidelně 1x měsíčně dle povětrnostních podmínek a to střídáním granulovaného kombinovaného hnojiva a ledkem vápenatým v celkové dávce čistého dusíku ca 30 kg/ha/rok. U každé varianty byl 1 m² určen k odběru vzorků, druhá část sloužila výhradně k doplňujícím popisným, vizuálním charakteristikám.

Sledovanými ukazateli byly počet odnoží jednotlivých travních druhů v porostu (ks/m²) a hmotnost 1000 odnoží (g).

Založení a ošetřování pokusu s metlicí trsnatou (MT), kostřavou červenou (KČ), lipnicí luční (LL) a jíllem vytrvalým (JV)

Vysety byly dvousložkové směsi metlice trsnaté (Kometa) s odrůdami jílků vytrvalého (Filip), lipnice luční (Harmonie) a kostřavy červené (Barborka, Viktorka, Petruna). Celkový výsevek živých obilek byl stanoven na 40 000 na m², poměry jednotlivých obilek byly 25, 50 a 75 % (početních). Každá varianta včetně kontrolní (monokultura metlice trsnaté o 40 000 živých obilkách) byla vyseta ve 4 opakováních (tab. 6). Trávník byl hnojen stejně jako předešlý experiment, pouze dávka čistého dusíku se lišila, a sice jednalo se o ca 120 kg/ha/rok.

Odběr vzorků (stejně postupy u obou experimentů)

K odběrům vzorků se používaly Kopeckého válečky o vnitřním průměru 50 mm. Z každé parcelky byly odebrány 3 monolity – tzn. 12 monolitů/vzorků na danou variantu. Porost byl sečen vždy 3 dny před samotným odběrem. Z každého monolitu byla oddělena nůžkami nadzemní fytomasa, a to v místě těsně nad odnožovací uzlinou, vzorek byl rozebrán na jednotlivé travní druhy a byly spočítány jednotlivé odnože každého druhu. Po vysušení vzorků (při 90 °C po dobu 24 hod) byla stanovena hmotnost sušiny všech odnoží daného druhu. Počty odnoží jednotlivých druhů i hmotnosti sušiny byly přepočítány na m². Na základě těchto parametrů byl sledován vývin druhů ve směsích.

U experimentu s kostřavou rákosovitou a lipnicí luční proběhly 4 odběry. První 31. 8. 2011, další v roce 2012, a sice jarní 29. 5, letní 30. 7. a podzimní 9. října.

Během trvání experimentu s metlicí trsnatou a kostřavou červenou (jaro 2007 – podzim 2009) bylo provedeno celkem 10 odběrů (3x 2007, 4x 2008, 3x 2009).

3.2.4 Zjištění obsahu endofytů

Přítomnost/absence endofytů v obilkách kostřavy rákosovité byla zjišťována ve Výzkumné stanici travinářské Zubří dle následující metody:

Přítomnost houby *Neotyphodium coenophialum* byla zjišťována v semenech barvicí metodou: semena byla ponechána ca 15 hodin v roztoku 5% NaOH, který obsahoval 0,1 % trypanové modři, při pokojové teplotě. Po propláchnutí pod tekoucí vodou byla semena barvena laktofenolem (1:1:1:5 – kyselina mléčná 85%:fenol:glycerin:destilovaná voda) obsahující 0,1 % trypanové modři a krátce (10-12 minut) v tomto roztoku povařena. Po opláchnutí byla pozorována v kapce glycerinu a destilované vody (1:2) a mikroskopována.

Hyfy se barví modře a svými charakteristickými klky jsou jasně odlišitelné od ostatních houbových vláken (Welty a Rennie, 1985).

3.2.5 Statistické vyhodnocení

Výsledky z *in vitro* experimentů, nádobových a polních pokusů byly statisticky vyhodnocovány jednoduchou a vícefaktorovou analýzou rozptylu ANOVA. Ke statistickému zpracování byly použity programy IBM SPSS Statistics ver. 20 a GraphPad Prism ver. 6.0 (GraphPad Software, Inc.). Homogenní skupiny byly hodnoceny Fisherovým LSD testem (Least Significant Difference) nebo Tukeyho metodou (Honest Significant Difference, HSD) na hladině významnosti $\alpha = 0,001$, $\alpha = 0,01$, $\alpha = 0,05$. Použitý test a hladina významnosti jsou vždy uvedeny u každé tabulky nebo grafu. Pro vyhodnocení významnosti v polních pokusech byla použita vícefaktorová ANOVA s následnou Bonferroniho metodou vícenásobného porovnávání.

Tab. 5: Schéma založení polního pokusu s kostřavou rákosovitou a lipnicí luční metodou náhodných bloků

Opakování	Výška seče									
I	6 cm	Zuz+LL 90:10	Pall+LL 70:30	Pall+LL 90:10	Bar+LL 70:30	Bar 100%	Bar+LL 90:10	Zuz 100%	Pall 100%	Zuz+LL 70:30
	3 cm	Zuz+LL 90:10	Pall+LL 70:30	Pall+LL 90:10	Bar+LL 70:30	Bar 100%	Bar+LL 90:10	Zuz 100%	Pall 100%	Zuz+LL 70:30
II	6 cm	Bar+LL 70:30	Pall 100%	Bar 100%	NZ 100%	Bar+LL 90:10	Pall+LL 70:30	Zuz+LL 70:30	Pall+LL 90:10	Zuz+LL 90:10
	3 cm	Bar+LL 70:30	Pall 100%	Bar 100%	NZ 100%	Bar+LL 90:10	Pall+LL 70:30	Zuz+LL 70:30	Pall+LL 90:10	Zuz+LL 90:10
III	6 cm	Bar+LL 90:10	Pall+LL 90:10	Pall+LL 70:30	Zuz+LL70:30	Zuz+LL90:10	Zuz 100%	Pall 100%	Bar 100%	Bar+LL 70:30
	3 cm	Bar+LL 90:10	Pall+LL 90:10	Pall+LL 70:30	Zuz+LL70:30	Zuz+LL90:10	Zuz 100%	Pall 100%	Bar 100%	Bar+LL 70:30
IV	6 cm	Zuz+LL 70:30	Zuz 100%	Pall 100%	Bar 100%	Bar+LL 70:30	Bar+LL 90:10	Pall+LL90:10	Zuz+LL 90:10	Pall+LL 70:30
	3 cm	Zuz+LL 70:30	Zuz 100%	Pall 100%	Bar 100%	Bar+LL 70:30	Bar+LL 90:10	Pall+LL90:10	Zuz+LL 90:10	Pall+LL 70:30

Pozn.: Zuz = kostřava rákosovitá Zuzana, Pall = kostřava rákosovitá Palladio, Bar = kostřava rákosovitá Barfelix, LL = lipnice luční HIFI

Tab. 6: Schéma založení polního pokusu s metlicí trsnatou, kostřavou červenou, jílkem vytrvalým a lipnicí luční metodou náhodných bloků

I.	MT+JV 25:75	MT+LL 50:50	MT+ KČB 75:25	MT+ KČV 25:75	MT+ KČP 50:50	MT 100%	MT+ KČV 75:25	MT+LL 25:75	MT+ KČB 50:50	MT+JV 75:25	MT+ KČP 25:75	MT+JV 50:50	MT+ KČP 75:25	MT+LL 75:25	MT+ KČV 50:50	MT+ KČB 25:75
II.	MT 100%	MT+ KČV 25:75	MT+ KČP 50:50	MT+LL 75:25	MT+JV 75:25	MT+ KČB 50:50	MT+ KČP 25:75	MT+JV 50:50	MT+ KČV 50:50	MT+LL 50:50	MT+ KČB 75:25	MT+LL 25:75	MT+ KČV 75:25	MT+ KČB 25:75	MT+ KČP 75:25	MT+JV 25:75
III.	MT+LL 25:75	MT+ KČT 75:25	MT+JV 50:50	MT+ KČB 50:50	MT+ KČP 75:25	MT+ KČV 25:75	MT+LL 50:50	MT+ KČB 25:75	MT+ KČP 25:75	MT+LL 75:25	MT+ KČV 50:50	MT+JV 25:75	MT 100%	MT+ KČP 50:50	MT+JV 75:25	MT+ KČV 75:25
IV.	MT+ KČB 25:75	MT+LL 50:50	MT+ KČP 25:75	MT+ KČV 50:50	MT+JV 75:25	MT+LL 25:75	MT+ KČP 50:50	MT+ KČV 75:25	MT+JV 50:50	MT+ KČB 50:50	MT+JV 25:75	MT+ KČP 75:25	MT+ KČB 75:25	MT+ KČV 25:75	MT+LL 75:25	MT 100%

Pozn.: JV = jílek vytrvalý Filip, KČV = kostřava červená Viktorka, KČB = kostřava červená Barborka, KČP = kostřava červená Petruna, LL = lipnice luční Harmonie, MT = metlice trsnatá Kometa

4 Výsledky

4.1 Klíčivost obilek KR a LL po stresu suchem v závislosti na délce bobtnání (*in vitro* experiment)

Sledován byl vliv stresu suchem při klíčení tří odrůd kostřavy rákosovité – Zuzana, Barfelix a Palladio. Po nabobtnání – 1–12 dnů, kterému následoval 5 denní stres (teplota den/noc 35°C), byla sledována rychlost klíčení a celková klíčivost. Celková klíčivost testovaných odrůd kostřavy rákosovité byla průkazně ovlivněna odrůdou i délkou nabobtnání obilek před stresem (graf. 1).

Pro každou variantu (jednotlivé dny máčení, 1–12) byly vyhodnocovány parametry plocha pod ideální křivkou klíčení (AUC), celková klíčivost (FGP), střední doba klíčení (MGT), a čas nutný pro vyklíčení 50 % klíčivých obilek (T_{50}); (tab. 7). U všech testovaných odrůd parametry FGP a AUC průkazně klesly při máčení delším než 4 dny (graf. 2 A, 2 B) a všechny následující dny prodlužující máčení před stresem jen snižovaly klíčivost obilek (graf 1, graf 2 A, 2 B). Každá odrůda kostřavy rákosovité reagovala na rozdílnou délku máčení před stresem různě.

4.1.1 Odrůda Palladio (KR)

Celková klíčivost kontrolní varianty (bez stresu) kostřavy rákosovité Palladio dosáhla v průměru 89 % (graf 1). Při máčení osiva před stresem v rozsahu 1–5 dnů a následném stresu nedošlo k průkazným rozdílům v celkové klíčivosti. Ta se pohybovala v intervalu od 77 do 85 %. Při délce máčení 6 dnů a následném stresu se průkazně snížila celková klíčivost oproti kontrole o 24 %. Tento snižující trend pokračoval 7. i 8. den máčení. K výraznému poklesu došlo při máčení obilek po dobu 10 dnů a následném stresu, kdy se celková klíčivost snížila o 54 % (na 35 %). Po 12 dnech máčení před stresem byla celková klíčivost osiva odrůdy Palladia jen 24 % (o 65 % méně oproti kontrole) a to i kvůli vysokému procentu naklíčených obilek před stresem (graf 1, graf 2 A, 2 B).

4.1.2 Odrůda Barfelix (KR)

Celková klíčivost kontrolní varianty (bez stresu) kostřavy rákosovité Barfelix dosáhla 66 % (graf 1). Tato odrůda byla v testech klíčivosti značně nekonzistentní a často vykazovala rozdílné výsledky bez zjevných příčin.

Při máčení osiva před stresem v rozsahu 1–2 dny a následném stresu nedošlo k průkazným rozdílům v celkové klíčivosti oproti kontrolní variantě, ta byla ovšem v průměru o 7,5 % nižší než právě 1 a 2 denní varianty.

Tab. 7: Vybrané parametry klíčení pro 4 odrůdy trav (hodnoty v tabulce vyjadřují směšné průměry klíčivosti při všech 12 variantách bobtnání ± střední chyba průměru)

	AUC ¹		FGP ² (%)		MGT ³ (dny)		T ₅₀ ⁴ (dny)	
	průměr ± S.E.M.	P<0.001*	průměr ± S.E.M.	P<0.001	průměr ± S.E.M.	P<0.001	průměr ± S.E.M.	P<0.001
KR Paillardio	942 ± 92	a	59.5 ± 6.0	a	7.9 ± 0.6	a	13.4 ± 0.5	a
KR Barfelix	810 ± 77	ab	56.9 ± 4.5	a	10.0 ± 1.0	ab	14.7 ± 0.8	ab
KR Zuzana	795 ± 69	ab	51.2 ± 5.7	a	7.4 ± 0.3	ab	13.1 ± 0.6	ab
LL HIFI	674 ± 85	b	53.1 ± 6.8	a	9.9 ± 0.7	b	16.2 ± 0.4	c
F		10.8		3.8		14.5		14.7
P		<0.0001		0.032		0.0011		0.0001
R ²		0.47		0.24		0.55		0.55

Pozn: Na základě Tukeyho post-hoc testu analýzy rozptylu (ANOVA) s opakovanými měřeními, testy mezi efekty byly stanoveny na dvou hladinách významnosti: ¹AUC, plocha pod křivkou 29denní křivky klíčivosti; ²FGP, celková klíčivost; ³MGT, střední doba klíčivosti; ⁴T₅₀, čas potřebný k vyklíčení 50 % klíčivých obilek (Larsen a Bibby, 2004); (viz seznam zkratk, str. 103); **hodnoty uvedené tučně** značí odrůdy, které byly ve sledovaném parametru nejslabší (tam kde významné); S.E.M., střední chyba průměru

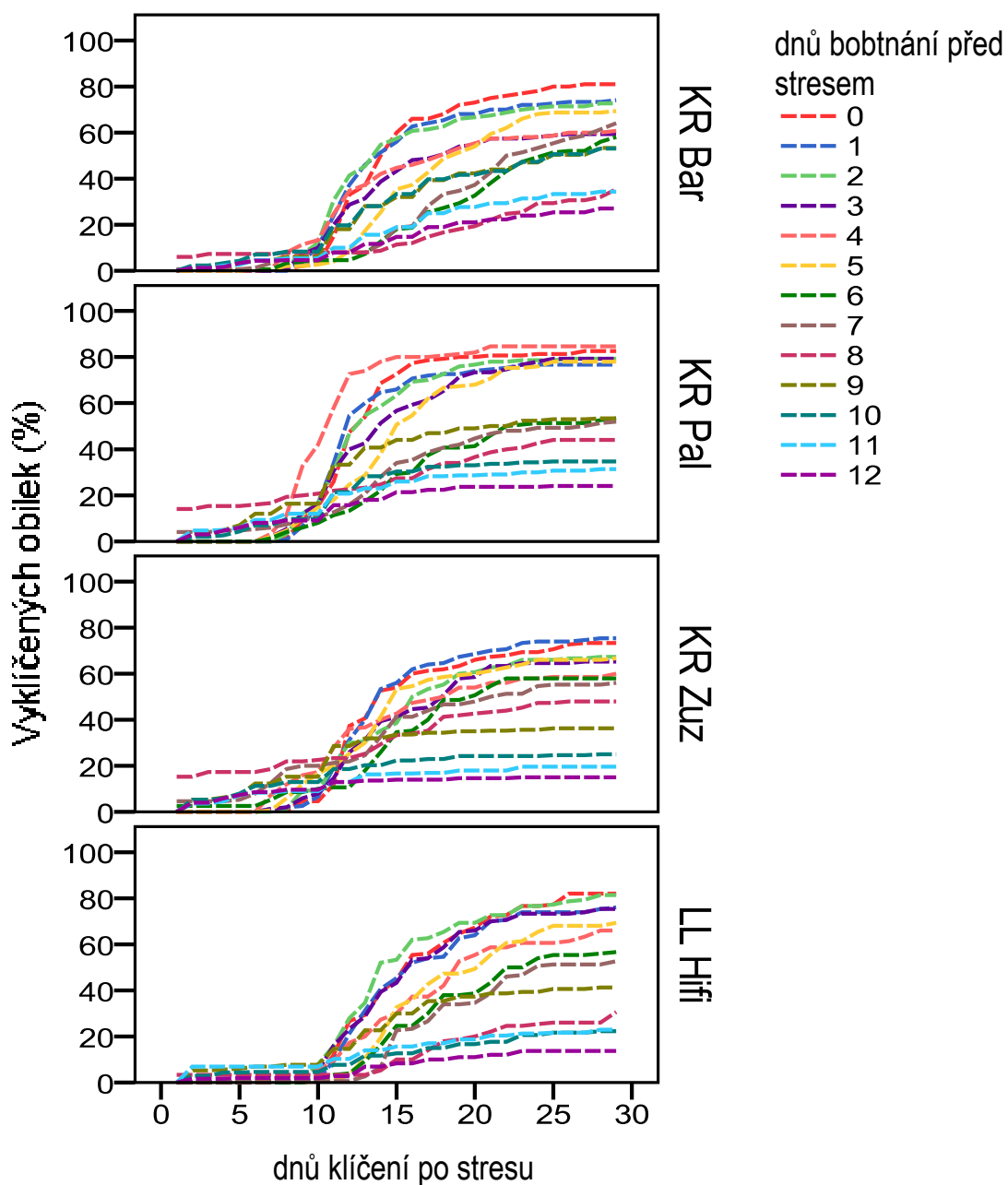
Při délce máčení 3 a 4 dnů a následném stresu se celková klíčivost snížila oproti kontrole pouze o 7 a 5 %. Prodlužující máčení před stresem sice vedlo ke snížení klíčivosti obilek, avšak nejednalo se o lineární závislost. Výraznější (průkazné) snížení nastalo u 11 a 12 dnů máčení, kdy se klíčivost snížila na 34 a 27 % (graf 1, graf 2 A, 2 B).

4.1.3 Odrůda Zuzana (KR)

Nejvyšší klíčivosti u odrůdy Zuzana dosáhla kontrolní varianta – 76 % (graf 1). Máčením obilek 1–4 dnů před stresem nastaly poklesy v klíčivosti, klíčivost se pohybovala v rozmezí od 60–75 %. U 5. dne máčení se klíčivost zvýšila na 67 %. Následně s každým jednodenním prodloužením fáze máčení před stresem (7–12 dnů) se celková klíčivost snižovala každým dnem v průměru o 7, 6 %, po 12 dnech máčení a následném stresu klesla celková klíčivost Zuzany oproti kontrole o 61 % (na pouhých 15 %), (graf 1, graf 2 A, B).

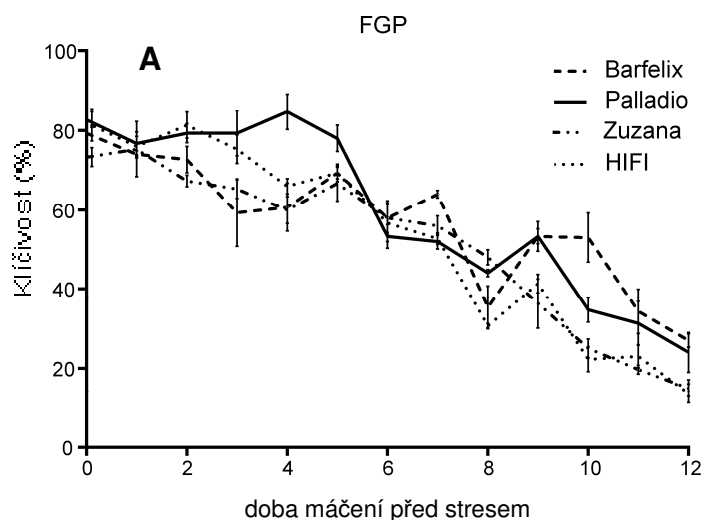
4.1.4 Odrůda HIFI (LL)

Celková klíčivost u kontrolní varianty dosáhla 78. Průkazný pokles o 55 % (na 23 %) nastal u HIFI až po stresu, který nastal po 11 denním máčení obilek. Při 12 dnech máčení před stresem poklesla klíčivost na 14 % (o 64 % méně oproti kontrole); (graf 1, graf 2 A, 2 B).

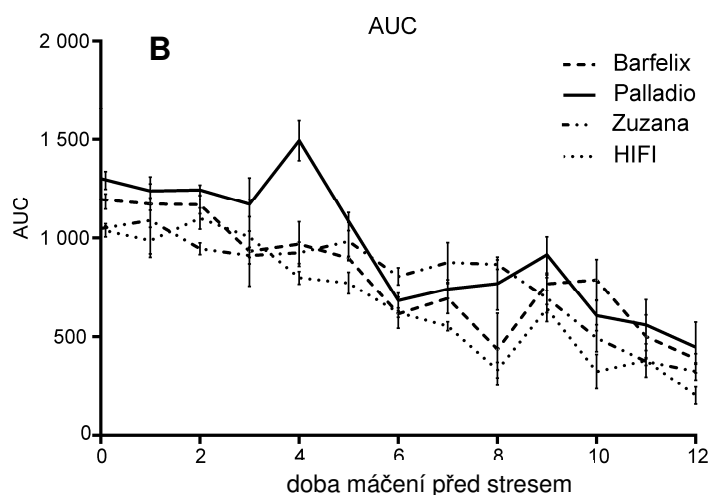


Pozn.: KR Bar, kostřava rákosovitá Barfelix; KR Pall, kostřava rákosovitá Palladio; KR Zuz, kostřava rákosovitá Zuzana; LL HIFI, kostřava rákosovitá HIFI

Graf 1: Dynamika klíčení obilek kostřavy rákosovité a lipnice luční v závislosti na délce máčení před stresem



Graf 2 A: Vývoj celkové klíčivosti (FGP – final germination percentage) jednotlivých odrůd v závislosti na délce máčení před stresem suchem



Graf 2 B: Průměrné plochy pod křivkou klíčivosti jednotlivých odrůd (AUC – area under curve = plocha pod ideální křivkou klíčení) v závislosti na délce máčení před stresem suchem

4.2 Vzcházivost jednotlivých odrůd kostřavy rákosovité, kostřavy červené a lipnice luční v závislosti na hloubce výsevu (nádobový pokus)

V nádobovém pokusu byl zjišťován vliv hloubky výsevu na dynamiku vzcházení travníkových druhů/odrůd zmíněných v metodice pokusu (kapitola 3.2.2.).

4.2.1 Vliv druhu/odrůdy v jednotlivých hloubkách výsevu

Výsev na povrch (0 cm)

Nejvyšší vzházivosti při výsevu na povrch substrátu dosáhla kostřava červená Petruna (89 %). O 8 % méně vzešlých semenáčků bylo zaznamenáno u lipnice luční Slezanky (81 %) – neprůkazný rozdíl (tab. 8, graf 3, 4). Neprůkazně méně vzešlo semenáčků u kostřavy rákosovité Barfelix - 79 %, Palladio – 74 % a Zuzany – 72 %. Druhy s nejnižším procentem vzházivosti při povrchovém výsevu byly kostřava červená Viktorka – 65 % a lipnice luční HIFI s 61 % (tab. 8, graf 3, 4).

Dnů potřebných ke vzejití 50 % vysetých obilek (T_{50}) bylo při povrchovém výsevu nejméně 9 a 10, a sice u kostřavy červené Petruny a lipnice luční Slezanky, dále 10,5 dne u kostřavy rákosovité Barfelix, 11 dnů u kostřavy rákosovité Palladio a Zuzany. U kostřavy červené Viktorky a Barborky bylo zapotřebí 12 dnů a u lipnice luční HIFI o 3 dny více (tab. 9).

Tab. 8: Vzházivost (%) kostřavy rákosovité (KR), kostřavy červené (KČ) a lipnice luční (LL) v různých hloubkách setí (povrchové, 1 cm, 2 cm, 3 cm)

Druh	Odrůda	Hloubka setí (cm); (průměr ± SE)			
		0	1	2	3
KČ	Barborka	70,5 ± 5,0 _a	61,0 ± 6,7 _a	73,3 ± 7,0 _a	56,8 ± 5,6 _a
KR	Barfelix	78,5 ± 3,7 _a	71,8 ± 4,2 _a	80,3 ± 2,9 _a	70,3 ± 2,8 _a
LL	HIFI	61,3 ± 6,8 _a	51,8 ± 5,0 _a	52,3 ± 4,5 _a	7,3 ± 5,6 _b
KR	Palladio	73,8 ± 6,5 _a	80,8 ± 5,6 _a	88,3 ± 2,9 _a	83,0 ± 6,9 _a
KČ	Petruna	88,8 ± 2,8 _a	71,3 ± 4,5 _{b,c}	74,8 ± 2,8 _b	63,0 ± 4,6 _c
LL	Slezanka	81,0 ± 2,7 _a	42,8 ± 6,3 _b	26,0 ± 5,9 _c	13,5 ± 1,0 _c
KČ	Viktorka	65,3 ± 1,9 _a	66,3 ± 4,4 _a	64,5 ± 5,2 _a	43,5 ± 2,6 _b
KR	Zuzana	71,5 ± 1,9 _a	82,5 ± 1,9 _b	80,8 ± 3,9 _b	78,7 ± 2,9 _{a,b}

Pozn.: hodnoty ve stejném řádku, které nesdílí shodné písmeno, jsou statisticky rozdílné ($P < 0,05$). Post-hoc analýza provedena Bonferroniho testem.

Výsev do hloubky 1 cm

Při zapravení osiva do hloubky 1 cm pod povrch vzešlo nejvíce semenáčků u kostřavy rákosovité Zuzany (83 %), méně u kostřavy rákosovité Palladio – 81 % (tab. 8; graf 4, 5). Méně jedinců vzešlo u odrůdy Barfelix (72 %), kostřavy červené Petruny (71 % - neprůkazný rozdíl) a méně rovněž u kostřavy červené Viktorky a Barborky – 66 a 61 % (průkazný rozdíl). Nejhůře vzházela lipnice luční, a to obě dvě odrůdy HIFI a Slezanka – 52 a 43 % (tab. 8, graf 3, 4).

Ke vzejití 50 % vysetých obilek při této hloubce výsevu bylo zapotřebí pouze 6,5 dnů, u kostřavy rákosovité Barfelix, 7 dnů u kostřavy rákosovité Palladio a 8 dnů u kostřavy červené Petruny. Pomalejšími odrůdami byly Zuzana a Viktorka (10 dnů) a Barborka (13 dnů). Ani u jedné z lipnic nebylo T₅₀ dosaženo (tab. 9).

Tab. 9: Počet dnů potřebných k vzejití 50 % vysetých obilek

hloubka setí (cm)	druh/odrůda			
	KR Palladio	KR Barfelix	KR Zuzana	LL HIFI
0	11	10,5	11	15
1	7	6,5	10	*
2	8	8,5	7,5	*
3	8,5	11	9	*
	LL Slezanka	KČ Viktorka	KČ Barborka	KČ Petruna
0	10	12	12	9
1	*	10	13	8
2	*	11	11	7
3	*	*	*	13

Pozn.: * = celková vzcházivost <50%; KČ, kostřava červená; KR, kostřava rákosovitá; LL, lipnice luční

Výsev do hloubky 2 cm

Při zapravení osiva do 2 cm pod povrch vzešlo nejvíce jedinců u všech odrůd osiva kostřavy rákosovité. U odrůdy Palladio 88 %, Zuzany 81 % a Barfelix 80 % (tab. 8, 10, graf 3, 4). Méně tomu bylo u kostřav červených, kde se vzcházivost pohybovala v rozmezí 65–75 %; (neprůkazný rozdíl); (tab. 8, 12, graf 3, 4). U lipnic lučních vzcházivost dále průkazně klesala, u HIFI dosáhla 52 %, u Slezanky pouze 26 % (tab. 8, 11, graf 3, 4).

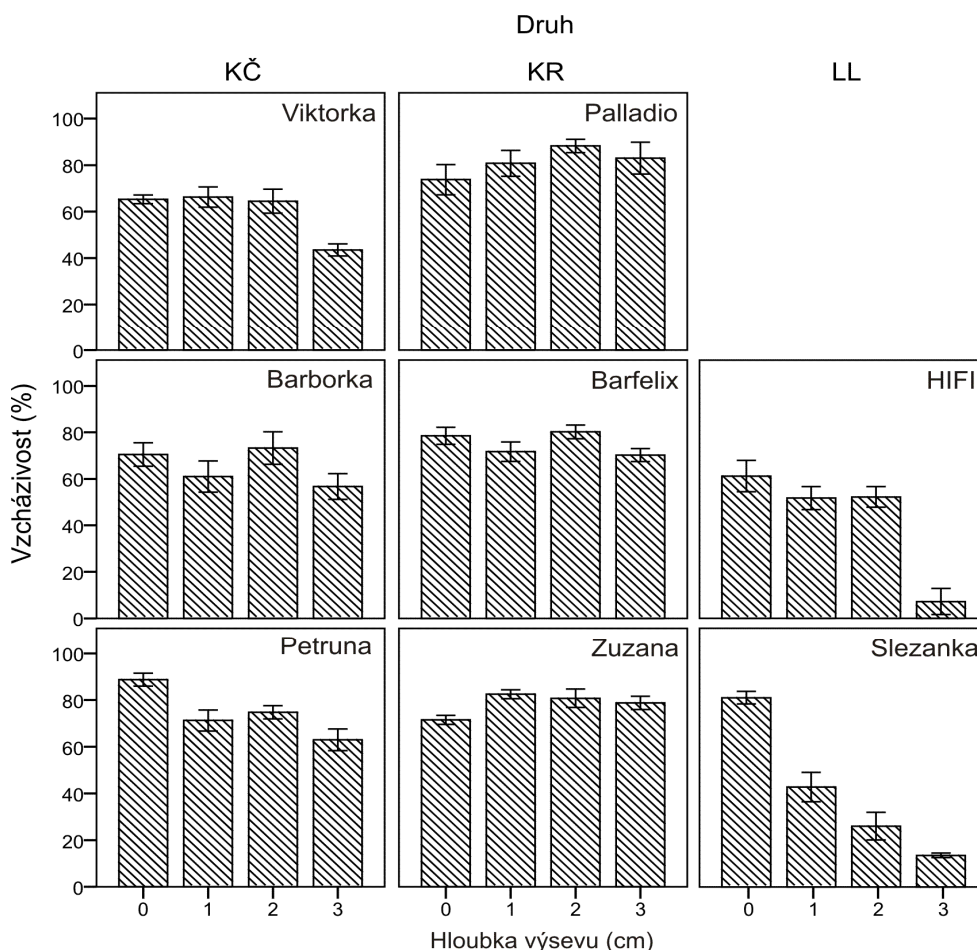
Při tomto hloubkovém výsevu vzcházela nejrychleji kostřava červená Petruna, která potřebovala k vzejití 50 % vysetých obilek pouze 7 dnů, dále kostřava rákosovitá Zuzana (7,5 dne), a odrůda Palladio (8 dnů). U kostřavy červené Viktorky a Barborky bylo zapotřebí 11 dnů, u lipnic opět k dosažení T₅₀ nedošlo (tab. 9).

Výsev do hloubky 3 cm

Uložením osiva do 3 cm pod povrch vzešlo nejvíce jedinců opět u všech odrůd osiva kostřavy rákosovité, v rozmezí 70 až 83 % (tab. 8, 10, graf 3, 4). Průkazný rozdíl byl u osiva kostřavy červené, odrůdy vzcházely v pořadí Petruna (63 %), Barborka (57 %) a Viktorka (44 %); (tab. 8, 12, graf 3, 4). Lipnice luční Slezanka měla pouze 14% vzcházivost a HIFI pouze 7%

(tab. 8, 11, graf 3, 4). To bylo méně oproti odrůdám kostřavy rákosovité i červené ($P < 0,05$); (tab. 13).

K vzejití 50 % vysetých obilek do hloubky 3 cm potřebovala kostřava rákosovitá Zuzana 9 dnů, odrůda Palladio 8,5 dne a Barfelix 11 dnů. U lipnic nebylo po dobu měření 50 % vysetých obilek dosaženo, stejně tak u kostřavy červené Viktorky a Barborky (tab. 9).



Pozn.: svislé úsečky značí ± střední chybu průměru; KČ, kostřava červená; KR, kostřava rákosovitá; LL, lipnice luční; statistické rozdíly a hodnoty viz tab. 8.; KČ, kostřava červená; KR, kostřava rákosovitá; LL, lipnice luční

Graf 3: Vzcházivost (%) testovaných druhů/odrůd v závislosti na hloubce výsevu

Vzcházivost kostřavy rákosovité při různé hloubce výsevu

U osiva odrůdy Palladio vzešlo nejméně jedinců při povrchovém výsevu (74 %) a při výsevu do 1 cm - 81 %. Nejvíce jedinců vzešlo z hloubky 2 cm a to 88 %, z 3 cm to potom bylo o 5 % méně - 83 %. Rozdíly ve vzcházivosti z jednotlivých hloubek výsevu byly u této odrůdy statisticky neprůkazné (tab. 10, graf 3). Průměrně dosáhla 81 %, nejvíce z tří použitých odrůd.

U osiva odrůdy Barfelix se vzcházivost pohybovala od 70 do 80 %. Nejlépe vzcházela z povrchu substrátu a z 2 cm hloubky. Při povrchovém výsevu dosáhla 79% vzcházivosti a při výsevu do 2 cm 80%. To bylo o 8, resp. 10 % více než při výsevu do 1, resp. 3 cm pod povrch (tab. 10, graf 3). Rozdíly mezi jednotlivými hloubkami výsevu nebyly statisticky průkazné. Průměrná vzcházivost ze všech čtyř hloubek výsevu byla 75 %.

Osivo odrůdy Zuzana mělo průměrnou vzcházivost 78 %. Nejlépe se osvědčil výsev do 1 cm pod povrch, kdy celková vzcházivost dosáhla 83 %. Při výsevu do 2 cm pod povrch dosáhla vzcházivost 81 % - rozdíl neprůkazný. Ke statisticky průkaznému rozdílu došlo při povrchovém výsevu, zde dosáhla vzcházivost 72 %, o 11 % méně než při povrchovém setí. Při zapravení osiva do hloubky 3 cm byla vzcházivost o 4 % nižší než při 1 cm výsevu do hloubky – rozdíl statisticky neprůkazný (tab. 10, graf 3).

Tab. 10: Vzcházivost jednotlivých odrůd kostřavy rákosovité v různých hloubkách setí (povrchové, 1 cm, 2 cm, 3 cm)

Hloubka setí (cm)	Odrůda (průměr ± SE)		
	Barfelix (n=4)	Palladio (n=4)	Zuzana (n=4)
0	78,5 ± 3,7 _a	73,8 ± 6,5 _a	71,5 ± 1,9 _a
1	71,8 ± 4,2 _a	80,8 ± 5,6 _a	82,5 ± 1,9 _a
2	80,3 ± 2,9 _a	88,3 ± 2,9 _a	80,8 ± 3,9 _a
3	70,3 ± 2,8 _a	83,0 ± 6,9 _a	78,8 ± 2,9 _a

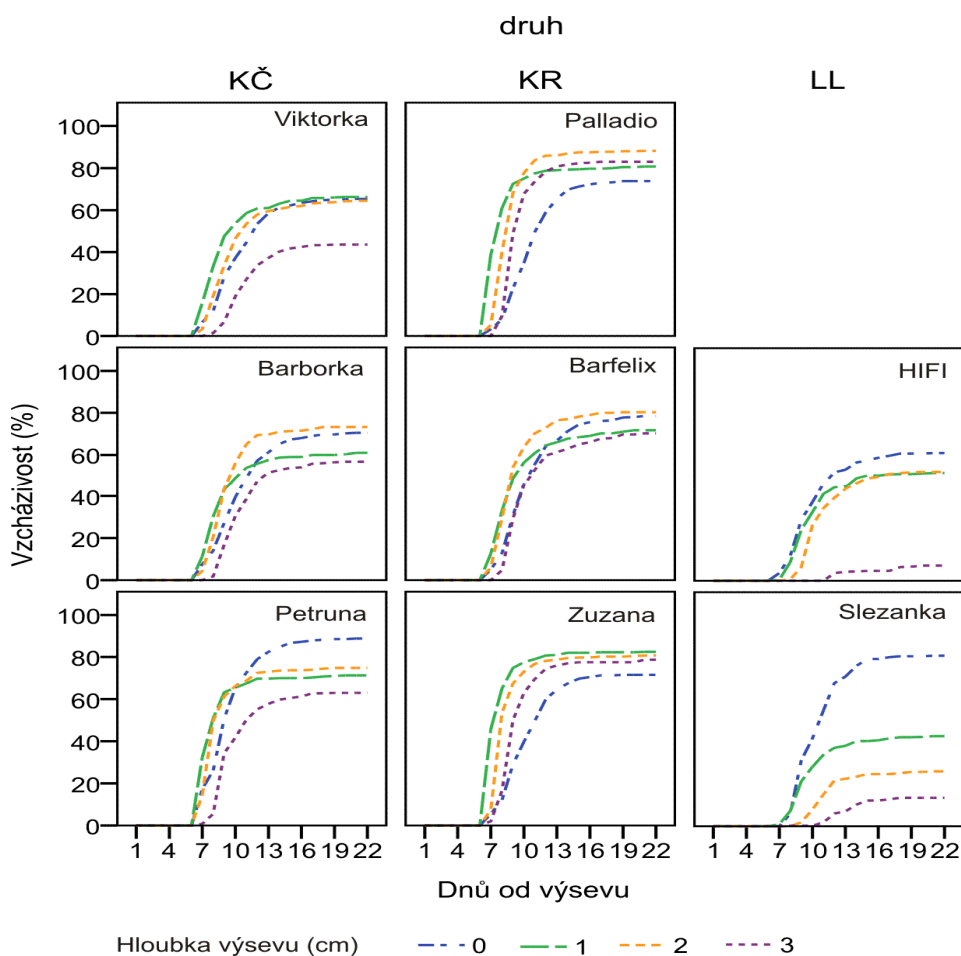
Pozn.: hodnoty ve stejném řádku, které nesdílí shodné písmeno, jsou statisticky rozdílné (P < 0,05) Post-hoc analýza provedena Bonferroniho testem; SE, střední chyba průměru

Při porovnání vzcházivostí jednotlivých odrůd kostřavy rákosovité v různých hloubkách výsevu, lze konstatovat, že při povrchovém výsevu nejlépe vzcházela odrůda Barfelix (79 %), dále odrůda Palladio (74 %) a nejnižší vzcházivosti dosáhla Zuzana – 72 %. Rozdíly nebyly statisticky průkazné (tab. 10).

Při výsevu do 1 cm naopak nejlépe prosperovala právě Zuzana, dosáhla 83% vzcházivosti, která jí ze všech hloubek výsevu svědčila nejlépe. Neprůkazný rozdíl byl u odrůdy Palladio (o 2 %) a nakonec Barfelix – o 11 % méně než Zuzana – rovněž neprůkazný rozdíl (tab. 10).

Zapravení osiva do 2 cm pod povrchem nejvíce svědčilo odrůdě Palladio, při tomto výsevu vzešlo 88 % jedinců. U odrůdy Zuzana to bylo o 7 % méně a u odrůdy Barfelix o 8 % méně. Rozdíly byly statisticky neprůkazné (tab. 10).

Při 3 cm hloubce výsevu nejlépe vzcházela odrůda Palladio (83 %), následovala Zuzana (79 %) a nejhůře vzcházela odrůda Barfelix (70 %); (tab. 10).



Pozn.: KČ, kostřava červená; KR, kostřava rákosovitá; LL, lipnice luční

Graf 4: Dynamika vzcházení testovaných druhů/odrůd v závislosti na hloubce výsevu (cm)

Vzcházivost lipnice luční při různé hloubce výsevu

Obě odrůdy lipnice luční dosáhly nejlepší vzcházivost při povrchovém výsevu. Průměrná vzcházivost u odrůdy HIFI byla 43 %. Nejnižší vzcházivost byla u této odrůdy při výsevu do hloubky 3 cm, pouze 7 %, jednalo se tedy o průkazný rozdíl. Při výsevu na povrch to bylo o 54 % více (61 %), při výsevu do hloubky 1-2 cm o 45 % více (52 %); (tab. 11, graf 3, 4).

Slezanka měla nejvyšší vzcházivost (81 %) při výsevu na povrch. Při větší hloubce setí však byla její vzcházivost nižší o 38–67 % (průkazný rozdíl), tedy při hloubce výsevu do 1 cm byla vzcházivost 43 %, při 2 cm 26 % a při 3 cm pouze 14 % jedinců (tab. 11, graf 3, 4). Průměrná vzcházivost u Slezanky byla 41 %.

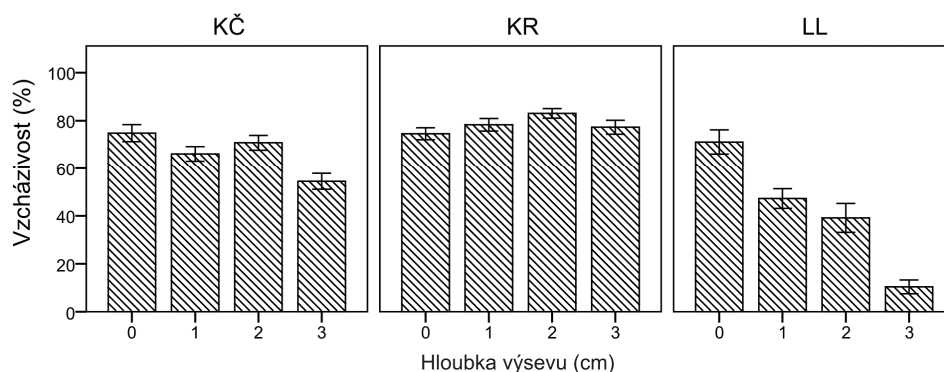
Při porovnání vzcházivosti testovaných odrůd lipnice luční z různých hloubek výsevu, při povrchovém výsevu průkazně lépe vzcházela Slezanka a to až o 20 % více než HIFI. Při výsevu do 1 a do 3 cm nedošlo u odrůd a jejich vzcházivosti k průkazným rozdílům, avšak rozdíly byly statisticky průkazné u 2 cm výsevu, kde u odrůdy HIFI vzešlo 52 % zasetých jedinců, u Slezanky pouze 26 % (tab. 11).

Z výsledků vyplývá, že vysetí obilek do hloubky 3 cm negativně ovlivnilo vzcházivost tohoto drobnosemenného druhu (graf 5, 6).

Tab. 11: Vzcházivost jednotlivých odrůd lipnice luční v různých hloubkách setí (povrchové, 1 cm, 2 cm, 3 cm)

Hloubka setí (cm)	Odrůda (průměr ± SE)	
	HIFI (n=4)	Slezanka (n=4)
0	61,3 ± 6,8 _a	81,0 ± 2,7 _b
1	51,8 ± 5,0 _a	42,8 ± 6,3 _a
2	52,3 ± 4,5 _a	26,0 ± 5,9 _b
3	7,3 ± 5,6 _a	13,5 ± 1,0 _a

Pozn.: hodnoty ve stejném řádku, které nesdílí shodné písmeno, jsou statisticky rozdílné ($p < 0,05$) Post-hoc analýza provedena Bonferroniho testem; SE, střední chyba průměru



Pozn.: svislé úsečky značí ± střední chybu průměru; KČ, kostřava červená; KR, kostřava rákosovitá; LL, lipnice luční

Graf 5: Vzcházivost v rámci druhu z různé hloubky výsevu (cm)

Vzcházivost kostřavy rákosovité při různé hloubce výsevu

Z kostřav červených mělo nejlepší vzcházivost při výsevu na povrch osivo kostřavy červené dlouze výběžkaté formy Petruna (89 %). Ke statisticky průkaznému snížení vzcházivosti

došlo při výsevu do 2 cm, kde vzcházivost byla o 14 % nižší (75 %). Rozdíl ve výsevech do 1 a 3 cm byl rovněž statisticky průkazný a to 71 a 63 % (tab. 8, 12, graf 3, 4).

Osivo kostřavy červené trsnaté Barborky mělo průměrnou vzcházivost 65 %. Rozdíly mezi jednotlivými variantami vzcházení byly statisticky neprůkazné (tab. 8). Vzcházivost se pohybovala v rozmezí 57–73 %. Nejlépe se u Barborky osvědčil výsev do hloubky 2 cm, při něm dosáhla nejvyšší vzcházivosti (73 %). To bylo o 12 % více než při výsevu do 1 cm a o 17 % více než při nejhlubším výsevu (tab. 8, 12, graf 3, 4).

Nejhůře z kostřav červených vzcházel osivo odrůdy Viktorka, jejíž vzcházivost se pohybovala kolem 65 % v případě povrchového výsevu a výsevu do hloubky 1 a 2 cm. Při nejhlubším výsevu (3 cm) to bylo o 22 % méně (tab. 8); (průkazný rozdíl s ostatními hloubkami setí). Průměrná vzcházivost všech odrůd kostřavy červené ze stejné hloubky výsevu byla pouze 66 % (tab. 8, 12, graf 3, 4).

Porovnáme-li vzcházivost u testovaných odrůd kostřavy červené, povrchový výsev nejvíce vyhovoval odrůdě Petruna (vzešlo 89 % jedinců), což bylo průkazně více než u Barborky a Viktorky (71 a 65 %); (tab. 12). Při výsevu do 1 cm nedošlo k průkazným rozdílům mezi žádnou z variant, nejlépe však vzcházela opět Petruna (71 %). Ke stejnému případu došlo i u výsevu do 2 cm. Při zapravení osiva do hloubky 3 cm nejlépe vzcházela rovněž Petruna (63 %), o 19 % více v porovnání s Viktorkou – průkazný rozdíl (tab. 12). Viktorce nevyhovoval nejhlubší výsev, při 0 – 2 cm výsevu se její vzcházivost lišila pouze o několik málo procent. Barborka potom nejlépe vzcházela z 0 nebo z 2 cm hloubky.

Tab. 12: Vzcházivost jednotlivých odrůd kostřavy červené v různých hloubkách setí (povrchové, 1 cm, 2 cm, 3 cm)

Hloubka setí (cm)	Odrůda (průměr ± SE)		
	Barborka (n=4)	Petruna (n=4)	Viktorka (n=4)
0	70,5 ± 5,0 _a	88,8 ± 2,8 _b	65,3 ± 1,9 _a
1	61,0 ± 6,7 _a	71,3 ± 4,5 _a	66,3 ± 4,2 _a
2	73,3 ± 7,0 _a	74,8 ± 2,8 _a	64,5 ± 5,2 _a
3	56,8 ± 5,6 _{a,b}	63,0 ± 4,6 _a	43,5 ± 2,6 _b

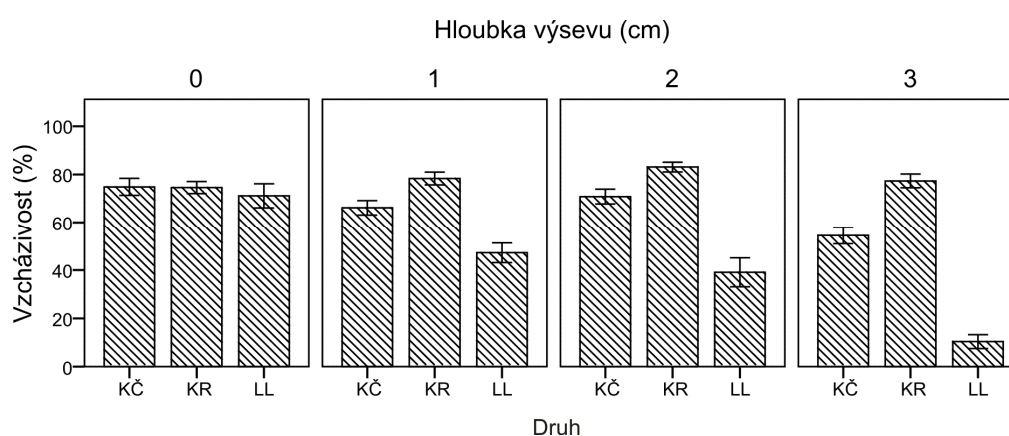
Pozn.: hodnoty ve stejném řádku, které nesdílí shodné písmen, jsou statisticky rozdílné (P < 0,05) Post-hoc analýza provedena Bonferroniho testem; SE, střední chyba průměru

Při povrchovém výsevu nedošlo mezi jednotlivými druhy ke statisticky průkazným rozdílům (tab. 13, graf 6). U výsevu do 1 cm došlo k průkazným rozdílům u všech tří testovaných druhů, stejně tak u výsevu do 2 a 3 cm (tab. 13, graf 6).

Tab. 13: Vzcházivost testovaných trav na úrovni druhu v jednotlivých hloubkách setí (povrchové, 1 cm, 2 cm, 3 cm)

Hloubka setí (cm)	Druh (průměr ± SE)		
	Kostřava červená (3 odrůdy, n=12)	Kostřava rákosovitá (3 odrůdy, n=12)	Lipnice luční (2 odrůdy, n=8)
0	74,8 ± 3,5 _a	74,6 ± 2,5 _a	71,1 ± 5,0 _a
1	66,2 ± 3,0 _a	78,3 ± 2,6 _b	47,3 ± 4,1 _c
2	70,8 ± 3,1 _a	83,1 ± 2,0 _b	39,1 ± 6,0 _c
3	54,4 ± 3,4 _a	77,3 ± 2,9 _b	10,4 ± 2,9 _c

Pozn.: hodnoty ve stejném řádku, které nesdílí shodné písmeno, jsou statisticky rozdílné ($P < 0,05$). Post-hoc analýza provedena Bonferroniho testem.; SE, střední chyba průměru



Pozn.: svislé úsečky značí ± střední chybu průměru; KČ, kostřava červená (průměr 3 odrůd); KR, kostřava rákosovitá (průměr 3 odrůd); LL, lipnice luční (průměr 2 odrůd); statistické rozdíly a hodnoty viz tab. 13

Graf 6: Průměrná vzcházivost jednotlivých druhů v závislosti na hloubce setí

4.3 Vliv výšky seče v počátku vývinu porostu kostřavy rákosovité (nádobový pokus)

Vliv výšky seče na hmotnost ústřížků nadzemní fytomasy

Jednotlivé výšky seče neměly průkazný vliv na tvorbu nadzemní fytomasy u odrůdy Barfelix. Při výšce 3 cm tvořila v průměru 23,3 g, při výšce 6 cm pouze o 1 g méně. U odrůdy Palladio bylo nadzemní fytomasy při výšce seče 6 cm o 68 % méně (31 g) než při nižší výšce seče (96,8 g). U odrůdy Zuzana nebyl průkazný rozdíl, avšak při 3 cm seči byla hmotnost nadzemní fytomasy o 4,8 g vyšší než při 6 cm seči (tab. 14).

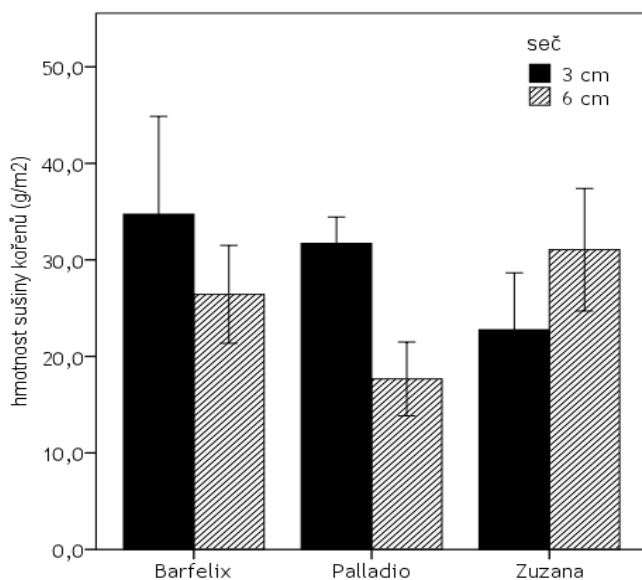
Vliv výšky seče na hmotnost kořenů

U odrůdy Barfelix neměla výška seče průkazný vliv na hmotnost kořenů. Při 3 cm seči byla ovšem tvorba kořenů (g/m^2) vyšší než při 6 cm (tab. 14, graf 7). U odrůdy Palladio byl opět průkazný rozdíl, kdy při nižší výšce seče byla vyšší hmotnost kořenů ($31,7 \text{ g/m}^2$) oproti 6 cm seči ($17,7 \text{ g/m}^2$); (tab. 14, graf 7). Zuzana, jako jediná ze zkoušených odrůd, tvořila více kořenové fytomasy při vyšší výšce seče, a to o $8,3 \text{ g/m}^2$ – neprůkazný rozdíl (tab. 14, graf 7).

Tab. 14: Hmotnost nadzemní (ústřížků) a podzemní (kořenové) hmoty (g/m^2) u jednotlivých testovaných odrůd kostřavy rákosovité v závislosti na výšce seče

Odrůda	hmotnosti při daných výškách seče (g/m^2)	
	3 cm	6 cm
<i>nadzemní fytomasa</i>		
Barfelix	$23,3 \pm 0,8_a$	$22,3 \pm 3,9_a$
Palladio	$96,8 \pm 15,3_a$	$31,0 \pm 3,3_b$
Zuzana	$38,0 \pm 2,7_a$	$33,2 \pm 1,8_a$
<i>podzemní fytomasa</i>		
Barfelix	$34,7 \pm 10,1_a$	$26,4 \pm 5,1_a$
Palladio	$31,7 \pm 2,7_a$	$17,7 \pm 3,8_b$
Zuzana	$22,8 \pm 5,9_a$	$31,1 \pm 6,4_a$

Pozn.: hodnoty ve stejném řádku, které nesdílí shodné písmeno, jsou statisticky rozdílné ($P < 0,05$) Post-hoc analýza provedena Bonferroniho testem; SE, střední chyba průměru



Pozn.: svislé úsečky značí \pm střední chybu průměru

Graf 7: Hmotnost sušiny podzemní fytomasy (g/m^2)

Z výsledků vyplynulo, že při vyšší výšce seče došlo u všech sledovaných odrůd k významnému snížení hmoty ústřížků, což může mít význam při praktickém pěstování low-input trávníků

4.4 Konkurenceschopnost kostřavy rákosovité a lipnice luční ve směsích v závislosti na zastoupení v osivu a výšce seče (polní pokus)

V polním pokusu se prokázala konkurenční síla použitých druhů/odrůd v reálných podmínkách. Počty odnoží jednotlivých druhů/odrůd ve směsích byly vyhodnoceny pro každý odběr zvlášť (celkem 4 odběry, 1 v roce 2011, 3 v roce 2012). Design tohoto pokusu nám umožnil vyhodnotit konkurenční schopnost již výše zmíněných odrůd kostřavy rákosovité ve směsích s lipnicí luční, nebo v monokulturách. Data byla vyhodnocována jednak pro hlavní faktory – datum odběru (resp. termín v průběhu roku), odrůdu, variantu (neboli procentuální zastoupení kostřavy rákosovité ve směsi), výšku seče a také pro interakce mezi těmito hlavními faktory (tab. 15).

Tab. 15: Počet a hmotnost odnoží KR, LL na m² v závislosti na termínu odběru, odrůdě, procentu KR ve směsi (varianta) a výšce seče (vícefaktorová analýza rozptylu ANOVA)

Efekt	KR (ks odnoží/m ²)	KR (g/m ²)	LL (ks odnoží/m ²)	LL (g/m ²)
<i>Hlavní faktory</i>				
A: odběr	***	***	***	***
B: odrůda	***	***	**	***
C: varianta	***	***	***	***
D: výška seče	***	***	***	NP
<i>Interakční faktory</i>				
A×B	NP	NP	NP	NP
A×C	*	***	***	***
A×D	NP	NP	NP	NP
B×C	NP	NP	*	***
B×D	NP	NP	NP	NP
C×D	*	NP	**	NP

Pozn.: KR, kostřava rákosovitá; LL, lipnice luční; *, P<0.05; **, P<0.01; ***,P<0.001; NP, neprůkazné na P<0.05; varianta, % zastoupení kostřavy rákosovité ve směsi nebo monokultuře (70, 90 and 100).

Lze konstatovat, že počet odnoží kostřavy rákosovité (ks/m²) byl ovlivněn všemi hlavními faktory, a sice všechny čtyři zmíněné měly průkazný rozdíl na hladině významnosti P<0.001 (tab. 15).

V textu jsou pro přehlednost uváděny zkratky jednotlivých variant a odrůd kostřavy rákosovité ve výsevní směsi, např. KRPal₉₀ značí kostřavu rákosovitou Palladio s jejím 90% zastoupením ve výsevní směsi, KRBar₇₀ značí kostřavu rákosovitou Barfelix s jejím 70%

zastoupením ve výsevní směsi a KRZuz₁₀₀ značí kostřavu rákosovitou Zuzanu monokulturu (100% zastoupení). Znamená to tedy, že v případě 90 nebo 70% zastoupení kostřavy rákosovité ve směsi, tvoří zbytek (10 nebo 30 %) vždy lipnice luční HIFI. Dále jsou rozlišovány rozdílné výšky seče - 3 nebo 6 cm a termíny odběru na první odběr – v roce zásevu (2011), druhý odběr – jarní, třetí odběr – letní a čtvrtý odběr – podzimní (všechny v roce 2012).

4.4.1 Monokultury kostřavy rákosovité

Odrůda Palladio – KRPal₁₀₀

Seč 3 cm. V průměru nejvíce odnoží bylo v porostu monokultury a při výšce seče 3 cm při letním odběru v roce 2012 (31. 8.), a to 34 844 ks/m². Bylo to o 46 % více než při prvním odběru v roce 2011. V podzimním odběru (v pořadí 4.) jsme zaznamenali 25 422 ks/m², což bylo méně než ve třetím (34 844 ks/m² – průkazný rozdíl); (graf 8). Při všech 4 odběrech tvořila odrůda Palladio průměrně 27 619 ks/m², což bylo více (o 21 %) než při 6 cm seči, rovněž průkazný rozdíl (tab. 16).

Seč 6 cm. Nejvíce odnoží bylo při této výšce seče u jarního odběru (pořadí 2.), a sice 27 544 ks/m². Méně odnoží bylo v letním odběru – 22 875 ks/m². V podzimním odběru počet odnoží na m² opět klesl – 19 056 ks/m². Průkazné rozdíly byly mezi výškami seče, a sice při třetím (letním) odběru, kdy Palladio tvořilo při 6 cm seči o 34,4 % méně odnoží (graf 8) než při nižší seči.

Ač se jednalo o monokulturu kostřavy rákosovité, u prvního odběru (31.8.2011) bylo zaznamenáno 340 odnoží lipnice luční při 3 cm seči a 255 ks odnoží/m² u 6 cm seče. V roce 2012 se při žádném odběru již v monokultuře lipnice luční nevyskytla.

Odrůda Barfelix – KRBar₁₀₀

Seč 3 cm. Odrůda Barfelix tvořila nejméně odnoží na m² při prvním odběru, pouze 16 467 ks. Počet odnoží vzrostl (o 85 %) při druhém odběru – 30 473 ks/m². Při letním odběru jsme zaznamenali pokles pouze o 340 ks/m², avšak při podzimním odběru se počet odnoží snížil na 20 626 ks/m² – průkazný rozdíl (graf 8). Průměrně tvořila Barfelix 24 425 ks/m² (tab. 16).

Seč 6 cm. Při prvním odběru tvořila Barfelix 18 122 ks/m², což bylo o 9 % více v porovnání s 3 cm seči. V případě druhého odběru byl rozdíl průkazný, odnoží bylo 24 871 ks/m². Při letním odběru bylo odnoží pouze 18 462 ks/m², což byl téměř stejný počet jako v roce založení (graf 8). V porovnání s 3 cm seči se jednalo o průkazný rozdíl (pokles o 38,7 %). Průměrně tvořila Barfelix 19 778 ks/m², což bylo o 19 % méně než při nižší seči (tab. 16).

U lipnice luční byla situace obdobná jako u odrůdy Palladio, i zde se vyskytla pouze v roce 2011 (rok zásevu). Při nižší variantě seče to bylo v počtu 1 019 ks odnoží/m² a při 6 cm výšce seče v počtu 424 ks. V roce 2012 již byly monokultury tvořeny výhradně odnožemi kostřavy rákosovité.

Odrůda Zuzana – KRZuz₁₀₀

Seč 3 cm. Při prvním odběru, při seči 3 cm, tvořila Zuzana nejvíce (neprůkazně) odnoží ze všech tří odrůd – 20 372 ks/m². Počet odnoží se navýšil v jarním odběru, nejvíce potom v letním – 34 420 ks/m². V podzimním odběru potom Zuzana tvořila opět nejvíce (neprůkazně) odnoží na m² ze všech odrůd – 27 120 ks (graf 8). V průměru vytvořila 27 884 ks/m² (tab. 16).

Seč 6 cm. Při této výšce seče vytvořila Zuzana v průměru 21 497 ks/m², což bylo méně než při seči nižší. V průběhu dvou sledovaných let vytvořila 18 886 ks/m² v roce zásevu, více odnoží potom v jarním odběru v roce po zásevu – 28 605 ks/m². Při letním odběru počet odnoží opět klesl (na 20 839 ks) a nejméně odnoží ze všech 4 odběrů jsme zaznamenali v podzimním odběru – 17 656 ks/m² – průkazný rozdíl oproti druhému odběru. (graf 8).

Při prvním odběru se na parcelkách monokultury kostřavy rákosovité vyskytly odnože lipnice luční počtu 255 a 637 ks/m² při 3 a 6 cm seči. Při druhém odběru (jaro 2012) žádná lipnice luční na parcelkách sečených na 3 cm nebyla, parcelky sečené na 6 cm seče obsahovaly ještě 764 ks odnoží/m². V žádném dalším odběru jsme již výskyt lipnice luční nezaznamenali.

4.4.2 Směsi kostřavy rákosovité s lipnicí luční, poměr 90:10 %

Odrůda Palladio – KRPal₉₀

Seč 3 cm. Ve všech 4 odběrech tvořila odrůda Palladio průměrně 21 072 ks odnoží/m². Průběh byl velmi podobný jako u monokultury, tedy nejvíce odnoží bylo v jarním, méně potom v letním odběru (29 157 a 24 658 ks/m²). Nejméně odnoží bylo zaznamenáno v podzimním odběru – 13 709 - průkazný rozdíl (graf 8).

Při této výšce seče se v tomto výsevním poměru vyskytovalo, kromě odnoží kostřavy rákosovité, průměrně 6 939 odnoží (ks/m²) lipnice luční HIFI (tab. 17). Byl to nejnižší počet odnoží lipnice ve směsi s kostřavami, i tak tento počet představoval 24,8 %.

Seč 6 cm. Při této výšce seče tvořila odrůda Palladio v průměru o 23 % odnoží méně než při 3 cm seči – 16 234 ks/m² – neprůkazný rozdíl. Při prvním odběru byl počet odnoží 13 836 ks/m², což bylo o 17,5 % méně než při nižší seči, při dalších odběrech to bylo o 19,6 %, o

32,6 % a o 19,6 % méně (graf 8). Průkazný rozdíl byl zaznamenán pouze mezi prvním a druhým odběrem.

Lipnice luční tvořila v této směsi 5 369 ks odnoží/m² (tab. 17), což odpovídalo 24,9 % celkového porostu.

Odrůda Barfelix – KRBar₉₀

Seč 3 cm. Průměrně tvořila odrůda Barfelix 16 934 ks odnoží/m². V tomto případě byl ovšem trend nárůstu nadzemní fytomasy odlišný od ostatních odrůd. V roce zásevu byl počet odnoží 15 746 ks/m², což bylo méně než při jarním odběru (24 574 ks/m²), avšak v letním a podzimním odběru jsme zaznamenali ještě méně odnoží (14 939 a 12 478 ks/m²) než v prvním odběru, v roce zásevu (graf 8).

Lipnice luční se svým 10% výsevním poměrem podílela 8 669 ks odnoží/m² (tab. 17), což bylo nejvíce ze všech tří odrůd a odpovídalo to 33,9 % celkového počtu odnoží. Na tomto příkladu si můžeme všimnout, že čím méně bylo odnoží kostřavy rákosovité, tím více bylo odnoží lipnice luční.

Seč 6 cm. V prvním odběru bylo celkem 10 865 ks/m², nejvíce v jarním odběru – 17 104 ks/m² – průkazný rozdíl. O pouhé 1 % méně jsme zaznamenali v letním odběru (16 934 ks/m²), v podzimním odběru potom 12 648 ks/m² (graf 8). Průměrně tedy Barfelix tvořila při této výšce seče 14 388 ks odnoží/m² (tab. 16).

Počet odnoží lipnice luční byl v průměru 6 642 ks/m² (tab. 17), což bylo o 23 % méně, než při 3 cm seči, i tak ovšem tento podíl tvořil 31,6 % celkového porostu.

Tab. 16: Počet odnoží kostřavy rákosovité (ks/m²) ve směsích s lipnicí luční (průměr ze 4 odběrů)

KR % ve směsi	Barfelix		Palladio		Zuzana	
	3 cm	6 cm	3 cm	6 cm	3 cm	6 cm
70	10 907 _a	10 642 _a	15 587 _a	13 305 _a	14 653 _a	11 873 _a
90	16 934 _a	14 388 _a	21 072 _a	16 234 _a	18 918 _a	14 388 _b
100	24 425 _a	19 778 _a	27 619 _a	21 698 _b	27 884 _a	21 497 _b

Pozn.: hodnoty ve stejném řádku pro danou odrůdu, které nesdílí shodné písmeno, jsou statisticky rozdílné (P < 0,05). Post-hoc analýza provedena Bonferroniho testem.

Tab. 17: Počet odnoží lipnice luční (ks/m²) ve směsích s odrůdami kostřavy rákosovité (průměr ze 4 odběrů)

LL % ve směsi	Barfelix		Palladio		Zuzana	
	3 cm	6 cm	3 cm	6 cm	3 cm	6 cm
30	14 876 _a	11 841 _a	10 716 _a	9 337 _a	13 146 _a	9 136 _b
10	8 669 _a	6 642 _a	6 939 _a	5 369 _a	7 915 _a	8 308 _a
0	255 _a	106 _a	85 _a	64 _a	64 _a	350 _a

Pozn.: hodnoty ve stejném řádku pro danou odrůdu, které nesdílí shodné písmeno, jsou statisticky rozdílné ($P < 0,05$). Post-hoc analýza provedena Bonferroniho testem.

Odrůda Zuzana – KRZUZ₉₀

Seč 3 cm. Odrůda Zuzana se počtem odnoží na m² pohybovala většinou mezi odrůdami Palladio a Barfelix. Při této výšce seče počet odnoží/m² dosáhl 18 918 ks, což bylo o 10,2 % méně než u Palladia a o 11,7 % více než u Barfelix. Při prvním odběru dosáhl počet odnoží 11 926 ks/m², při jarním odběru 19 311 ks/m². Nejvíce odnoží bylo opět při letním odběru – 24 107 ks/m², což bylo srovnatelné s odrůdou Palladio (24 658 ks/m²) a při podzimním odběru byl počet odnoží 20 329 ks/m² (graf 8). Průměrný počet odnoží byl 18 918 ks/m² (tab. 16).

Lipnice luční HIFI vytvořila v průměru 7 915 ks odnoží/m² (tab. 17), což podílem odpovídalo 29,5 % porostu.

Seč 6 cm. Průměrně vytvořila Zuzana 14 388 ks odnoží/m². Bylo to o 24 % méně než při nižší seči – průkazný rozdíl. V roce zásevu vytvořila Zuzana 14430 ks/m², v jarním odběru dosáhla nejvyššího počtu odnoží – 16 297 ks/m². Dále se počty odnoží snižovaly, při letním odběru jsme zaznamenali 15 321 ks/m² a při podzimním odběru 11 502 ks/m² – průkazný rozdíl s jarním odběrem (graf 8).

Lipnice luční u této odrůdy a v tomto výsevním poměru vytvořila jako v jediném případě více odnoží než při nižší seči (tab. 17) – 8 308 ks/m², což by podílem odpovídalo 36,6 % porostu, o 7,1 % více než při 3 cm seči.

4.4.3 Směsi kostřavy rákosovité s lipnicí luční, poměr 70:30 %

Odrůda Palladio – KRPal₇₀

Seč 3 cm. Při 70% zastoupení ve směsi tvořila odrůda Palladio průměrně 15 587 ks odnoží/m². Nejméně odnoží bylo v prvním odběru, v roce zásevu – 11 459 ks/m². V následujícím roce, v jarním odběru, bylo 17189 ks odnoží/m², v letním 18 250 a podzimním 15 449 ks/m². Mezi jednotlivými odběry nebyly průkazné rozdíly.

Lipnice luční v tomto výsevním poměru měla zaujímat 30 %, na počty odnoží vytvořila 10 716 ks/m², což odpovídalo 40,7 %.

Seč 6 cm. Při výšce seče 6 cm vytvořila odrůda Palladio v průměru 13 305 ks odnoží/m², což bylo o 14,6 % méně než při nižší seči. V prvním odběru jsme zaznamenali více odnoží než v 3 cm seči, ale pouze o 12,6 %. Ve druhém odběru vytvořila odrůda Palladio 15 491 ks/m², ve třetím 14 303 a v posledním 10 525 ks/m², což bylo v procentech o 9,9 %, 21,6 % a 31,9 % méně než při 3 cm seči. Stejně jako u nižší seče byly rozdíly mezi jednotlivými odběry neprůkazné.

Lipnice luční HIFI vytvořila v tomto případě průměrně 9 337 odnoží, což podílem v porostu odpovídalo 41,2 %.

Odrůda Barfelix – KRBar₇₀

Seč 3 cm. Odrůda Barfelix tvořila průměrně nejméně odnoží ze všech tří odrůd, a to až o 30 % méně (při tomto % zastoupení) v porovnání s odrůdou Palladio a o 25,5 % méně v porovnání s odrůdou Zuzana. Celkem to tedy bylo 10 907 ks/m². Při prvním odběru jsme zaznamenali 10 695 odnoží/m², nejvíce při jarním odběru – 14 303 ks/m². Následoval sestupný trend, při letním odběru bylo odnoží již 10 950 ks/m² a při posledním odběru pouze 7 682 ks/m².

Lipnice luční vytvořila při této výšce seče a % zastoupení 14 876 ks odnoží/m², což podílem odpovídalo 57,7 %. Porovnáme-li tedy kusy odnoží kostřavy a lipnice (10 907:14 876) znamená to, že na parcelkách s výsevní směsí KRBar₇₀:LL₃₀ byla více než polovina odnoží lipnice luční HIFI.

Seč 6 cm. Průměrně tato odrůda vytvořila 10 642 ks odnoží/m², což bylo nejméně ze všech odrůd. Nejvíce odnoží vytvořila při jarním odběru - 12 648 ks/m², následující odběry měly sestupný charakter. Při posledním odběru jsme zaznamenali o 5,5 % odnoží méně než při 3 cm seči.

V tomto případě vytvořila HIFI 11 841 ks odnoží/m², což podílem odpovídalo 52,7 % celkového porostu.

Odrůda Zuzana – KRZuz₇₀

Seč 3 cm. Při prvním odběru vytvořila Zuzana pouze 9 677 ks odnoží/m², při druhém však průkazně více – 18 589 ks/m². Rovněž v letním odběru jsme zaznamenali vysoký počet odnoží – 18 080 ks/m². V průměru vytvořila 14 653 ks odnoží/m² a jednotlivé odběry byly mezi sebou neprůkazné.

Lipnice luční HIFI vytvořila v průměru 13 146 ks/m². To odpovídalo podílem 47,3 % v porostu.

Seč 6 cm. Při této výšce seče vytvořila Zuzana o 19 % méně odnoží než při seči na 3 cm, a sice – 11 873 ks/m². Nejvíce odnoží jsme zaznamenali v letním odběru - 13 878 ks/m² a nejméně v podzimním – 9 082 ks/m².

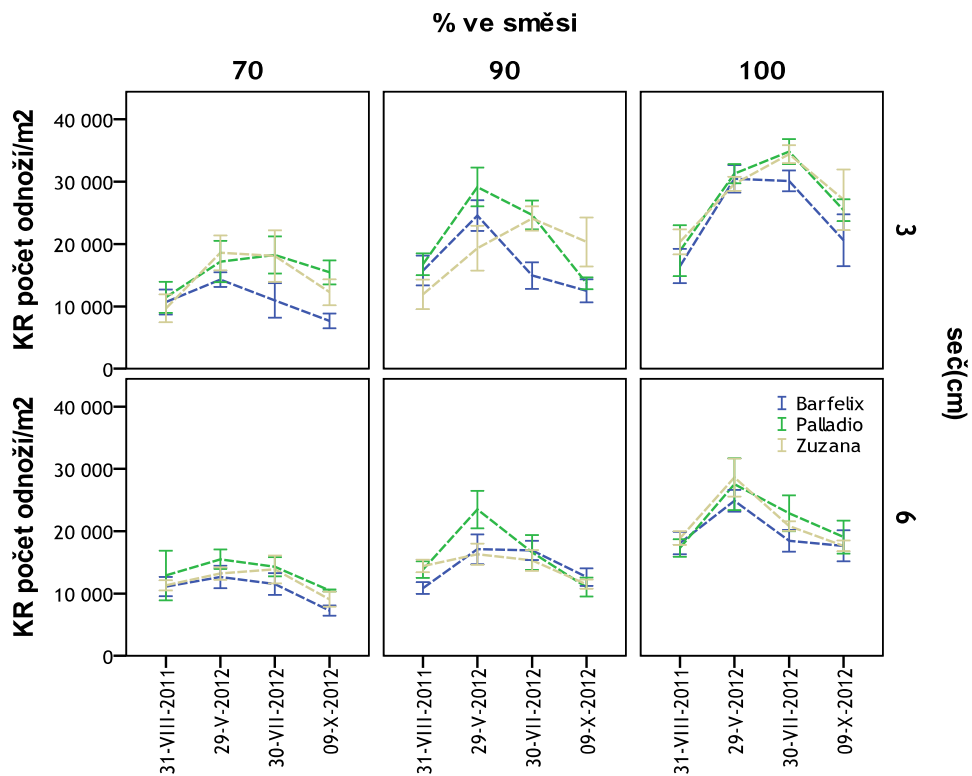
HIFI vytvořila v porovnání s 3 cm sečí průkazně méně (o 30,5 %) odnoží – 9 135 ks/m², což odpovídalo 43,5 % celkového porostu.

Z uvedených výsledků vyplývá, že KRPal₁₀₀ a KRZuz₁₀₀ při výšce seče 3 cm i 6 cm tvořily téměř stejný počet odnoží/m² – kolem 27 500 ks (3 cm) a 21 500 ks (6 cm). KRBar₁₀₀ vytvořila přibližně o 3 000 odnoží méně při 3 cm seči (24 500) a o 2 000 méně při 6 cm seči (ca 19 700).

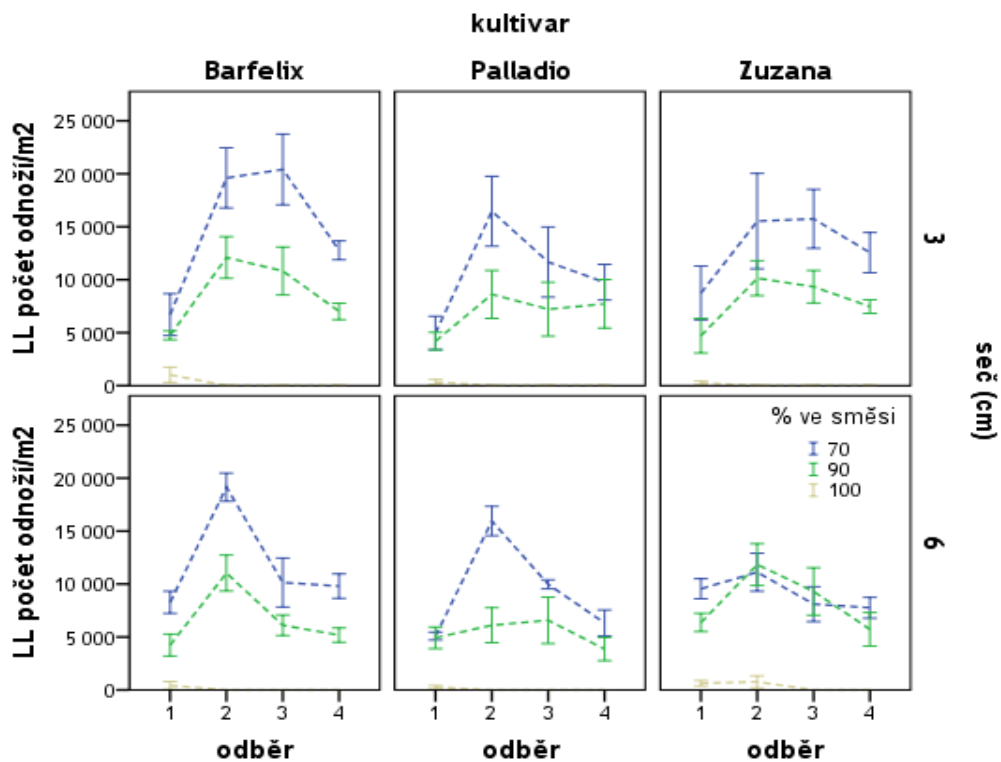
Nejméně odnoží lipnice luční bylo ve směsích s košťavou rákosovitou Palladio. U KRPal₉₀:LL₁₀ se počet odnoží lipnice pohyboval v rozmezí od 5 400 (u 3 cm seči) do 7 000 ks/m² (u 6 cm seči); (graf 9). U KRPal₇₀:LL₃₀ se počet odnoží lipnice navýšil. Počet odnoží lipnice byl v rozmezí 9 300 až 10 700 ks/m² (graf 9).

U KRZuz₉₀:LL₁₀ se počet odnoží lipnice pohyboval v rozmezí od 7 900 ks/m² (u 3 cm seči) do 8 300 ks/m² (u 6 cm seči). Ve směsi KRZuz₇₀:LL₃₀ se počet lipnice potom pohyboval od 9 100 do 13 100 ks/m² při nižší a vyšší variantě sečení (graf 9).

Nejvíce odnoží lipnice bylo ve směsích s odrůdou Barfelix. U KRBar₉₀:LL₁₀ se její počet pohyboval ca od 6 600 do 8 600 ks odnoží/m². U KRBar₇₀:LL₃₀ počet odnoží lipnice dosahoval až 14 800 ks/m², což bylo nejvíce odnoží lipnice ze všech testovaných variant, navíc počet odnoží košťavy rákosovité dosáhl v tomto případě pouze 10 907 ks/m² (graf 9).



Graf 8: Počet odnoží jednotlivých odrůd kostravy rákosovité (ks/m^2) při různém % zastoupení v osivu, rozdílné výšce seče a jednotlivých, po sobě jdoucích odběrech



Pozn.: odběr 1, 31.8.2011; odběr 2, 29.5.2012; odběr 3, 30.7.2012; odběr 4, 9.10. 2012

Graf 9: Počet odnoží lipnice luční ve směsi s kostravou rákosovitou (ks/m^2) při různém % zastoupení a rozdílné výšce seče

4.4.4 Vývoj lipnice luční v porostu s kostřavou rákosovitou

10 % LL ve směsi osiva s odrůdou Palladio. Při nižší seči se reálné % zastoupení LL v porostu pohybovalo v rozmezí od 20 do 36 %. Nejvyšší zastoupení měla HIFI v posledním (podzimním) odběru. Při výšce seče 6 cm byl porost tvořen maximálně z 28,4 % lipnicí luční, minimálně potom z 20,6 % (tab. 18).

30 % LL ve směsi osiva s odrůdou Palladio. Při vyšetém 30% zastoupení HIFI a při výšce seče 3 cm se její reálné množství pohybovalo od 30 do 48,9 % (tab. 18), přičemž nejvíce odnoží HIFI jsme zaznamenali ve druhém, tedy jarním odběru. Při vyšší seči to bylo při prvním odběru 28,3 %, při druhém LL zaujímala až polovinu porostu, a sice 50,7 % (průkazný rozdíl). Pokles odnoží nastal v dalším (letním odběru) a při posledním odběru potom LL zaujímala 37,5 % celkového počtu odnoží (tab. 18).

10 % LL ve směsi osiva s odrůdou Barfelix. Rozdílné výšky neměly téměř žádný vliv na % zastoupení lipnice v porostu, při 3 cm seči dosáhlo zastoupení lipnice v porostu nejvíce 42 % (při letním odběru), u 6 cm seče to bylo 39,2 % (při jarním odběru); (tab. 18).

30 % LL ve směsi osiva s odrůdou Barfelix. Při 3 cm seči tvořila lipnice kromě prvního odběru (38,5 %) více než polovinu porostu, a sice při letním odběru dosáhla až 65,1 %. Při 70% zastoupení kostřavy rákosovité v porostu, sama kostřava zaujímala tedy pouhých 34,9 %. Při 6 cm seči byla situace velmi podobná, a sice % zastoupení HIFI se pohybovalo od 42,7 % do 60,2 %, můžeme tedy říci, že lipnice dosáhla až dvojnásobku vyšetých % (tab. 18).

10 % LL ve směsi osiva s odrůdou Zuzana. Při 3 cm seči zastoupení LL v porostu dosáhla v průměru 29,6 %, při 6 cm seči potom 35,9 % (tab. 18).

30 % LL ve směsi osiva s odrůdou Zuzana. Při nižší variantě seče a při 30% zastoupení ve směsi dosáhla HIFI až reálných 50,6 % v porostu (podzimní odběr), při 6 cm seči to bylo maximálně 46,1 % (rovněž při podzimním odběru); (tab. 18).

Z výsledků vyplývá, že při 30% zastoupení lipnice luční, se lipnice nejvíce prosazovala ve směsi s odrůdou Barfelix, kde při 3 cm seči tvořila v průměru 55,9 % porostu a při 6 cm seči 51,8 % porostu. S odrůdou Zuzana to bylo při nižší seči v průměru 47,5 %, při vyšší seči potom 43,5 %. Nejméně se lipnice prosadila s odrůdou Palladio, kde při 3 cm seči tvořila v průměru 37 % a při 6 cm seči 39,4 %.

V 10% zastoupení byla obsažena opět nejvíce ve směsi s odrůdou Barfelix, v průměru dosáhla 33,5 a 30,7 % (při 3 a 6 cm seči) a rovněž s odrůdou Palladio, kde dosáhla průměrného zastoupení 29,6 a 35,9 % (při 3 a 6 cm seči). Nejméně se lipnice prosadila opět

s odrůdou Palladio, a sice při 3 cm seči to bylo 25,4 % a při vyšší seči potom 25,3 %. Dle výsledků nelze říci, která výška seče vyhovovala lipnici více.

Tab. 18: Podíl odnoží LL v porostu při jednotlivých odběrech (%)

LL ve směsi	seč (cm)	Barfelix odběry				Palladio odběry				Zuzana odběry			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
30%	3	38,5	57,8	65,1	62,3	30,2	48,9	30	38,7	47,4	45,5	46,5	50,6
	6	42,7	60,2	46,7	57,5	28,3	50,7	41,1	37,5	45,3	45,7	36,8	46,1
10%	3	23,2	32,9	42	35,9	20	22,8	22,6	36	28,3	34,4	27,9	27,9
	6	28,1	39,2	26,5	29	26,2	20,6	28,4	25,9	30,6	42	37,7	33,2

Pozn.: 100% = celkový počet odnoží

4.4.5 Vliv výšky seče

Vliv rozdílné výšky seče na počet odnoží kostřavy rákosovité ve směších a monokulturách

Seč 3 cm. Průběh jednotlivých odběrů byl u všech odrůd velmi podobný (viz kapitoly 4.4.1., 4.4.2. a 4.4.3.). Z uvedených výsledků vyplývá, že při nižší seči se počet odnoží po roce odběru vždy zvýšil. Zaměříme – li se na první a čtvrtý odběr (31. 8. 2011 a 9. 10. 2012, tzn. více než roční odstup) zjistíme, že ať se jednalo o 70% nebo 90% zastoupení kostřavy rákosovité ve směsi, v prvním případě se počet odnoží zvýšil o 10 %, ve druhém o 4,5 %. V obou případech se jednalo o neprůkazné rozdíly. V monokultuře byl ovšem rozdíl mezi prvním a čtvrtým odběrem průkazný. Počet odnoží při podzimním odběru ve druhém roce vzrostl, v porovnání s prvním odběrem až o 23,8 %.

Jak již bylo zmíněno výše, tento fakt pravděpodobně vychází ze skutečnosti, že v roce zásevu je počet odnoží kostřavy rákosovité nižší než v roce dalším, kdy je porost již více zapojen. To však v našem případě platilo pouze u 3 cm seči (tab. 19).

Seč 6 cm. Při porovnání prvního a posledního odběru při 70% podílu kostřavy rákosovité se počet odnoží kostřavy průkazně snížil z 11 785 ks/m² na 8 995 ks/m². Tento rozdíl představoval 23,7 %. Při 90% zastoupení kostřavy rákosovité ve směsi byl tento pokles 10,1 %. V případě monokultur KR k žádnému poklesu nedošlo, avšak u 3 cm seče došlo k nárůstu počtu odnoží o 23,8 % (tab. 19).

Tab. 19: Vliv výšky seče na počet odnoží kostřavy rákosovité

seč (cm)	% KR ve směsi	Průměrný počet odnoží KR v jednotlivých odběrech (n/m ²)			
		1	2	3	4
3	70	10 610 _a	16 694 _b	15 760 _{b,c}	11 799 _{a,c}
	90	14 812 _a	24 347 _b	21 235 _b	15 505 _a
	100	18 589 _a	30 459 _b	33 133 _b	24 390 _c
6	70	11 785 _{a,b}	13 779 _a	13 242 _a	8 955 _b
	90	13 044 _a	18 957 _b	16 283 _b	11 728 _a
	100	18 108 _a	27 007 _b	20 726 _a	18 122 _a

Pozn.: hodnoty ve stejném řádku, které nesdílí shodné písmeno, jsou statisticky rozdílné (p < 0,05) Post-hoc analýza provedena Bonferroniho testem; odběr 1, 31.8.2011; odběr 2, 29.5.2012; odběr 3, 30.7.2012; odběr 4, 9.10. 2012

Vliv rozdílné výšky seče na průměrný počet odnoží kostřavy rákosovité

Odrůda Palladio. Odrůda Palladio tvořila v prvním odběru (ve všech směsích i monokulturách) celkově 15 717 ks odnoží/m². O rok později, při čtvrtém odběru se při stejné výšce seče počet odnoží navýšil o 15,7 % (na 18 193 ks/m²).

Při vyšší výšce seče vytvořila tato odrůda při prvním odběru 14 685 ks/m², při čtvrtém odběru potom o 7,8 % méně (tab. 20).

Odrůda Barfelix. Barfelix vytvořila při obou výškách seče méně odnoží při čtvrtém odběru než při prvním, při nižší výšce seče to bylo o 4,9 % méně, při vyšší výšce seče potom o 6,4 % méně. Jak již bylo ovšem uvedeno výše, tato odrůda tvořila jak ve směsích, tak v monokulturách, nejméně odnoží z testovaných odrůd kostřavy rákosovité (tab. 20).

Odrůda Zuzana. Při prvním odběru vytvořila Zuzana 13 991 ks odnoží/m², o rok později se počet odnoží navýšil až o 42,4 %, na 19 905 ks/m². Oproti tomu se při posledním odběru z parcel sečených na 6 cm počet odnoží snížil o 14,4 %.

Z výsledků tedy vyplývá, že sekal-li se porost na 3 cm, do roka od jeho založení se počet odnoží /m² ve většině případů zvýšil. Sekal-li se ovšem na 6 cm, odnože začaly v porostu ubývat (tab. 20).

Tab. 20: Vliv výšky seče na počet odnoží jednotlivých odrůd kostřavy rákosovité (ve směsích i monokulturách)

odrůda	seč (cm)	Průměrný počet odnoží KR v jednotlivých odběrech (n/m ²)			
		1	2	3	4
Barfelix	3	14 303 _a	23 116 _b	18 674 _{a,b}	13 595 _a
	6	13 369 _a	18 207 _b	15 647 _{a,b}	12 520 _a
Palladio	3	15 717 _a	25 875 _b	25 918 _b	18 193 _a
	6	14 685 _a	22 169 _b	17 924 _{a,b}	13 539 _a
Zuzana	3	13 991 _a	22 508 _b	25 536 _b	19 905 _{a,b}
	6	14 883 _a	19 367 _b	16 679 _{a,b}	12 747 _a

Pozn.: hodnoty ve stejném řádku, které nesdílí shodné písmeno, jsou statisticky rozdílné ($p < 0,05$). Post-hoc analýza provedena Bonferroniho testem.

4.4.6 Hmotnost odnoží kostřavy rákosovité

Hmotnost odnoží kostřavy rákosovité byla uváděna jako hmotnost 1000 odnoží (g) u jednotlivých odrůd (graf 10).

4.4.6.1 Monokultury kostřavy rákosovité

Odrůda Palladio – KR_{Pall100}

Seč 3 cm. Při této seči byla hmotnost 1000 odnoží u jednotlivých odběrů nekonzistentní. U prvního odběru (31. 8. 2011) činila v monokultuře 7,8 g, ve druhém (29. 5. 2012) vyšší – o 30,7 % (10,2 g). U třetího odběru (30. 7. 2012) hmotnost opět poklesla, a to na 7,4 g a při posledním odběru (9. 10. 2012) opět stoupla na 10,7 g.

Seč 6 cm. Se stoupajícím počtem odnoží se zvyšovala i hmotnost 1000 odnoží. Nejnižší hmotnost byla zaznamenána při prvním odběru - 8,4 g. Při druhém odběru to bylo o 83,3 % více (15,4 g) – statisticky průkazný rozdíl. Při posledním (podzimním) odběru byla hmotnost 1000 odnoží 12,1 g.

Odrůda Barfelix – KR_{Bar100}

Seč 3 cm. V monokultuře odrůdy Barfelix došlo k postupnému hmotnostnímu nárůstu. Při prvním odběru činila hmotnost 1000 odnoží 6,8 g, což bylo o 76,5 % méně než při odběru posledním – průkazný rozdíl.

Seč 6 cm. Stejně jako u 3 cm seče, i u této docházelo k postupnému nárůstu hmotnosti 1000 odnoží. Hmotnosti 1000 odnoží se pohybovaly v rozmezí od 9 do 14,2 g. V prvním odběru byla hmotnost 1000 odnoží 9 g, již při druhém se hmotnost průkazně zvýšila. Při posledním odběru byla hmotnost tisíce odnoží již o 57,8 % vyšší v porovnání s prvním

odběrem. Přestože odrůda Barfelix měla většinou nejnižší počet odnoží (ks/m^2), hmotnost 1000 odnoží (především v její monokultuře) byla nejvyšší.

Odrůda Zuzana – KRZuz₁₀₀

Seč 3 cm. U odrůdy Zuzana došlo k průkaznému rozdílu v hmotnosti 1000 odnoží až při posledním odběru. Při prvním tvořila celkem 6,6 g, při druhém a třetím 7,6 a 7,2 g, při posledním potom 9,5 g. Nejvyšší počet odnoží (ks/m^2) jsme přitom zaznamenali při letním odběru, a sice 34 420 ks, což bylo o 21,2 % více než při posledním, ovšem přepočteno na hmotnost 1000 odnoží (g) to bylo při posledním odběru o 25 % více než při letním. Z již výše uvedených výsledků je tedy patrné, že počet odnoží (ks/m^2) nekoreluje s hmotností 1000 odnoží, která se s postupným stárnutím porostu zvyšuje.

Seč 6 cm. Při této seči došlo k nárůstu hmotnosti 1000 odnoží již po prvním odběru. Hmotnost se pohybovala v rozmezí od 6,8 g (při prvním odběru) do 13,2 g (při posledním odběru), průkazný rozdíl činil 94,1 %.

4.4.6.2 Směsi kostřavy rákosovité s lipnicí luční, poměr 90:10 %

Odrůda Palladio – KRPal₉₀

Seč 3 cm. K průkaznému rozdílu hmotnosti 1000 odnoží došlo pouze mezi prvním a posledním odběrem, kdy v prvním odběru dosáhla hmotnost 1000 odnoží 7,5 g a v posledním to bylo o 26,6 % více (9,5 g).

Seč 6 cm. Hmotnost 1000 odnoží se v tomto případě pohybovala v rozmezí od 8,6 g (v prvním odběru) do 14,7 g (v posledním odběru). Ve druhém a třetím odběru byla hmotnost 1000 odnoží 11,4 a 12,3 g. Stejně jako v předchozích případech počet odnoží/ m^2 nekoreloval s hmotností 1000 odnoží, jelikož např. počet odnoží (ks/m^2) klesl mezi prvním a posledním odběrem o 20,2 %, kdežto hmotnost tisíce odnoží (g) se mezi prvním a posledním odběrem navýšila o 70,9 %.

Odrůda Barfelix – KRBar₉₀

Seč 3 cm. Rozdíl mezi prvním (7,2 g) a posledním odběrem (13,3 g) činil 84,7 %. Ze všech testovaných odrůd byla hmotnost 1000 odnoží u této odrůdy nejvyšší, stejně tak to platilo i u 6 cm seče.

Seč 6 cm. U této výšky seče se hmotnost 1000 odnoží pohybovala v rozmezí od 8,9 g (v prvním odběru) do 16,9 g (v odběru posledním), tedy nárůst hmotnosti 1000 odnoží byl 89,9 %.

Odrůda Zuzana – KRZuz₉₀

Seč 3 cm. Hmotnost 1000 odnoží byla, při této výšce seče a procentuálním zastoupení, nejnižší ze všech testovaných odrůd. Pohybovala se v rozmezí od 5,7 g do 8,1 g – průkazný rozdíl mezi prvním a posledním odběrem. Ve druhém a třetím odběru činila hmotnost 6,6 a 7 g. V porovnání s posledními odběry odrůd Palladio a Barfelix to bylo o 14,7 % a 39,1 % méně.

Seč 6 cm. K podobným výsledkům jsme došli i při vyšší seči, a sice u Zuzany jsme opět zaznamenali nejnižší hmotnost 1000 odnoží ze všech testovaných odrůd. Ta se pohybovala od 7,1 do 11,5 g. V případě posledního odběru to bylo ve srovnání s posledními odběry odrůd Palladio a Barfelix o 21,8 % a 33,7 % méně.

4.4.6.3 Směsi kostřavy rákosovité s lipnicí luční, poměr 70:30 %

Odrůda Palladio – KRPal₇₀

Seč 3 cm. Hmotnost 1000 odnoží se pohybovala od 7,3 g do 11,4 g – průkazný rozdíl. Hmotnost 1000 odnoží nenarůstala postupně (jak tomu bylo ve většině případů), ale u prvního odběru činila 9,8 g, u druhého 8,3, u třetího nejméně – 7,3 g. Nárůst hmotnosti mezi prvním a posledním odběrem byl 56,1 %.

Seč 6 cm. Při této výšce seče nebyly rozdíly hmotnosti 1000 odnoží u odběrů průkazné, hmotnost 1000 odnoží se pohybovala od 10,8 g (v prvním odběru) do 13 g (v posledním odběru).

Odrůda Barfelix – KRBar₇₀

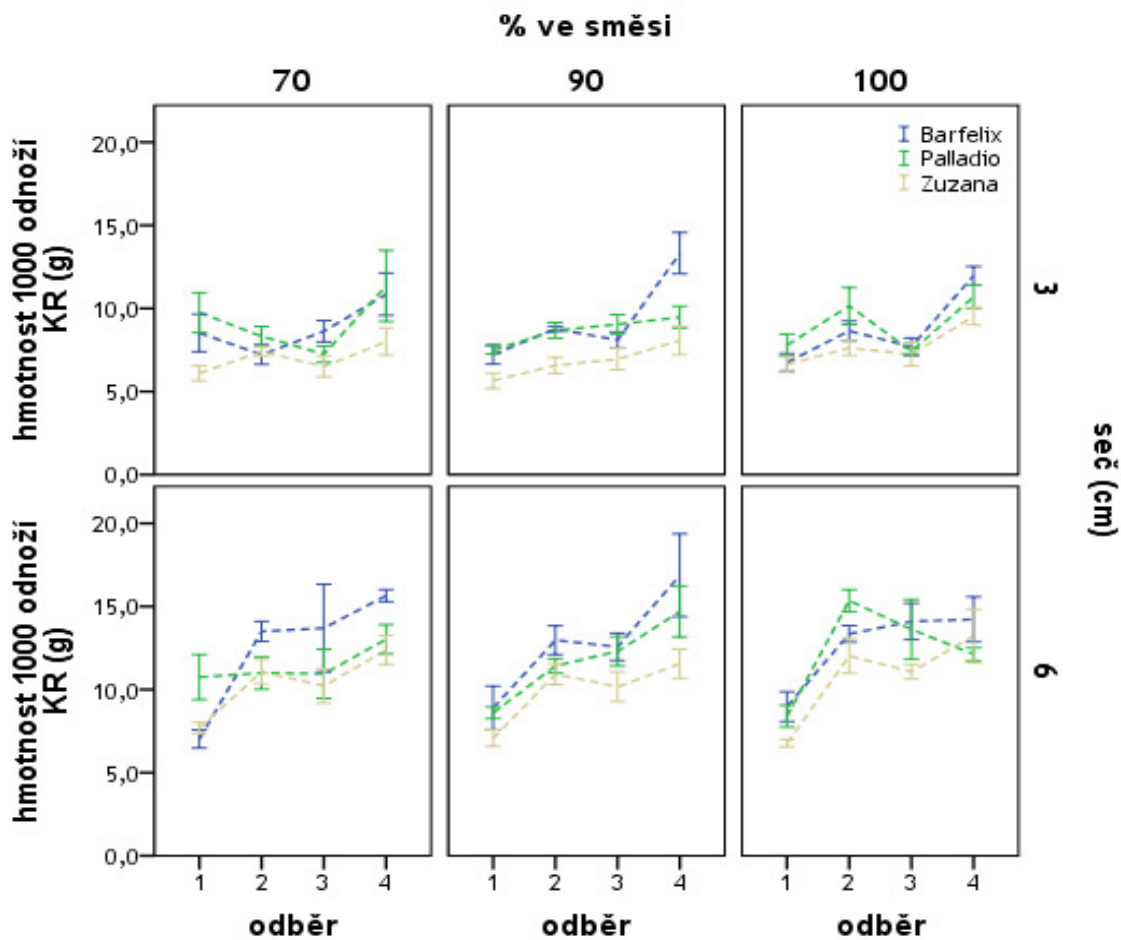
Seč 3 cm. Hmotnost 1000 odnoží po prvním odběru (8,5 g) nejdříve klesla (na 7,2 g), při letním odběru opět stoupla (na 8,6 g) a nejvyšší hmotnosti dosáhla při posledním odběru (10,9 g).

Seč 6 cm. K výrazným rozdílům došlo mezi prvním a ostatními odběry, kdy při prvním odběru byla hmotnost 1000 odnoží 7 g, při druhém a třetím již 13,5 a 13,7 g a při posledním 15,7 g. Z grafu 9 je patrný nárůst hmotnosti u odrůdy Barfelix, a to až o více než dvojnásobek hmotnosti.

Odrůda Zuzana – KRZuz₇₀

Seč 3 cm. Při této výšce seče a procentuálním zastoupení měla tato odrůda nejnižší hmotnost 1000 odnoží ze všech odrůd. Nejvyšší hmotnosti dosáhla v posledním odběru – 8 g. Rozdíly mezi jednotlivými odběry nebyly průkazné.

Seč 6 cm. Stejně jako v předchozím případě, i při této výšce seče jsme zaznamenali nejnižší hmotnost 1000 odnoží v porovnání s ostatními odrůdami. Ta se pohybovala v rozmezí od 7,7 g do 12,4 g.



Pozn.: odběr 1, 31. 8. 2011; odběr 2, 29. 5. 2012; odběr 3, 30. 7. 2012; odběr 4, 9. 10. 2012

Graf 10: Hmotnost 1000 odnoží (g) jednotlivých odrůd kostřavy rákosovité při různém % zastoupení, rozdílné výšce seče a jednotlivých, po sobě jdoucích odběrech

4.5 Konkurenceschopnost metlice trsnaté a kostřavy červené ve směsích v závislosti na zastoupení v osivu (polní pokus)

4.5.1 Monokultura metlice trsnaté

V průměru nejvíce odnoží tvořila odrůda Kometa v prvním roce pokusu (2007) – 45 463 ks/m² (tab. 21). V následujícím roce poklesl počet odnoží o 30 % (na 31 889 ks/m²), o rok později o dalších 5 % (na 30 262 ks/m²).

Hmotnost 1000 odnoží (g) se mezi lety 2007 – 2009 pohybovala v rozmezí od 5,1 g do 10,71 g, přičemž k průkaznému rozdílu došlo mezi rokem 2007 a 2008 a 2007 a 2009 (tab. 21). Z výsledků vyplývá, že ač metlice trsnaté z porostu v průběhu let ubývalo, hmotnost tisíce odnoží se postupem času zvyšovala.

Tab. 21: Počet odnoží metlice trsnaté/m² v monokultuře a hmotnost 1000 odnoží (g) v jednotlivých letech

Rok	2007	2008	2009
Počet odnoží MT/m ²	45 463 _a	31 889 _b	30 262 _b
Hmotnost 1000 odnoží MT (g)	5,1 _a	9,1 _b	10,7 _b

4.5.2 Směsi metlice trsnaté s kostřavou červenou Barborkou

Směs metlice trsnaté (MT) s kostřavou červenou Barborkou (KČB) – poměr MT₂₅:KČB₇₅

Zaujímal-li metlice trsnatá ve výsevku 25 %, průměrně během tří let experimentu vytvořila 428 ks odnoží/m², zatímco kostřava červená Barborka v tomto výsevčním poměru 65 295 ks/m². Celkově bylo tedy odnoží 65 724 ks/m². Metlice trsnatá byla zastoupena ve velmi malém množství a v porostu zaujímal pouze 0,7 % (tab. 22).

Směs metlice trsnaté (MT) s kostřavou červenou Barborkou (KČB) – poměr MT₅₀:KČB₅₀

Při 50% zastoupení metlice ve výsevku, došlo k nárůstu počtu odnoží (oproti poměru MT₂₅:KČB₇₅), a sice v průměru tvořila metlice 3 529 ks/m² a kostřava červená 51 495 ks/m². Celkově bylo odnoží 55 024 ks/m², průkazně méně než při poměru MT₂₅:KČB₇₅. V porostu zaujímal metlice 6,4 % (tab. 22).

Směs metlice trsnaté (MT) s kostřavou červenou Barborkou (KČB) – poměr MT₇₅:KČB₂₅

Při 75% zastoupení metlice obsahoval porost méně odnoží metlice než při poměru MT₅₀:KČB₅₀, a sice 2993 ks/m², tedy o 15,2 % méně. Počet odnoží Barborky byl 52 887 ks/m², celkově byl tedy porost tvořen 55 881 ks odnoží/m². Metlice v porostu zaujímal pouze 5,4 % (tab. 22).

Počet odnoží kostřavy červené Barborky nebyl v průměru průkazně ovlivněn rokem ani zastoupením metlice ve výsevni směsi (tab. 23). V prvním roce odběru bylo dohromady odnoží metlice a kostřavy červené Barborky $55\,810\text{ ks/m}^2$, což bylo o 11,5 % méně než ve druhém roce odběru ($63\,032\text{ ks/m}^2$) a o 3,4 % méně než při třetím roce odběru ($57\,787\text{ ks/m}^2$); (tab. 23). Celkové % metlice trsnaté ve všech výsevních poměrech s kostřavou červenou Barborkou a všech letech činilo průměrně 4 %. Hmotnost 1000 odnoží metlice byla v průběhu jednotlivých let 3,6 g (2007), 4,8 g (2008) a 7,9 g (2009), zatímco hmotnost 1000 odnoží Barborky se pohybovala pouze v rozmezí 3,1 g – 3,9 g (tab. 23).

4.5.3 Směsi metlice trsnaté s kostřavou červenou Viktorkou

Směs metlice trsnaté (MT) s kostřavou červenou Viktorkou – poměr $MT_{25}:K\check{C}V_{75}$

Při tomto výsevni poměru byl celkově porost tvořen $62\,576\text{ ks odnoží/m}^2$, přičemž 1 588 ks tvořila metlice a 57 282 ks tvořila Viktorka. Metlice při svém 25% zastoupení (ve výsevku) zaujímala pouhých 2,1 %. Hmotnost 1000 odnoží metlice byla 5,9 g a kostřavy červené 3,2 g (tab. 22).

Směs metlice trsnaté (MT) s kostřavou červenou Viktorkou – poměr $MT_{50}:K\check{C}V_{50}$

Při poměru $MT_{50}:K\check{C}V_{50}$ tvořila metlice 5 294 ks a kostřava červená $62\,054\text{ ks odnoží/m}^2$. Metlice byla zastoupena v porostu 7,9 % a její hmotnost 1000 odnoží činila 6,1 g (tab. 22).

Směs metlice trsnaté (MT) s kostřavou červenou Viktorkou – poměr $MT_{75}:K\check{C}V_{25}$

Metlice trsnatá vytvořila v porovnání s 25% zastoupením průkazně více odnoží/m², a sice $9\,172\text{ ks/m}^2$, což odpovídalo 14,3 %. Počet odnoží kostřavy červené průkazně klesl oproti 75% a 50% zastoupení ve směsi, a to o 25 % a 11,7 %. Počet odnoží obou komponent ve směsi byl $63\,968\text{ ks/m}^2$, což bylo průkazně méně než při obráceném poměru ve směsi ($MT_{25}:K\check{C}V_{75}$); (tab. 22).

Počet odnoží metlice trsnaté ve směsi s kostřavou červenou Viktorkou byl průkazně ovlivněn rokem i zastoupením metlice ve výsevni směsi (tab. 23). V prvním roce experimentu bylo dohromady odnoží metlice a kostřavy $62\,576\text{ ks/m}^2$, z čehož 8,5 % zaujímala metlice trsnatá ($52\,94\text{ ks/m}^2$); (tab. 23). V roce 2008 jsme zaznamenali celkový nárůst odnoží (na $80\,884\text{ ks/m}^2$), avšak procentuální zastoupení metlice v porostu se snížilo na 3,1 %. Průkazně více odnoží v porovnání s prvním rokem tedy vytvořila kostřava červená – $78\,357\text{ ks/m}^2$.

V posledním roce experimentu se průkazně navýšil počet odnoží metlice ($8\,233\text{ ks/m}^2$) a průkazně klesl počet odnoží kostřavy ($54\,267\text{ ks/m}^2$). Zastoupení metlice v porostu bylo 13,2 %. Hmotnost 1000 odnoží metlice byla v průběhu jednotlivých let 3,7 g (2007), 5,8 g

(2008) a 8,7 g (2009), zatímco hmotnost 1000 odnoží Barborky se pohybovala pouze v rozmezí 2,8 g – 3,4 g (tab. 23).

4.5.4 Směsi metlice trsnaté s kostřavou červenou Petrunou

Směs metlice trsnaté (MT) s kostřavou červenou Petrunou – poměr MT₂₅:KČP₇₅

Při 25% zastoupení ve směsi tvořila metlice 3 778 ks odnoží/m², což bylo nejvíce ve srovnání s ostatními kostřavami červenými v tomto výsevním poměru. Naopak Petruna tvořila v tomto % složení 37 716 ks odnoží/m², což bylo nejméně v porovnání ostatními kostřavami červenými. Celkově byla tedy směs tvořena 41 494 ks odnoží/m², z čehož metlice zaujímala 9,1 % (tab. 22).

Směs metlice trsnaté (MT) s kostřavou červenou Petrunou – poměr MT₅₀:KČP₅₀

Při 50% zastoupení ve směsi tvořila metlice 6 905 ks odnoží/m², což odpovídalo 15,5 %. Počet odnoží kostřavy červené se od 75% zastoupení (viz výše) téměř nelišil, zaujímal 37 563 ks odnoží/m². Hmotnost 1000 odnoží byla u metlice 6,8 g a u kostřavy červené 4,2 g (tab. 22).

Směs metlice trsnaté (MT) s kostřavou červenou Petrunou – poměr MT₇₅:KČP₂₅

K průkazným rozdílům došlo v tomto výsevním poměru, kdy metlice tvořila již 36,8 % porostu (13 687 ks odnoží/m²) a počet odnoží kostřavy červené průkazně poklesl na 23 543 ks. Celkem byl porost tvořen 37 230 ks odnoží/m² (tab. 22).

Celkový počet odnoží metlice trsnaté ve směsi s kostřavou červenou Petrunou byl průkazně ovlivněn rokem i zastoupením metlice ve výsevnické směsi. V prvním roce experimentu bylo dohromady odnoží metlice a kostřavy 40 467/m², z čehož 14,2 % zaujímala metlice trsnatá (5 747 ks/m²); (tab. 23). V následujícím roce ubylo odnoží metlice (o 18 %), avšak přibýlo odnoží kostřavy červené – o 13,8 % - neprůkazné rozdíly. V posledním roce experimentu se průkazně navýšil počet odnoží metlice (13 914 ks/m²) a průkazně klesl počet odnoží kostřavy (24 562 ks/m²). Zastoupení metlice v porostu dosáhlo 36,2 %. Hmotnost 1000 odnoží metlice byla v průběhu jednotlivých let 4,1 g (2007), 7,1 g (2008) a 9,0 g (2009), zatímco hmotnost 1000 odnoží Barborky se pohybovala pouze v rozmezí od 3,8 g – 4,6 g (tab. 23).

Ze všech tří testovaných odrůd kostřavy červené se jako nejlepší komponentou k metlici trsnaté osvědčila kostřava červená Petruna (*Festuca rubra* L. ssp. *rubra*) z důvodu nejslabší konkurenční schopnosti. Porost složený z kostřavy červené Petruny a metlice měl celkově nižší pokryvnost, za to však poskytl prostor právě metlici pro její dostatečný rozvoj.

Tab. 22: Vliv procentuálního zastoupení jednotlivých odrůd ve směsi na počet odnoží (ks/m²), jejich vzájemný početní poměr a hmotnost (g)

	Barborka			Viktorka			Petruna		
	75 %	50 %	25 %	75 %	50 %	25 %	75 %	50 %	25 %
Počet odnoží MT/m ²	428 _a	3 529 _a	2 993 _a	1 588 _a	5 294 _{ab}	9 172 _b	3 778 _a	6 905 _a	13 687 _b
Počet odnoží KČ/m ²	65 295 _a	51 495 _b	52 887 _b	73 057 _a	62 054 _b	54 796 _b	37 716 _a	37 563 _a	23 543 _b
Celkem odnoží/m ²	65 724 _a	55 024 _b	55 881 _b	74 645 _a	67 348 _{ab}	63 968 _b	41 494 _a	44 468 _a	37 230 _a
Podíl MT z celkového počtu odnoží (%)	0.7 _a	6.4 _a	5.4 _a	2.1 _a	7.9 _{ab}	14.3 _b	9.1 _a	15.5 _a	36.8 _b
Hm. 1000 odnoží MT (g)	5,5 _a	4,8 _a	5,9 _a	5,9 _a	6,1 _a	6,3 _a	6,9 _a	6,8 _a	6,7 _a
Hm. 1000 odnoží KČ (g)	3,0 _a	4,1 _b	3,6 _{ab}	3,2 _a	3,2 _a	3,1 _a	4,0 _a	4,2 _a	4,5 _a

Tab. 23: Vliv roku na počet odnoží (ks/m²), jejich vzájemný početní poměr a hmotnost (g)

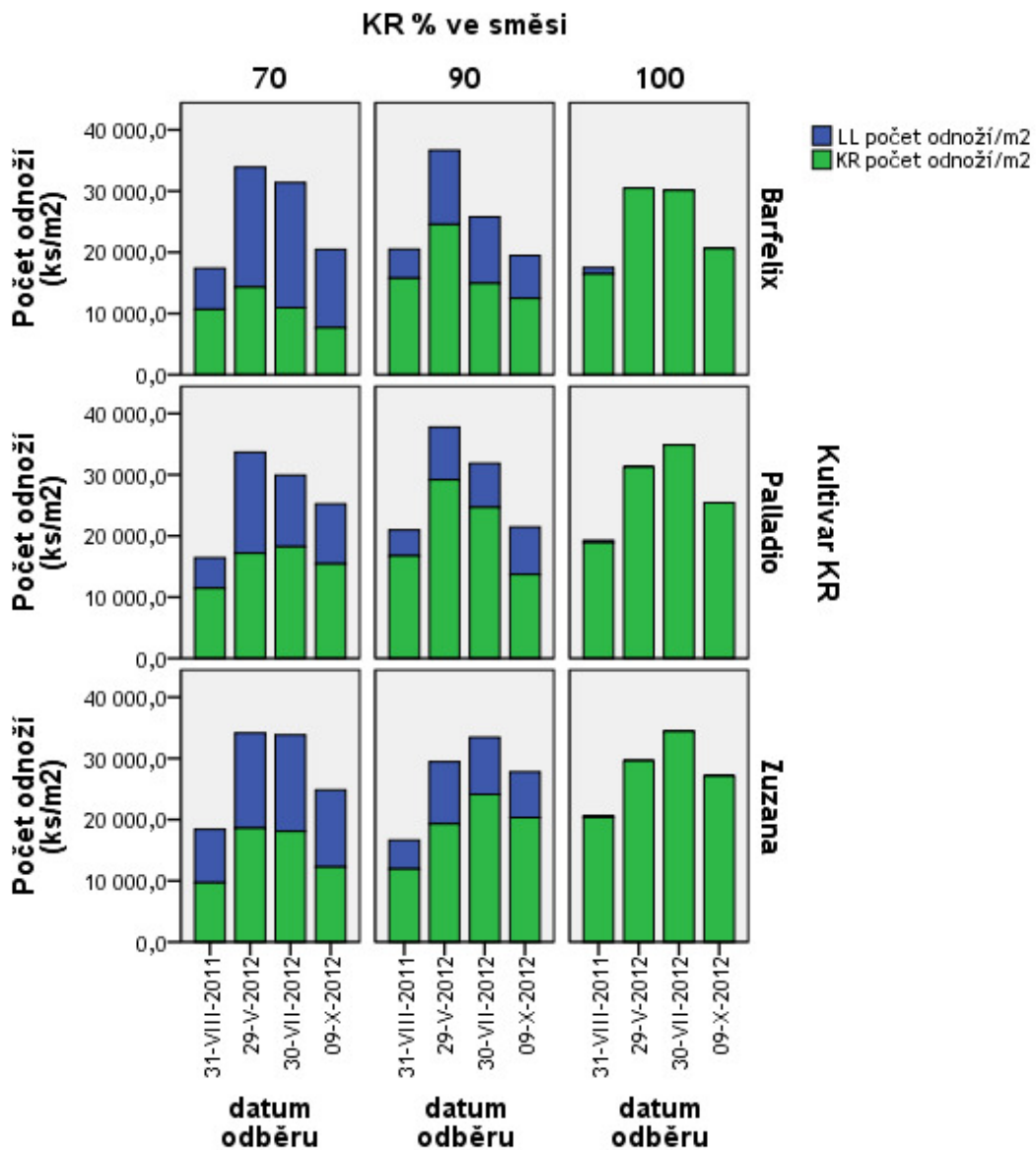
	Barborka			Viktorka			Petruna		
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
Počet odnoží MT/m ²	2 458 _a	1 200 _a	3 293 _a	5 294 _{ab}	2 527 _a	8 233 _b	5 747 _a	4 710 _a	13 914 _b
Počet odnoží KČ/m ²	53 352 _a	61 832 _a	54 494 _a	57 282 _a	78 357 _b	54 267 _a	34 720 _{ab}	39 540 _a	24 562 _b
Celkem odnoží/m ²	55 810 _a	63 032 _a	57 787 _a	62 576 _a	80 884 _b	62 500 _a	40 467 _a	44 250 _a	38 476 _a
Podíl MT z celkového počtu odnoží (%)	4.4 _a	1.9 _a	5.7 _a	8.5 _{ab}	3.1 _a	13.2 _b	14.2 _a	10.6 _a	36.2 _b
Hm. 1000 odnoží MT (g)	3.6 _a	4.8 _a	7.9 _b	3.7 _a	5.8 _a	8.7 _b	4.1 _a	7.1 _b	9.0 _b
Hm. 1000 odnoží KČ (g)	3.7 _a	3.1 _a	3.9 _a	3.4 _a	2.8 _a	3.2 _a	4.6 _a	3.8 _a	4.3 _a

4.6 Srovnání konkurenceschopnosti metlice trsnaté a kostřavy rákosovité ve směsích s lipnicí luční

Zajímavé souvislosti přináší vzájemné srovnání experimentu popsaného v kapitole 4.4. - konkurenční vlastnosti jednotlivých odrůd kostřavy rákosovité ve směsích s lipnicí luční, s podobně uspořádaným experimentem, ve kterém jsme sledovali konkurenceschopnost metlice trsnaté s lipnicí luční. Srovnání je možné pouze v průběhu prvních dvou let, což byla délka trvání experimentu s kostřavou rákosovitou. Experimenty se lišily ve vzájemných poměrech, což nevylučuje vyvození některých všeobecných souvislostí. Pro účely srovnání byl použit sub-set dat uvedených v experimentu s kostřavou rákosovitou, s výškou seče pouze 3 cm. Srovnání nabízí grafy 11 a 12. Z výsledků srovnání vyplývá, že zatímco celkové počty odnoží metlice trsnaté na m² v porostu s LL v následujícím roce po vysetí klesly, situace s kostřavou rákosovitou byla odlišná. U kostřavy v následujícím roce po vysetí ve stejném termínu odběru (30. srpen 2011 vs. interpolované hodnoty odběrů 30. 7. a 9. 10. 2012) počty

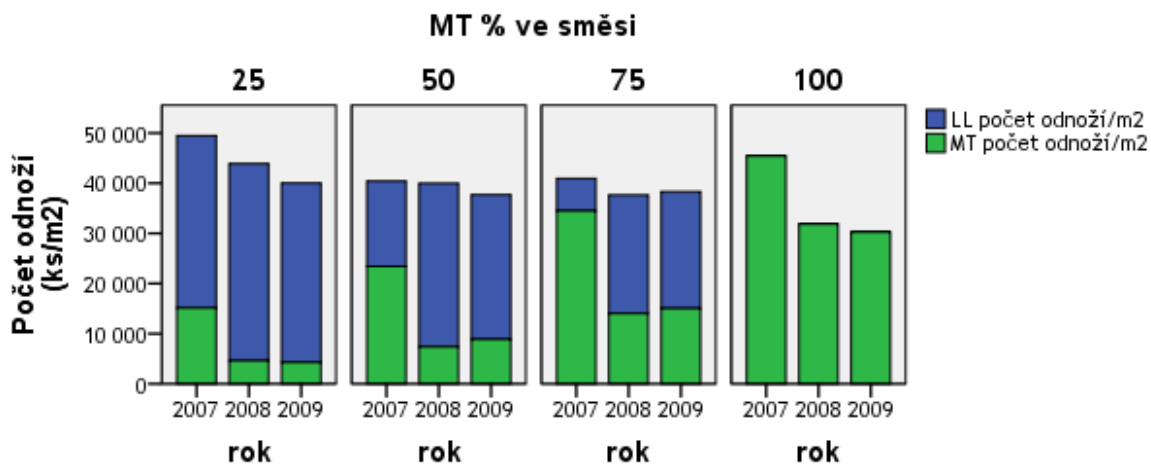
odnoží vzrostly, s výjimkou odrůdy Barfelix, která byla v 70% a 90% zastoupení v odrůdě na podobných hodnotách jako v roce vysetí.

Přestože koncept experimentů není jednotný, lze usuzovat, že kostřava rákosovitá se ve směsích s lipnicí luční prosazuje lépe než metlice trsnatá. Výsledek může být zatížen odrůdou, kdy se v případě metlice trsnaté jednalo pouze o jednu odrůdu – Kometa.



Pozn.: Údaje pro jednotlivé odrůdy KR

Graf 11: Srovnání vývoje počtu odnoží kostřavy rákosovité a lipnice luční ve směsích 70:30 %, 90:10 % a monokultuře kostřavy rákosovité v jednotlivých odběrech



Pozn.: Údaje pro pouze jednu sledovanou odrůdu Kometa. Údaje za rok 2007 vyjadřují průměr 3 odběrů, za rok 2008 průměr 4 odběrů a za rok 2009 vyjadřují průměr 3 odběrů.

Graf 12: Srovnání vývoje počtu odnoží metlice trsnaté a lipnice luční ve směsích 25 %, 50 %, 75 % a monokultuře metlice trsnaté v jednotlivých letech

5 Diskuse

5.1 Klíčivosti obilek kostřavy rákosovité a lipnice luční po stresu suchem v závislosti na délce bobtnání (*in vitro* experiment)

Samotnému experimentu předcházela zkouška klíčivosti osiva, která prokázala, že nejlépe klíčící odrůdou byla Palladio (89 %), po ní následovala Zuzana (76 %) a nejhůře klíčící odrůdou z kostřav rákosovitých byla Barfelix s 72% klíčivostí. Lipnice luční prokázala 78% klíčivost (tab. 4).

Při testování klíčivosti za stresových podmínek, resp. při navození stresu po různé délce (1–12 dnů) máčení osiva se projevila rozdílná schopnost obilek znovu obnovit proces klíčení. Při testování již výše zmíněných vzorků byly zaznamenány rozdíly, ze kterých bylo patrné, že fáze, kdy obilka ztratila schopnost odolat stresu suchem, se lišila. Obecně lze říci, že všechny tři odrůdy kostřavy rákosovité a lipnice luční byly schopny obnovit proces klíčení, jestliže máčení (bobtnání obilek) před stresem suchem netrvalo déle než 4 dny. Kritickým momentem se potom stal 5. – 6. den, kdy FGP a AUC značně klesly (graf. 2 A, 2 B). U osiva odrůdy Palladio se celková klíčivost oproti kontrole snížila průkazně při délce máčení 6 dnů (o 24 %) a s dalšími dny máčení před stresem se dále snižovala. Podle materiálů získaných od společnosti Barenbrug (2007) by mělo být osivo Palladia schopno odolat i velkému stresu suchem a jeho energie klíčení by měla být vysoká i při vysokých, letních teplotách.

Odrůda Barfelix byla v testech klíčivosti nekonzistentní a v jednotlivých dnech máčení před stresem vykazovala rozdílné výsledky. K průkazným rozdílům došlo v případě, kdy stres suchem nastal po 11–12 dnech expozice obilek ve vlhkém prostředí, klíčivost klesla na 34 % a 27 % (graf 1, graf 2 A, 2 B). U osiva Zuzany se klíčivost snižovala s přibývajícím dny máčení před stresem, osivo kontrolní varianty dosáhlo 76% klíčivosti, po 12. dnech expozice obilek ve vlhkém prostředí a následném stresu suchem dosáhla pouze 15 %. U lipnice luční HIFI nastal průkazný pokles (o 56 %) v celkové klíčivosti až po 11 denním máčení obilek v porovnání s kontrolní variantou (graf 1, graf 2 A, 2 B).

Při zprůměrování FGP (celkové klíčivosti) u jednotlivých odrůd u všech 12 termínů nástupu sucha zjistíme, že rozdíly mezi odrůdami nebyly statisticky průkazné, ovšem nejvyšší FGP dosáhla odrůda Palladio (59,5 %), následována odrůdou Barfelix (56,9 %), a odrůdou Zuzana (51,2 %); (tab. 7). Při hodnocení MGT (střední doby klíčení) byly na hladině významnosti $P < 0.01$ zaznamenány průkazné rozdíly mezi odrůdami kostřavy rákosovité, kdy nejrychleji klíčící odrůdou, tedy odrůdou s nejnižší MGT byla Zuzana (7,4 dnů), následována odrůdou Palladio (7,9 dnů). Odrůdou s nejvyšší MGT, tedy nejpomaleji klíčící byla Barfelix

(10 dnů). Martinek (2011) testoval jílek vytrvalý, kostřavu červenou a metlici trsnatou. Z jeho výsledků vyplynulo, že nejrychleji klíčícím druhem byl jílek vytrvalý (průměr MGT = 6,6 dnů), následován kostřavou červenou (7,5 dnů) a dále metlicí trsnatou (8,6 dnů).

V parametru T_{50} se od sebe odrůdy kostřavy rákosovité statisticky průkazně nelišily (tab. 7), ovšem průkazný rozdíl byl mezi kostřavou rákosovitou a lipnicí luční, která k vyklíčení 50 % klíčivých obilek potřebovala 16,2 dnů, což bylo přibližně o 3 dny více než u kostřavy. V pokusech Martinka (2011) potřebovala lipnice luční odrůda Harmonie 12,9 dnů.

Pokusy s délkou máčení semen a následným stresem sucha se zabývali i Guedira *et al.* (1997) na osivu pšenice seté (*Triticum aestivum* L.), kdy nechali máčet odrůdu Lanred po dobu 1–5 dnů (*in vitro* podmínky). Dále následoval stres suchem (semena vyjmuta z klimaboxu, vysušena a sušena při 25 °C), který trval rovněž 1–5 dnů a po tomto stresu suchem osivo pšenice opět namočil (destilovanou vodou na Petriho miskách). Z jejich výsledků vyplývá, že v případě, že se semena máčela po dobu 1–3 dnů a následoval-li stres trvající všech 5 dnů, více než 75 % semen obnovilo proces klíčení. Jestliže ovšem máčení trvalo 4 a více dnů, proces klíčení bylo schopno obnovit už méně než 60 % semen. U našich testovaných odrůd jsme došli k podobným výsledkům jen s rozdílem, že 60% klíčivosti byly obilky schopny dosáhnout ještě při 5–6 denním máčení před stresem včetně. Stejně jako u kostřavy rákosovité, i u lipnice byla schopnost přečkat stres 5 denního sucha způsobena pravděpodobně pomalejším klíčením, které je pro oba dva druhy charakteristické (ca 2-3 týdny pro KR a více než 3 týdny pro LL), z fyziologického hlediska jde o pozdější nástup buněčného dělení a tudíž menší poškození buněk než např. u zmíněné pšenice, která ovšem disponuje většími obilkami (HTS 45–50g) a průměrná doba klíčení je 7–10 dnů.

Naše výsledky korelovaly s výsledky Martinka *et al.* (2011), kteří při testování stresu suchem tří odrůd lipnice luční zjistil, že se i v rámci druhu mohou vyskytovat rozdíly mezi šaržemi osiva v průběhu bobtnání a počátku klíčení, konkrétně jisté odrůdy jsou schopny překonat vícedenní máčení před stresem a obnovit proces klíčení snadněji než jiné. Bewley a Black (1994) uvádějí, že nastane-li stres suchem během začátku bobtnání obilky, embryo nemusí být nutně poškozeno, nebo tímto stresem ovlivněno. Avšak nastane-li stres již na počátku klíčení, může být tento moment pro obilku již fatálním. Sucho je totiž primárně považováno za nežádoucí faktor při zakládání porostu a za důvod nevzejití klíčenců, ale smrt obilek může nastat ještě před klíčením samotným jako důsledek jejich fyziologického poškození, nebo se může objevit jako výsledek dehydratace obilky po vzejití (Hegarty, 1977).

V důsledku horšího vzcházení některých komponent potom může dojít ke změnám druhového složení trávníku oproti složení vyseté směsi. To ovšem nemusí být způsobeno

pouze vybranými druhy/odrůdami, ale rovněž kvalitou osiva, která může být narušena nevhodným skladováním, termínem sklizně osiva atd. (Bláha *et al.*, 2003).

Hill *et al.* (1985) zkoumali vliv teploty na klíčení a počáteční fáze růstu obilek kostřavy rákosovité a došli k závěru, že vzhledem k malým semenáčkům, nižší počáteční odnožovací schopnosti tohoto druhu a malým odnožím, vyžaduje kostřava rákosovitá teplotu půdy v rozmezí od 18 do 21 °C, aby dosáhla optimálních podmínek pro klíčení, zvláště je-li seta s dalšími komponenty.

Zvýšenou adaptabilitu ke stresu suchem u odrůdy Palladio bychom mohli vysvětlit obsahem endofytů v jeho obilkách, který byl 8 %, kdežto u odrůdy Barfelix a Zuzana se *Neotyphodium* spp. nevyskytovalo vůbec. Jedná se však pouze o domněnku. Pfanmüller a Schöberlein (1997) testovali celkem 192 evropských odrůd kostřavy luční, červené, ovčí a rákosovité, z nichž 32 obsahovalo endofyty (*Neotyphodium* spp.). U kostřavy rákosovité bylo z těchto 32 odrůd detekováno 6, které vykazovaly „mírný“ výskyt hub – v rozmezí od 4 do 54 %.

5.2 Vzcházivost jednotlivých odrůd kostřavy rákosovité, kostřavy červené a lipnice luční v závislosti na hloubce výsevu (nádobový pokus)

Jak již bylo zmíněno dříve, doporučená hloubka setí je 0,5–1 cm pod povrch substrátu, liší se však podle velikosti obilek (Madison, 1966; Hrabě 2003). Jestliže je obilka uložena příliš hluboko, celková vzcházivost je značně redukována (McGinnies 1973; Maun a Riach 1981; Redmann a Qi, 1991). Obilky s vyšší HTO snázejí hlubší výsev lépe než ty, které mají HTO nižší (drobnosemenné druhy); (Kneebone 1972; Zhang a Maun 1990). V našich pokusech byla závislost rychlosti vzcházení i celková vzcházivost obilek na hloubce výsevu u jednotlivých druhů jednoznačně prokázána a potvrdila důležitost zvolení správné hloubky výsevu při zakládání porostu.

Čas potřebný k vyklíčení 50 % klíčivých obilek – T_{50} se mezi testovanými druhy statisticky průkazně lišil, nikoli však v rámci druhů samotných. Nejrychleji vzcházejícím druhem byla kostřava rákosovitá, následována kostřavou červenou. Nejpomaleji vzcházel osivo odrůd lipnice luční, u kterých máme zaznamenán pouze výsev na povrch. Při ostatních hloubkových výsevech nebylo T_{50} dosaženo (tab. 9).

Obecně můžeme konstatovat, že všem třem zkoušeným odrůdám **kostřavy rákosovité** vyhovoval nejvíce výsev do 2 cm hloubky a že povrchový výsev byl pro tento druh méně vhodný (graf 5, 6). Při zasetí do hloubky 3 cm se její vzcházivost pohybovala kolem 70 %

(graf 5, 6). Stejných výsledků dosáhl rovněž Brock (1973), který zkoumal vliv hloubky výsevu u dvou odrůd kostřavy rákosovité ve 4 různých hloubkách výsevu, a sice při povrchovém výsevu, při výsevu do 1,25 cm, 2,5 cm a 3,75 cm. Podle jeho výsledků nejlépe vzcházely odrůdy z hloubky 1,25 cm, přičemž povrchový výsev a výsev do 3,75 cm byl naprosto nevhodný. Stejně tak Southwood *et al.* (1982) se u kostřavy rákosovité přiklánějí k hloubkovému výsevu v rozmezí od 0,5 do 1,5 cm. Charles *et al.* (1991) prováděli experimenty s kostřavou rákosovitou a zkoumali vliv hloubky výsevu (povrchový, 1,5 cm, 3 cm a 4,5 cm) při různé teplotě půdy (3 °C, 6 °C, 9 °C, 12 °C a 24 °C) na celkovou vzcházivost. Z jeho výsledků vyplývá, že nejnižší % vzešlých (méně než 35 %) bylo při teplotě 3 °C a 6 °C při všech hloubkách setí. Celková vzcházivost se zvýšila (téměř na 80 %) při 12 °C a 24 °C, byla-li hloubka setí 0, nebo 1,5 cm. Byl-li výsev do 3 cm nebo 4 cm, celková vzcházivost se zvýšila při stejné teplotě (12 a 24 °C) pouze o 46 %. Hill *et al.* (1985) uvádějí, že nižší teplota snížila celkovou vzcházivost kostřavy rákosovité seté na povrch při 15 °C ze 73 % na 37 % (celkový pokles tedy o 36 %). Teplota půdy je tedy nesporně jedním z klíčových parametrů při vzcházení, stejně tak i hloubka setí.

Lze říci, že u velkých obilek (s HTO > 1,5 g) je limitujícím faktorem pro vzcházení povrchové setí. Výsledky dokládají Sobotová *et al.* (2006), a Sobotová a Svobodová (2007), kdy vzcházivost jílku při výsevu do hloubky 0,5 cm byla průkazně vyšší (až o 40 %) než při povrchovém výsevu. Newmann a Moser (1988) zkoumali vliv hloubky výsevu na vzcházivost druhů *Bromus inermis*, *Andropogon gerardii*, *Sorghastrum nutans* (L.) Nash a *Panicum virgatum* při 1,5 cm, 3 cm, 4,5 cm a 6 cm výsevu pod povrch substrátu. U prvních třech trav došlo k průkaznému snížení vzcházivosti s prohlubující se hloubkou výsevu, pouze *Panicum virgatum* prokázalo stejnou vzcházivost ze 1,5 a 3 cm.

Vzcházivost **kostřavy červené** v našich pokusech převážně korelovala s výsledky vzcházivosti kostřavy rákosovité. Výsev do 1 a 2 cm nejvíce vyhovoval odrůdě Petruna (*Festuca rubra* L. ssp. *rubra*). Odrůdě Viktorka (*Festuca rubra* L. ssp. *trichophylla*) vyhovovala hloubka výsevu od 0 do 2 cm a stejně tak odrůdě Barborka (*Festuca rubra* L. ssp. *commutata*). Obecně lze konstatovat, že optimální výsev pro testované odrůdy kostřavy červené byl výsev na povrch substrátu a dále do hloubky 1 nebo 2 cm (graf 5, 6).

K rozdílu mezi kostřavou rákosovitou a červenou došlo tedy pouze při výsevu na povrch, který byl pro kostřavu rákosovitou spíše nevhodný, ovšem kostřavě červené vyhovoval. Tento fakt může být způsoben i slabě odlišnou HTO mezi dvěma zmíněnými druhy. U odrůd kostřavy rákosovité, které jsme testovali, to bylo konkrétně 1,97 g, 2,06 g a 1,9 g u odrůd Palladio, Barfelix a Zuzana. Průměrně tedy HTO dosahovala 1,98 g. U kostřavy červené se

HTO pohybovala v rozmezí od 1,4 g do 1,7 g. Jedná se tedy o drobnější obilky. V našich pokusech odrůda Petruna dokonce dosáhla nejvyšší celkové vzcházivosti právě z povrchu (tab. 12).

Podle výsledků Martinka a Svobodové (2008), kteří testovali stejné odrůdy kostřavy červené při hloubce výsevu 0–2cm, se však povrchový výsev příliš neosvědčil a jako optimální hloubku setí označili zapravení osiva do 1 cm pod povrch.

Důležitým faktorem při vzcházení obilek z různých hloubek může být mocnost substrátu nad obilkou a dále má-li semenáček dostatek zásobních látek, které potřebuje na prorůstání koleoptile k povrchu. Jedná-li se o druhy s obilkami s HTO okolo 0,2 g (např. lipnice luční, metlice trsantá), je zřejmé, že tyto budou preferovat mělké výsevy. U těch ovšem může dojít vlivem výparu k vyšší oscilaci teplot, ke zvýšenému kolísání vlhkosti a následnému osychání substrátu na povrchu.

Lipnice luční měla jednoznačně nejvyšší vzcházivost při setí na povrch substrátu (tab. 8, 10; graf 5, 6). Odrůda Slezanka dosáhla 81% vzcházivosti právě při setí do 0 cm, do 1 cm to bylo už o 47,1 % méně. Se zvyšující se hloubkou setí dále vzcházivost klesla o 67,9 a 83,3 % (v porovnání s povrchovým setím). U odrůdy HIFI, která dosáhla při výsevu na povrch substrátu 61,3 %, se vzcházivost snižovala postupně o 15,5 %, 14,7 % a o 88 %. Výsledky jen potvrzují, že lipnice, jakožto drobnosemenný druh, lépe snáší setí na povrch substrátu, naopak zapravení obilek její vzcházivost průkazně sníží.

Z pokusů Martinka a Svobodové (2008) s metlicí trsnatou a rozdílnou hloubkou výsevu vyplývá, že při vysetí na povrch substrátu měla až o 40 % nižší vzcházivost než při vysetí do 1 cm hloubky. Nejdelší dobu vzcházely obilky metlice při založení do 2 cm. K podobným výsledkům došla i Sobotová a Svobodová (2007) které uvádějí, že z povrchu substrátu byla u lipnice luční vzcházivost až o 50 % nižší než u variant s obilkami zapravenými do substrátu. Macháč (2010) potvrzuje, že při vysetí drobnosemenných druhů jako jsou lipnice roční nebo psineček tenký do větší hloubky – až 4 cm, se jejich vzcházivost značně snižuje.

Na základě našich výsledků i výsledků ostatních můžeme konstatovat, že úspěšné založení porostu může ovlivnit nejen HTO, ale také úměrně zvolená hloubka výsevu. Při uložení drobných obilek do větší hloubky, nemusí mít semenáček dostatek zásobních látek a k samotnému vzcházení vůbec nedojde.

Tento fakt by mohl být užitečný v trávnickářské praxi, kdy by se při použití těchto druhů mělo hledět na zapravení do adekvátní hloubky půdního profilu.

5.3 Konkurenceschopnost kostřavy rákosovité a lipnice luční ve směsích v závislosti na zastoupení v osivu a výšce seče (polní pokus)

V polním pokuse bylo posuzováno zastoupení obou druhů v porostu z hlediska **počtu odnoží na plochu (ks/m²)** a dále byla hodnocena **hmotnost 1000 odnoží (g)** u jednotlivých druhů, resp. odrůd. Důležitým parametrem, který jsme rovněž hodnotili, byl **vliv rozdílné výšky seče** (3 a 6 cm) na identicky zaseté směsi/monokultury.

Z testovaných odrůd kostřavy rákosovité nejvíce odnožovala odrůda Palladio, která v monokultuře při 3 cm seči tvořila po dobu dvouletého experimentu v průměru 27 619 ks/m² (tab. 16). Při seči na 6 cm bylo odnoží v průměru průkazně o 21 % méně (21 698 ks/m²); (tab. 16). Odrůdě Palladio tedy jednoznačně svědčila nižší výška seče, což potvrzuje i Wolleswinkel (2012), který uvádí, že se jedná o odrůdu snášející lépe seč do 4 cm.

Tyto výsledky polního pokusu rovněž korelují s výsledky nádobového experimentu (viz kapitola 4.3). V rámci tohoto experimentu jsme zkoumali vliv výšky seče (3 a 6 cm) na tvorbu nadzemní a podzemní fytomasy (hmotnost ústřížků a hmotnost kořenů). Prokázalo se, že dvě ze tří zkoušených odrůd kostřavy rákosovité (pouze v monokulturách) nevykazovaly žádné změny při rozdílné výšce seče. Z výsledků (tab. 14) vyplývá, že rozdílná výška seče neměla příliš vliv na hmotnost ústřížků u odrůdy Barfelix a Zuzana. K průkaznému rozdílu však došlo u odrůdy Palladio, která při 3 cm seči vytvořila téměř trojnásobek ústřížků (g) než při seči na 6 cm. Stejný případ nastal u experimentu s podzemní fytomasou, kdy neprůkazné rozdíly byly opět u odrůd Barfelix a Zuzana. Odrůda Palladio vytvořila při 3 cm seči překvapivě o 79 % více podzemní hmoty (kořenů) než při vyšší výšce seče, což je v rozporu s Emmons (1995), který uvádí, že při nízké seči se kořenový systém nerozvine tolik jako u porostu, který je sečen na vyšší výšku seče.

V polním pokusu při váhovém poměru 90:10 % v zastoupení kostřavy rákosovité:lipnice luční (při 3 cm seči) zaujímala lipnice v prvním odběru 20 % celkového porostu, o rok později (ve čtvrtém odběru) již 36 % (tab. 18). Průměrné % zastoupení lipnice luční bylo 24,8 % (6 939 ks odnoží/m²), kostřava potom zaujímala 75,2 % (21 072 ks odnoží/m²). Při vyšší seči zaujímala lipnice luční pouze o 0,1 % více, tedy 24,9 % (5 369 ks odnoží/m²). Lze konstatovat, že rozdílná výška seče tedy neměla na zastoupení lipnice luční v porostu vliv, avšak jen proto, že spolu s ní se snížil i počet odnoží KR (z 21 072 na 16 234 ks odnoží/m²); (graf 8). Stejně jako u monokultury, i při tomto váhovém poměru prosperovala odrůda Palladio celkově lépe při 3 cm než při 6 cm seči.

Naše výsledky ne zcela korelují s Beardem (1973), Emmonsem (1995), Černochem a Našincem (2009), kteří uvádějí, že kostřava rákosovitá lépe prosperuje při výšce seče od 5 cm výše a proto by se seč měla této výšce přizpůsobit. Je ovšem nutné vzít v potaz, že dříve registrované odrůdy kostřavy rákosovité měly oproti těm dnešním, jako je např. Palladio (registrace v roce 2007) podstatně širší listy a proto se výška seče musela přizpůsobit habitu rostliny. Emmons (1995) dále uvádí, že právě novější odrůdy mohou snášet seč nižší. Na Sports Turfgrass Research Institute (STRI) v Bingley jsou nové odrůdy kostřavy rákosovité šlechtěny již na výšku seče 12 mm (Crossley, ústní sdělení, 2012).

Při váhovém poměru 70:30 % (KR:LL) se již výrazněji projevila lipnice luční, při 3 cm seči zaujímala v porostu průměrně 40,7 %. Podíváme-li se na její zastoupení detailněji, zjistíme, že při prvním odběru tvořila skutečně zasetých 30 % (resp. 30,2 %), při dalších odběrech se již podíl navyšoval a při posledním klesl na 38,7 % (tab. 18). Identický průběh nastal u vyšší seče, průměrné zastoupení lipnice bylo 41,2 %, přičemž v prvním odběru (v roce zásevu) bylo zastoupení lipnice 28,3 % a v posledním 37,5 % (tab. 18). Na počty odnoží to bylo 10 717 ks (při 3 cm seči) a 9 337 ks odnoží/m² u seče 6 cm. Přibližně ve stejném poměru došlo i k úbytku počtu odnoží u kostřavy rákosovité (graf 8). Z výsledků vyplývá, že při váhovém poměru 70:30 % byla kostřava rákosovitá v porostu obsažena reálně 59,3 % (při 3 cm seči) a 58,8 % (při 6 cm seči). V materiálech Barenbrug (2007) je odrůda Palladio hodnocena jako odrůda s mimořádnou trávnickářskou kvalitou, která vykazuje velmi dobrou snášenlivost vůči dlouhotrvajícímu suchu a rovněž déle trvajícím zimám. Toto tvrzení je ovšem v rozporu s našimi výsledky, jelikož po zimě 2012/2013 přežilo minimální procento všech testovaných odrůd kostřavy rákosovité (obr. 15, 16; graf 13). Nutno uvést, že hodnocení společnosti Barenbrug bylo prováděno na šlechtitelských stanicích v Holandsku a Itálii v oblastech s velmi mírnou zimou.

Odrůda Palladio je doporučována do směsí spolu s lipnicí luční, konkrétně s odrůdami Bariris a Baronial avšak, jak již bylo zmíněno dříve, měla by být ve směsi zastoupena minimálně ze 70 %. Při jejím malém podílu v porostu má sklon k vytváření vystoupavých trsů (Veselá 2008; Černoch a Našinec, 2009). Je-li cílem dosáhnout maximální odolnosti vůči stresu suchem a horkem, doporučuje se Palladio kombinovat s jinými odrůdami kostřavy rákosovité, a sice Barleroy nebo Barlexas II (Barenbrug, 2007). Hunt a Dunn (1993) ovšem uvádějí, že v případě, že má být porost odolný vůči chorobám a jiným stresům, neměl by se skládat pouze z monokultury kostřavy rákosovité. Proto zkoumali kompatibilitu kostřavy rákosovité, lipnice luční a jílku vytrvalého ve směsích při dvojnásobné výšce seče – 16 a 22 mm. Výsevky ve směsích byly: 200 kg/ha kostřavy rákosovité, 25 kg/ha lipnice luční a 25 kg/ha

jílku vytrvalého. Z jejich výsledků vyplynulo, že ve směsi kostřava-lipnice-jílek postrádala kostřava konkurenceschopnost a na konci experimentu byla v porostu obsažena maximálně v 9 %, kdežto jílek tvořil 57 % a lipnice luční minimálně 22 %. Ve dvousložkové směsi kostřava-jílek došlo v prvním roce pokusu k poklesu podílu kostřavy rákosovité pouze o 4 %, v následujících letech byl pokles podstatně větší a po 5 letech experimentu obsahoval porost pouze 10 % kostřavy a 69 % jílku. Zajímavý byl klesající obsah kostřavy ve směsi pouze s lipnicí, který byl nejmarkantnější první rok po založení porostu, činil více než 16 %. V průběhu dalších 4 let experimentu se zastoupení obou odrůd snižovalo tak, že na konci 5 letého pokusu byly odrůdy v zastoupení vyrovnané. Dle našich výsledků ovšem po prvním roce pokusu došlo jak k nárůstu počtu odnoží kostřavy rákosovité v porostu tak i lipnice luční. V pokusech Hunta a Dunna (1993) neměla rozdílná výška seče na druhové složení porostu žádný vliv.

Odrůda Zuzana se v monokultuře co do počtu odnoží prosadila identicky jako odrůda Palladio (tab. 16). Při 3 cm seči vytvořila rovněž více než 27 000 odnoží (resp. 27 884), při 6 cm seči potom pouze o 201 odnoží méně než Palladio (21 497 ks/m²); (tab. 16). I u Zuzany se v monokultuře v roce zásevu vyskytlo malé % lipnice luční, a to 0,2 a 1,6 % při 3 a 6 cm výšce seče. V dalším roce jsme zaznamenali výskyt lipnice (764 ks odnoží/m²) pouze u vyšší seče, avšak jen u jarního odběru. V letním ani v podzimním odběru se lipnice již nevyskytovala.

V porovnání s odrůdou Palladio se ovšem lipnice luční ve směsích se Zuzanou dokázala prosadit více. Při váhovém poměru 90:10 % (KR:LL) již lipnice zaujímala při nižším sečení 29,5 % (o 4,7 % více než u odrůdy Palladio) a při vyšší seči dokonce 36,6 %. V tomto případě se tedy kostřava rákosovitá prosadila v porostu pouze z 63,4 %. I zde platilo, že nižší výška sečení vyhovovala odrůdě Zuzana průkazně více (o 6 387 ks odnoží více vytvořila při 3 cm seči); (tab. 16).

Dernoeden *et al.* (1993) zkoumali vliv rozdílné výšky seče na výskyt rosičky (*Digitaria spp.*) a na celkový vzhled trávníku u kostřavy rákosovité, odrůdy Rebel II a to konkrétně při třech výškách seče – 3,2 cm, 5,5 cm a 8,8 cm. Z výsledků vyplynulo, že kostřava sečená na 8,8 cm sice odolala invazi rosičky podstatně lépe v porovnání s ostatními výškami seče a porostu se dařilo nejlépe během letních vysokých teplot, během zimy a v období po zimě byl porost napaden chorobami více než plochy, které byly sečeny na nižší výšku (3,2 a 5,5 cm). U nich byla zase snížena kvalita porostu během léta. V našich pokusech byly rovněž plochy s vyšší sečí napadeny sněžnou světlerůžovou plísňovostí trav podstatně více, než ty, které byly udržované na výšce seče 3 cm (obr. 15–17). Výška seče pochopitelně ovlivňuje celkový

vzhled porostu - velikost trsů nebo jemnost listů. Obecný fakt, že při nižší výšce seče je i kořenový systém méně rozvinutý, resp. čím nižší seč, tím kratší kořeny, se v našem nádobovém pokusu projevil pouze u této odrůdy. U dalších dvou tomu bylo naopak, a sice odrůdy Palladio a Barfelix měly při 3 cm seči kořenový systém rozvinutější (graf 7).

Odrůda Barfelix prosperovala z hlediska počtu odnoží na m² hůře v porovnání s dalšími dvěma odrůdami. V monokultuře vytvořila při 3 cm seči v průměru 24 425 odnoží, při 6 cm seči 19 778 ks/m² (tab. 16, graf 8). V obou případech to tedy bylo o 2 000–3 000 méně než u odrůd Palladio a Zuzana. Porovnáme-li s nimi ovšem hmotnost tisíce odnoží (g), zjistíme, že u Barfelix byla hodnota při 6 cm seči nejvyšší (graf 10). Vzhledem k nejnižšímu počtu odnoží/m², ale nejvyšší hmotnosti 1000 odnoží, můžeme konstatovat, že odnože odrůdy Barfelix byly „robustnější“ než odrůdy Palladia a Zuzany. Při váhovém poměru 90:10 % (KR:LL) a při 3 cm seči tvořila odrůda Barfelix stále nejméně odnoží, a sice v porovnání s Palladiem o 19,6 % méně a v porovnání se Zuzanou o 10,5 %. Při 6 cm seči tvořila Barfelix stejný počet odnoží jako Zuzana, avšak méně než Palladio (o 11,4 % méně). Hmotnost 1000 odnoží (g) byla stále nejvyšší, a to při obou výškách seče. I při pohledu na odnože jednotlivých odrůd byl rozdíl viditelný, odnože odrůdy Barfelix měly vždy širší listy a byly „tužšího a většího habitu.“ Při váhovém poměru 70:30 % (KR:LL) vykazala Barfelix opět nejnižší počet odnoží ze všech testovaných odrůd, hmotnost 1000 odnoží byla nejvyšší, ovšem pouze při vyšší seči.

Celkový počet odnoží kostřavy odrůdy Barfelix byl tedy z jednotlivých odrůd u všech variant vždy nejnižší, avšak zaměříme-li se na počty odnoží lipnice ve směsích, zjistíme, že u obou váhových poměrů a rozdílných výšek seče se lipnici luční dařilo, v porovnání s ostatními odrůdami, nejlépe. Stejně jako u výše zmíněných odrůd, i v monokultuře se při prvním odběru vyskytla v minimálním procentu, a sice v 1 a v 0,5 % (při 3 a 6 cm seči). Při váhovém poměru 90:10 % (KR:LL) se ve směsi vyskytovala již v 33,9 % při 3 cm seči a v 31,6 % při vyšší seči. Znamená to, že kostřava rákosovitá byla ve směsi zastoupena 66,1 a 68,4 %. Větší rozdíl jsme zaznamenali při váhovém poměru 70:30 % (KR:LL), kde již lipnice luční tvořila při obou výškách seče přes 50 % porostu. Konkrétně to bylo 57,7 a 52,7 %, tedy kostřava byla v zastoupení 42,3 a 47,3 %.

Směsi s odrůdou Barfelix byly tedy charakteristické nejnižším počtem odnoží kostřavy rákosovité (graf 8), nejvyšším počtem odnoží lipnice luční (graf 9) a nejvyšší hmotností 1000 odnoží kostřavy téměř u všech zkoušených variant (graf 10).

Materiály Barenbrug (2007) uvádějí, že Barfelix je odrůda výborně snášejší seč již od 12–15 mm a jako nejlepší doprovodný druh do směsí se hodí lipnice luční nebo troskut

prstnatý. Tyto porosty ovšem vyžadují intenzivní ošetřování. Stejně jako u ostatních odrůd i tato by se měla vysévat minimálně v 70 %, aby tvořila dostatečně hustý a dobře odnožující porost. Jak bylo detailně rozebráno v kapitole výsledků, odnoží kostřavy rákosovité přibývalo vždy nejvíce v období od května do srpna, tedy nejvyšší nárůst odnoží jsme zaznamenali buď mezi prvním a druhým odběrem (podzimním 2011 a jarním 2012), nebo mezi druhým a třetím odběrem (jarním a letním 2013); (graf 8). Podobných výsledků dosáhl i Yeh *et al.* (1976), který uvádí, že kostřava rákosovitá odnožovala nejvíce v období jara, ovšem méně už v letním období.

V našich dalších pokusech jsme testovali na stejné šlechtitelské stanici v letech 2007 – 2009, tedy ve stejných podmínkách, směsi metlice trsnaté (odrůda Kometa) spolu s lipnicí luční (odrůda Harmonie). Z výsledků vyplynulo, že celkový trend vývoje podílu metlice v průběhu let byl klesající, naopak podíl lipnice luční se, stejně jako v našem pokusu, zvyšoval (graf. 12). Podíl odnoží metlice na celkovém počtu postupně klesal – u směsi s 25 % MT z 31 % na 11 %, u směsi s 50 % MT z 58 % na 24 % a u směsi se 75 % MT z 85 % na 39 %. Tento fakt – vyšší zastoupení metlice na počátku pokusu, lze vysvětlit pomalejším vývinem lipnice luční a tedy málo konkurenčnímu prostředí v počátečních fázích vývoje. To lze doložit laboratorními pokusy, kdy MGT byla u lipnice delší o více jak 5 dnů v porovnání s ostatními druhy, jakými byly jílek vytrvalý a kostřava červená. Rovněž v našich pokusech (*in vitro*) vycházela lipnice luční jako nejpomaleji klíčící druh, který se ovšem v polních podmínkách v průběhu let prosazuje na úkor původně dominantního druhu.

Ve skleníkových pokusech měla metlice trsnatá konkurenční výhodu, neboť s hloubkou výsevu byla celková vzcházivost lipnice oproti metlici až o 18 % nižší. Lipnice byla druhem, který umožnil metlici zpočátku větší rozvoj v porostu. Sobotová *et al.* (2007) uvádějí, že zastoupení lipnice luční v trávniku závisí na podílu ve výsevni směsi méně než u jílku vytrvalého a to především vzhledem k jejich růstovému habitu. Ve výsledcích Martinka (2011) byl počet odnoží lipnice (ve směsi s metlicí) menší s přibývajícím zastoupením metlice ve výsevni směsi, a stejně tak byl menší počet odnoží metlice s přibývajícím zastoupením lipnice.

Jak již bylo uvedeno výše, při sestavování směsí je nutné zvolit správný poměr jednotlivých komponent resp. travních druhů, jelikož příliš malý výsevek může způsobit řídký porost s dostatkem prostoru pro vývin plevelů a naopak vysoký výsevek může způsobit z počátku sice hustý porost, avšak po relativně krátké době může začít docházet k velké konkurenci rostlin o prostor, živiny a světlo. Důsledkem potom může být odumírání odnoží a řídnutí porostu.

5.3.1 Konkurenceschopnost metlice trsnaté a kostřavy červené ve směsích v závislosti na zastoupení v osivu (polní pokus)

Z výsledků vyplynulo, že podíl metlice trsnaté v jednotlivých směsích v průběhu trvání pokusu, tedy od roku 2007 do roku 2009, byl, v porovnání s doprovodnými druhy/odrůdami, velmi nízký. Příčinou tohoto nízkého zastoupení byl vysoký pokles počtu odnoží metlice mezi prvním a druhým rokem, a to až o 30 % (tab. 21), který byl pravděpodobně způsoben dlouho trvajícím suchem. V roce 2009 byl průměrný počet odnoží metlice 30 262 ks/m², v porovnání s prvním rokem odběru to byl tedy celkově 33% pokles odnoží metlice. Průměrný počet odnoží kostřavy červené byl statisticky ovlivněn jejím % zastoupením ve směsi. Nejvyššího průměrného počtu odnoží v průběhu všech tří let dosáhla odrůda Viktorka, a to 63 302 ks odnoží/m², následována odrůdou Barborka (56 559 ks/m²) a odrůdou Petruna (32 941 ks/m²).

Jako nejméně vhodnou komponentou do směsí (nejvíce konkurenčně silnou) s metlicí se ukázala být v průběhu celého experimentu odrůda Barborka. Podíváme-li se na % zastoupení metlice ve všech váhových poměrech, potom metlice tvořila s Barborkou pouze 2 316 ks odnoží/m² v průběhu všech tří odběrových let. V poměru, kde byla Barborka zastoupena 75 % a metlice 25 %, vytvořila metlice pouze 428 ks odnoží/m², což bylo pouhých 0,7 %. Při váhovém poměru 50:50, vytvořila metlice v porostu 6,4 % (tab. 22). Domníváme se, že tato extrémně silná konkurenční schopnost odrůdy Barborka může být také způsobena jejím velmi rozvinutým kořenovým systémem, což by se shodovalo s výsledky skleníkových pokusů Svobodové *et al.* (2010). Rovněž Našinec (ústní sdělení, 2011) potvrzuje schopnost kostřavy červené hustě trsnaté rychleji zapojovat porost než u výběžkatých forem. Také Straková a Hrabě (2001) uvádějí, že hmotnost kořenů u kostřavy červené trsnaté (odrůdy Veverka) vykazovala vyšší hmotnost kořenů (až o 19–28 %) než metlice trsnatá v průběhu čtyř vegetačních let.

Odrůda Viktorka byla, navzdory jednoznačně nejvyššímu celkovému počtu odnoží, slabším konkurentem než Barborka. Metlice s ní ve všech % zastoupeních ve směsích vytvořila průměrně 5 351, přičemž ve směsi, kde by měla být metlice zastoupena ze 75 %, tvořila 14,3 % (tab. 22). Nejslabším kompetitorem pro metlici ze všech tří odrůd kostřavy červené, byla odrůda Petruna.

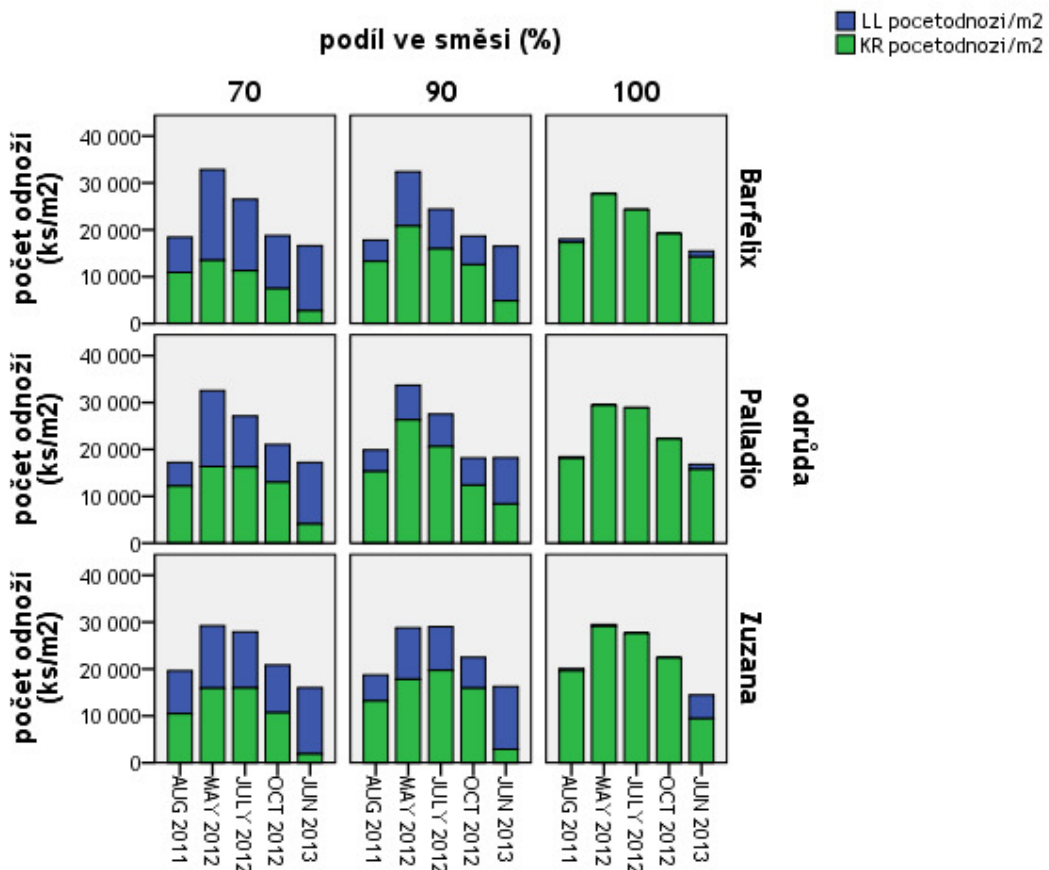
V průběhu let byl zaznamenán u všech variant výsevků metlice ve výsevní směsi rostoucí trend v počtech odnoží metlice, průměrně vytvořila (ve všech výsevních poměrech) 8 123 ks odnoží/m² (tab. 22). Příčiny vyššího zastoupení metlice ve směsích s Petrunou v porovnání s ostatními odrůdami kostřav červených mohou být různé, souvisí spíše s menším konkurenčním tlakem v průběhu let. Z výsledků vyplynulo, že nejsilnějším konkurentem, a

proto můžeme říci nevhodným, se prokázala být odrůda Barborka, jelikož metlice se v její přítomnosti neměla šanci prosadit. Uspokojivými kompetitory byly odrůdy Viktorka a Petruna, které zaručily porostu spolu s metlicí celkově dobrý vzhled a kvalitní pokryv.

5.3.2 Shrnutí polního pokusu s kostřavou rákosovitou a lipnicí luční

První čtyři odběry byly detailněji popsány v kapitole 5.4. V červnu (10. 6.) 2013 byl uskutečněn poslední, pátý odběr. Z důvodu odevzdání práce před tímto odběrem však nebyl do základní statistiky zahrnut.

Z grafu 13 je zřejmé, jak vypadalo zastoupení všech tří odrůdy kostřavy rákosovité po zimě 2012/2013. Ta byla doprovázena dlouho ležící pokrývkou sněhu a následným výskytem sněžné světlerůžové plísňovitosti trav (obr. 15–17).



Graf 13: Srovnání vývoje počtu odnoží kostřavy rákosovité a lipnice luční ve směsích 70:30 %, 90:10 % a monokultuře kostřavy rákosovité v jednotlivých odběrech (5 odběrů)

Z výsledků je patrné, že v posledním odběru se nejlépe prosadila odrůda Palladio (9 401 ks odnoží/m²), hůře odrůda Barfelix (7 272 ks odnoží/m²) a nejhůře odrůda Zuzana (4 532 ks odnoží/m²); (obr. 20). Celkový počet odnoží kostřavy rákosovité v posledním roce pokusu u všech odrůd výrazně klesl (nadzemní fytohmota ubývala ve prospěch stařiny; data nejsou ukázána). Čím více ubývalo u jednotlivých odrůd odnoží kostřavy rákosovité, tím více přibývalo odnoží lipnice luční. K nejvýraznějšímu nárůstu odnoží lipnice luční došlo ve směsích s odrůdou Zuzana, kdy lipnice tvořila 11 094 ks odnoží/m². Na většině parcel lipnice převažovala a odrůda Zuzana se vyskytovala minimálně. Ke stejným výsledkům došel i Našinec (ústní sdělení, 2013). Méně lipnice než ve směsích s odrůdou Zuzana bylo ve směsích s odrůdou Barfelix – 8 899 ks odnoží/m² a nejméně ve směsích s odrůdou Palladio – 8 014 ks odnoží/m².

Z výsledků vyplývá, že lipnice luční se snadněji prosazovala ve směsích s tou odrůdou, která byla méně „zdatná“ a která poskytla prostor pro doprovodnou komponentu tím, že netvořila tolik odnoží jako zbývající odrůdy.

Z důvodu velmi špatného stavu porostu byl experiment ke konci června 2013 zaorán.

6 Souhrn výsledků

- **Klíčivost odrůdy Palladio** u kontrolní varianty (bez stresu) dosáhla 89 %. Tato odrůda nebyla průkazně ovlivněna stresem sucha po 1–5 denním bobtnání osiva. Její klíčivost stále dosahovala až 85 %. K výraznému poklesu došlo, když byly obilky vystaveny 10 dennímu bobtnání a následnému stresu suchem. Celková klíčivost se snížila o 54 % (na 35 %). Po 12 denním bobtnání a následném stresu byla celková klíčivost odrůdy Palladia jen 24 % (o 65 % méně oproti kontrole).
- **Celková klíčivost (FGP) u odrůdy Palladio** při všech 12 variantách bobtnání osiva (varianta = bobtnání trvající od 1 do 12 dnů, následně 5 denní stres, dále znovunamočení); (zprůměrované varianty) dosáhla 59,5 %, což bylo nejvíce ze všech testovaných odrůd.
- **Střední doba klíčení (MGT) u odrůdy Palladio** při všech 12 variantách bobtnání dosáhla 7,9 dnů. Byla téměř shodná s odrůdou Zuzana, která byla nejrychleji klíčící odrůdou (průměrná MGT 7,4 dnů).
- **Odrůda Palladio** potřebovala k **vyklíčení 50 % klíčivých obilek (T₅₀)** při všech 12 variantách bobtnání průměrně 13,4 dnů.
- **Klíčivost kontrolní varianty u odrůdy Barfelix** dosáhla 66 %. V ostatních variantách byla tato odrůda velmi nekonzistentní a vykazovala rozdílné výsledky. Prodlužující se doba máčení před stresem sice vedla ke snižující se klíčivosti obilek, nejednalo se však o lineární závislost. Výraznější (průkazné) snížení nastalo až u 11 a 12 denního bobtnání osiva, kdy se klíčivost snížila na 34 a 27 %.
- **Celková klíčivost (FGP) u odrůdy Barfelix** při všech 12 variantách bobtnání (zprůměrované varianty) dosáhla 56,9 % (o 2,6 % méně než u odrůdy Palladio).
- **Střední doba klíčení (MGT)** byla u **Barfelix** nejdelší, tzn. že MGT byla u této odrůdy nejvyšší, a sice 10 dnů. V porovnání s Palladiem to bylo o 2,1 dnů více.
- **T₅₀ u odrůdy Barfelix** byla nejvyšší ze všech testovaných odrůd kostřavy rákosovité, k vyklíčení 50 % klíčivých obilek potřebovala v průměru 14,7 dnů, což bylo o 1,3 dnů více v porovnání s Palladiem a o 1,6 dnů více v porovnání se Zuzanou.
- **Klíčivost odrůdy Zuzana** u kontrolní varianty dosáhla 76 % a máčením obilek 1–4 dnů před stresem nastaly v klíčivosti poklesy, pohybovala se v rozmezí od 60–75 %. Následně se klíčivost snižovala, při stresu suchem po 12 dnech máčení klesla na 15 %.
- **FGP u Zuzany** při všech 12 variantách bobtnání byla ze všech odrůd nejnižší - 51,2 %. Bylo to o 8,3 % méně než u Palladia a o 5,7 % méně než u odrůdy Barfelix.

- **Odrůda Zuzana** klíčila v průměru (při všech 12 variantách bobtnání) nejrychleji, tzn., že měla nejkratší **MGT** – pouze 7,4 dnů.
- K vyklíčení 50 % klíčivých obilek potřebovala **Zuzana** rovněž nejméně času – **T₅₀** bylo 13,1 dnů.
- **Odrůda HIFI** dosáhla u kontrolní varianty 78% klíčivosti. Průkazný pokles o 55 % (na 23 %) nastal u HIFI až po stresu, který nastal po 11 denním máčení obilek. Při 12 dnech máčení před stresem klesla klíčivost na 14 % (o 64 % méně oproti kontrole).
- **MGT HIFI** byla 9,9 dnů. **T₅₀** byla u **HIFI** 16,2 dnů, což bylo průkazně více než u všech ostatních odrůd kostřavy rákosovité, k vyklíčení 50 % klíčivých obilek potřebovala nejdelší dobu.
- **Odrůda Palladio** patřila k nejrychleji vzcházejícím odrůdám, průměrná doba potřebná k vzejití 50 % vysetých obilek byla v průměru 8,6 dnů (za průměrné teploty 19°C). Pomaleji vzcházela odrůda Barfelix – 9,1 dnů, následována odrůdou Zuzana – 9,4 dnů. Kostřavu červenou odrůdy **Viktorka** a **Barborka** nelze hodnotit, jelikož při výsevu do 3 cm hloubky nebylo dosaženo jejich vzejití, u odrůdy **Petruna** činila průměrná doba potřebná k vzejití 50 % obilek **9,3 dnů**, tedy doba srovnatelná s odrůdami u Barfelix a Zuzana. U lipnice luční odrůdy **HIFI** a **Slezanka** rovněž **nelze dobu vzcházení hodnotit**.
- **Optimální hloubka výsevu u kostřavy rákosovité** s průměrně nejvyšším počtem vzešlých jedinců byla hloubka výsevu do 2 cm pod povrch (83,1 %), v průměru nejméně vzcházelo osivo při povrchovém výsevu (74,6 %).
- **Optimální hloubkou výsevu u kostřavy červené** s průměrně nejvyšším počtem vzešlých jedinců byl povrchový výsev (74,9 % jedinců), následován výsevem do 2 cm pod povrch substrátu (70,9 % jedinců).
- Jako **optimální hloubka výsevu u lipnice luční** s průměrně nejvyšším počtem vzešlých jedinců byl povrchový výsev, při kterém u obou odrůd vzešlo průměrně 71,2 % jedinců. Výsevy pod povrch substrátu byly nevhodné, s prohlubující se hloubkou výsevu klesala vzcházejivost následovně: 47,3 % (1 cm pod povrch), 39,2 % (2 cm pod povrch) a 10,4 % vzešlých jedinců při 3 cm výsevu pod povrch.
- **Odrůda Palladio** tvořila v **monokultuře** při 3 cm seči o 21 % více odnoží než při seči 6 cm. Podobných výsledků dosáhla i **odrůda Barfelix**, která při 3 cm seči vytvořila o 19 % více odnoží než při vyšší variantě seče. Největší rozdíl mezi počtem odnoží

v závislosti na výšce seče byl u **odrůdy Zuzana**, která při seči na 3 cm vytvořila o 22,9 % více odnoží než při seči na 6 cm.

- **Ve směsích 90:10 %** byla situace velmi podobná jako u monokultur, **odrůda Palladio** tvořila o 23 % více odnoží při nižší seči, odrůda **Barfelix** o 15 % a **Zuzana** o 24 %. **Ve směsích 70:30 %** tvořila odrůda **Palladio** o 14,6 % více, **Barfelix** o 2,4 % **Zuzana** o 19 % více odnoží při 3 cm seči.
- **Podíly lipnice luční ve směsích narůstaly s jejím procentuálním zastoupením v porostu.** Při **vyšetém váhovém poměru 90:10 % (KR:LL)**, tedy 10% zastoupení lipnice luční, se lipnice podílela na tvorbě porostu s **odrůdou Palladio** reálnými ca 25 %, s odrůdou **Barfelix** ca 33 % a s odrůdou **Zuzana** rovněž přibližně 33 %. **Při vyšetém váhovém poměru 70:30 % (KR:LL)** počty odnoží lipnice luční, neboli zastoupení lipnice v porostu, stoupl, a sice s **odrůdou Palladio** na reálných ca 41 %, s **odrůdou Barfelix** na ca 54 % a s **odrůdou Zuzana** na přibližně 46 % oproti vyšetým 30 %.
- Se zvyšujícím se počtem odnoží kostřavy rákosovité se rovněž zvyšoval i počet odnoží lipnice luční a současně docházelo k nárůstu hmotnosti 1000 odnoží kostřavy rákosovité. Přestože odrůda **Barfelix** většinou tvořila nejnižší počet odnoží (ks/m^2), hmotnost 1000 odnoží (především v její monokultuře) byla nejvyšší.
- S lipnicí luční **Harmonií** byl **vývoj zastoupení metlice trsnaté** v porostu v průběhu let **klesající, odnože metlice** tvořily po třech letech **39 %** celkového počtu, **lipnice luční** tedy **61 %**.
- Nejvíce **konkurenčně silnou komponentou ve směsích MT a KČ** byla odrůda **Barborka**. V poměru, kde bylo % zastoupení **75 %:25 % (KČ:MT)** zaujímala **metlice** pouhých **0,7 %**. Při váhovém poměru 50:50, vytvořila metlice v porostu 6,4 %.
- Odrůda **Viktorka** byla slabším konkurentem, ve směsi, kde by měla být metlice zastoupena ze 75 %, tvořila 14,3 %. **Nejslabším kompetitorem pro metlici** ze všech tří odrůd kostřavy červené byla odrůda **Petruna**.

7 Závěry a doporučení pro další rozvoj oboru a využití v praxi

7.1 Doporučení pro další výzkum

Na základě provedených pokusů se do určité míry podařilo objasnit a potvrdit několik vlastností kostřavy rákosovité a metlice trsnaté při jejich různém procentuálním zastoupení ve směsích s dalšími trávnickovými druhy.

Potvrdila se domněnka, že **kostřava rákosovitá** by měla ve směsi zaujímat minimálně 70 %, metlice trsnatá minimálně 50 %, a to nejen z důvodu nehomogenního porostu při jejich nižším zastoupení, ale rovněž z důvodu prosazení se ve směsi. V případě nižšího procentuálního zastoupení by v průběhu let byly pravděpodobně vytlačeny doprovodným druhem, v našem případě lipnicí luční a kostřavou červenou. U pokusu s kostřavou rákosovitou se tento trend začal prokazovat již ve třetím (finálním) roce polního pokusu, kdy se lipnice luční začala prosazovat i na parcelkách monokultur kostřavy rákosovité, tam, kde se první dva roky pokusu nevyskytovala vůbec.

U směsí **metlice trsnaté** s dalšími trávnickovými druhy může být determinujícím faktorem letní výsev a s tím spojené nedostatečné primární zapojení v porostu. Detailnější měření, která by odhalila, kdy je metlice ke stresu náchylná nejvíce, jsou tedy na místě.

Důvodem pro ustupování z porostu obou druhů může být vyšší nadmořská výška, v našem případě více než 600 m. K ověření této hypotézy by bylo dobré provést identický pokus v nižší nadmořské výšce, např. kolem 300 m.

Dalším zjištěním byl fakt, že novější odrůdy kostřavy rákosovité snášejí lépe nižší výšku seče, lépe při nízké seči odnožují a tak tvoří hustý a vzhledný porost, avšak tento fakt se již ne zcela slučuje s ideou tzv. low-input trávníků. Pokusy by proto dále mohly být rozšířeny o větší rozpětí ve výškách seče, popř. o větší sortiment odrůd kostřav rákosovitých registrovaných dříve, ale i v současnosti a srovnány v závislosti na snášenlivosti k různým výškám seče.

7.2 Doporučení pro praxi

Na základě našich pokusů lze kostřavu rákosovitou i metlici trsnatou doporučit do směsí s lipnicí luční, jakožto s komponentou, která má pomalejší vývin po zasetí, tedy v počátcích vývoje je konkurenčně slabším druhem. Metlice je dále doporučována i s dlouze výběžkatou formou kostřavy červené.

Ani jeden z výše jmenovaných low-input druhů by se neměl vysévat jako monokultura z důvodu možného napadení chorobami v důsledku nepříznivých klimatických podmínek během roku, nebo z důvodu pomalejší regenerace na začátku vegetačního období a tedy méně vzhledného porostu v období jarních měsíců. Výsev je nejlépe provést na povrch substrátu s mírným zapravením obilek pod jeho povrch. Důležitým faktorem pro vzhled trávníku je seč, která by měla být pravidelná, aby nedošlo k vytvoření nevzhledných trsů a tím narušení jeho homogenity. Z důvodů možného výskytu sněžné světlerůžové plísňovitosti trav během zimních měsíců je důležité porost před zimou posekat na nižší seč, než na kterou je sekán v průběhu roku. U kostřavy rákosovité by v potaz měla být brána výška seče, která u nově vyšlechtěných odrůd již jistě není původně doporučených 5,5 cm a více.

Dalším faktorem pro vzhled trávníku je jeho zelená barva, a proto by jednotlivé odrůdy měly být vybírány s velkou opatrností, aby porost následně nepůsobil barevně nevyváženě.

Ač jsou nově šlechtěné odrůdy kostřavy rákosovité a metlice trsnaté šlechtěny převážně na jemnost, stále tyto druhy nemůže řadit k druhům používaným do luxusních trávníkových směsí. Proto by na ně mělo být nahlíženo s menším důrazem na estetickou stránku.

7.3 Závěr

Cílem této práce bylo objasnit některé z růstových charakteristik kostřavy rákosovité a metlice trsnaté – druhů patřících mezi tzv. low-input trávníkové druhy, neboli druhy, které vyžadují minimální zásahy z hlediska závlahy, hnojení a mechanických zásahů.

Důraz byl kladen především na konkurenční schopnosti v prvních fázích vývoje – klíčení, vzcházení a dále na první roky ve směsích s dalšími, běžně používanými komponentami v závislosti na jejich vzájemném procentuálním zastoupení.

U kostřavy rákosovité je z hlediska low-input trávníků velkým přínosem její rozvinutý kořenový systém, díky kterému je schopna překonávat lépe výkyvy v počasí (např. dlouho trvající sucho střídající se s extrémními dešti) v porovnání s konvenčně používanými druhy.

Potvrdilo se, že zastoupení kostřavy rákosovité v porostu bylo závislé na doprovodném druhu a výšce seče, při které byl porost udržován, a prokázalo se, že při 3 cm seči kostřava rákosovitá odnožovala až o 20 % více než při vyšší variantě seče.

Dále se prokázalo, že kritickým obdobím se pro kostřavu rákosovitou, a zejména její monokultury, stala dlouhá zima, která způsobila, že trávník byl po třech letech trvání pokusu značně zdevastován, a to převážně u varianty sečené na 6 cm. Porost působil nehomogenně,

zejména parcelky monokultur odrůdy Zuzana byly prořídle a nevzhledné, většinu porostu v nich tvořila (i v monokulturách) lipnice luční. Domníváme se tedy, že by bylo vhodné takovéto porosty před zimou posekat na výšku 3 cm, ovšem v průběhu roku ponechat porost vyšší.

Z pokusů s metlicí trsnatou s doprovodnými druhy vyplynulo, že zastoupení metlice v porostu je závislé na doprovodném druhu, podílu metlice ve výsevní směsi a na stáří porostu. Je zřejmé, že metlice trsnatá je méně konkurenčně zdatná právě z počátku vývoje porostu, zvláště je-li ve směsích s rychleji klíčovými a vyvíjejícími se druhy.

Porost byl po třech letech trvání pokusu hustý a homogenní, byť byl zatížen nadměrným suchem, které přišlo krátce po výsevu.

Z obou polních pokusů vyplývá, že hlavní komponenty (KR a MT) nelze doporučit k výsevu v 100% zastoupení. Je nutné je použít ve směsích, ve kterých budou prosperovat i komponenty doprovodné. Jejich uplatnění bude především v porostech udržovanějších spíše na průměrnou výšku seče. Své uplatnění budou mít jistě ve směsích krajinných trávníků, a kostrava dále i ve směsích, které nevyžadují závlahu a hnojení je minimální.

Seznam použité literatury

- Arachevaleta, M., C. W. Bacon, C. S. Hoveland, and D. E. Radcliffe. 1989. Effect of the tall fescue endophyte on plant response to environmental stress. *Agronomy Journal* 81: 83–90.
- Azevedo, M. D., and E. R. Welty. 1995. A study of the fungal endophyte *Acremonium coenophialum* in the roots of tall fescue seedlings. *Mycologia* 87: 289–297.
- Bacon, Ch. W. 2000. Microbial Endophytes. Coevolution of Fungal Endophytes with Grasses: The Significance of Secondary Metabolites. American Phytopathological Society (APS Press), *Agronomy Journal* 78: 106–116.
- Ball, D. M. 1997. Significance of endophyte toxicosis and current practices in dealing with the problem in the United States. p. 395–410. In C. W. Bacon and N. S. Hill (eds.) *Neotyphodium/Grass Interactions*. Plenum Press, New York.
- Barenbrug, Barenbrug Group. 2007. Firemní materiály firmy Berenbrug Holland
- Barker, D. J., N. S. Hill, a J. G. Andrae. 2009. Measuring the Endophyte – Plants, Fields, and Farms *In Tall Fescue for the Twenty-first Century*. p. 273–288.
- Beard, J. B. 1973. *Turfgrass Science and culture*. Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.
- Beard, J. B. 1982. *Turf management for golf courses*. Macmillan, New York.
- Begon, M., J. L. Harper, and C. R. Townsend. 1999. *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. Dotisk 1. vydání. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, s. 199–279.
- Belesky, D., and P. West. 2009. Abiotic Stresses and Endophyte Effects *In Tall Fescue for the Twenty-first Century*. p. 49–50.
- Belesky, D. 2009. Tall Fescue and Associated Mutualistic Toxic Fungal Endophytes in Agroecosystems. *Toxin reviews* 28: 102–117.
- Bennett, M. A. 1988. Evaluation of seed coating and priming treatments for stand establishment of processing tomatoes. *Proceedings of International Conference on Stand Establishment Horticultural Crops*. American Society of Horticultural Sciences, Lancaster, PA.
- Bewley, J. D., and Black, M. 1994. *Seeds, physiology of development and germination*. 2nd Ed. New York, Plenum Press: 445.
- Bláha, L., R. Bocková, F. Hnilička, H. Hniličková, V. Holubec, J. Mollerová, J. Štolcová a J. Zieglerová. 2003. *Rostlina a stres*. VÚRV, Praha. 156 s.
- Boller, B., U. K. Posselt, F. Veronesi. 2009. *Fodder crops and amenity grasses Vol. 5*. Springer.
- Brilman, L. A. 2008. Endophytes in Turfgrass Cultivars, in *Neotyphodium in Cool-Season Grasses* (eds C. A. Roberts, C. P. West and D. E. Spiers), Blackwell Publishing Ltd, Oxford, UK.
- Brock, J. L. 1973. Effect of sowing depth and post-sowing compaction on the establishment of tall fescue varieties, *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, 1: 11–14.
- Buckner, R. C., J. B. Powell, and R. V. Frakes. 1979. Historical development. Pp. 31–39. In R. C. Buckner and L. P. Bush, Eds. *Tall Fescue. Agron. Monogr. 20*. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Bush, L., J. Boling, and S. Yates. 1979. Animal disorders. p. 247–292 *In R. C. Buckner and L. P. Bush* (ed.) *Tall fescue. Agron. Monogr. 20*. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
- Cagaš, B. a J. Hofbauer. 1991. *Acremonium coenophialum* Morgan-Jones et W. Gams a obsah alkaloidů u kostravy rákosovité. *Genetika a šlechtění*. 27: 205–212.
- Cagaš, B., 2009. Endofytní houby produkující alkaloidy v sortimentu trav povolených v české republice, tématická příloha časopisu *Úroda* 2009. 131–134.

- Carrow, R. N. 1996. Drought avoidance characteristics of diverse tall fescue cultivars. *Crop Science* 36: 371–377.
- Clay, K. 1987. Effects of fungal endophytes on the seed and seedling biology of *Lolium perenne* and *Festuca arundinacea*. *Ecology* 73: 358-362.
- Cookson, W. R., J. S. Rowarth., and J. R. Sedcole. 2001. Seed vigour in perennial ryegrass effect (*Lolium perenne*, L.): effect and cause. *Seed Science and Technology*, 29: 255–270.
- Copeland, L. O., and M. B. McDonald. 1995. *Principles of Seed Science and Technology*. 3rd edition. Chapman&Hall, 409 s.
- Černoč, V. a I. Našinec. 2009. Trávníkové druhy a odrůdy *In* Trávníky pro zahradu, krajinu a sport. Vydavatelství Petr Baštan. s. 67–98.
- Danneberger, K., J. Dipaola, M. O'Keffe, D. Shetlar, B. Bloetscher, J. Bearmore, E. Duncanason, G. Snyder, J. Cregan. 2003. Cool season Turfgrasses in OSU Global Golf Course Management Workshop, Sea Pines Resorts, Hilton Head Island, SC, The Ohio State University, 145 s.
- Davis, R. R. 1958. The effect of other species and swing height on persistence of lawn grasses. *Agron. J.* 50:671-673 in Casler, M., D, and R. R DUNCAN. 2003. Turfgrass biology, genetics and breeding. Published by John Wiley, Inc., Hoboken, New Jersey, 367s.
- De Battista, J. 2005. *Neotyphodium* research and application in South America. p. 65–71. *In* C. A. Roberts et al. *Neotyphodium* in cool-season grasses. Blackwell Publ., Ames, IA.
- Dernoeden, P. H., M. J. Carroll, and J. M. Krouse. 1993. Weed management and tall fescue quality as influenced by mowing, nitrogen, and herbicides. *Crop science*, 33: 1055–1061.
- Diesburg, K. L, N. E. Christians, R. Moore, B. Branham, T. K. Danneberger, Z. J. Reicher, T. Voigt, D. D. Minner, and R. Newman. 1997. Species for Low-Input Sustainable Turf in the U. S. Upper Midwest. *Agronomy Journal* 89: 690–694.
- DLF-Trifolium, Hladké Životice, s.r.o., (dostupné z http://www.dlf.cz/upload/11_-_slezanka_001.pdf). [cit. 12. 5. 2012].
- Eizenga, G. C., L. C. Schardl, T. D. Phillips, and D. A. Sleper. 1998. Differentiation of tall fescue monosomic lines using AFLP markers and double monosomic analysis. *Crop Science* 38: 221-225.
- Ellis, R. H., and E. H. Roberts. 1980. Towards a rational basis for testing seed quality. *In* *Seed Production*, (ed. P. D. Hebblethwaite), pp. 605–635, Butterworths, London.
- El-Kassaby, Y. A., I. Moss, D. Kolotelo, and M. Stoehr. 2008. Seed germination: mathematical representation and parameters extraction. *Forest Science*, 54: 220–227.
- Emmons, R. D. 1995. *Turfgrass science and management*. 4th Ed. New York, Delmar Publishers: 567.
- Fadrný, M., J. Holubář a P. Říha. 1999. Přehled odrůd jetelovin a trav 1999. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno. s. 103.
- Fadrný, M. 2002. Nově registrované odrůdy trav pro trávníkové využití. Sborník: Trávníky 2002, Sborník příspěvků z konference. Agentura Bonus, Hrdějovice, s. 40–47.
- Fadrný, M. 2005. Nově registrované odrůdy trav pro trávníkové využití. Trávníky 2005, Sborník příspěvků z konference. Agentura Bonus, Hrdějovice, s. 27–29.
- Fleetwood, D. J., B. Scott, G. A. Lane, A. Tanaka, and R. D. Johnson. 2007. A complex ergovaline gene cluster in epichloe endophytes of grasses. *Applied Environmental Microbiology* 73:2571–2579.
- Funk, C. R., W. K. Dickson, and R. H. Hurley. 1981. Registration of „Rebel“ tall fescue, *Crop Science* 21: 632.

- Funk, C. R., and B. C. Clark. 1989. Turfgrass breeding – with special reference to turf-type perennial ryegrass, tall fescue and endophytes. The 6th International Turfgrass Research Conference, Tokyo.
- Goldberg, D. E., K. Landa. 1991. Competitive effect and response- hierarchies and correlated traits in the early stages of competition. *Journal of Ecology* 79: 1013–1030.
- Grewal, P. S., and D. Richmond. 2004. New benefits of endophyte-infected grasses emerge [Online]. Available at www.turfgrasstrends.com. *Turfgrass Trends* 1 Mar. 2004. (citované 14. 5. 2012).
- Gross, C. M., J. S. Angle, R. L. Hill, and M. S. Welterlen. 1991. Runoff and sediment losses from tall fescue under simulated rainfall. *Journal of Environmental Quality* 20: 604–607.
- Guedira, M., J. P. Shroyer, M. B. Kirkham, and G. M. Paulsen. 1997. Wheat coleoptile and root growth and seedling survival after dehydration and rehydration. *Agronomy Journal* 89: 822–826.
- Hardegree, S. P., and S. S. Van Vactor. 1999. Predicting germination response of four cool-season range grasses to field-variable temperature regimes. *Environmental and experimental botany* 41: 209–217.
- Hejduk, S. 2007. Význam teplomilných trav při očekávané změně klimatu. *Zahradnictví* 11/2007.
- Hejnák, V., B. Zámečnicková, J. Zámečník a F. Hnilička. 2005. *Fyziologie rostlin*. 156 s.
- Heckathorn, S. A., E. H. DeLucia, and R. E. Zielinski. 1997. The contribution of drought-related decreases in foliar nitrogen concentration to decrease in photosynthetic capacity during and after drought in prairie grasses. *Plant Physiology* 101: 173–182.
- Hegarty, T. W. 1977. Seed activation and seed germination under moisture stress. *New Phytologist* 78: 349–359.
- Hill, M. J., C. J. Pearson, and A. C. Kirby. 1985. Germination and seedling growth of prairie grass, tall fescue and Italian ryegrass at different temperatures. *Australian Journal of Agricultural Research* 36: 13–24.
- Hill, N. S., D. P. Belesky, and W. C. Stringer. 1990. Growth, morphological and chemical komponent response sof tall fescue to *Acremonium coenophialum*. *Crop Science* 30: 156–161.
- Hrabě, F., *et al.* 2003. *Trávy a trávničky - co o nich ještě nevíte*. Olomouc: Vydavatelství Petr Baštan (ed.) – Hanácká reklamní, 2003. 158 s.
- Hrabě, F. *et al.* 2009. *Trávničky pro zahradu, krajinu a sport*. Vydavatelství Petr Baštan, 2009. 335s.
- Hopkins, A. A., M. C. Saha, and Z. Y. Wang. 2009. Breeding, Genetics and Cultivars *In Tall Fescue for the Twenty-first Century*. p. 339-366.
- Houba, M., V. Hosnedl, V. 2002. *Osivo a sadba. Praktické semenářství*. 1. Vydání. 185 s.
- Hoveland, C. S., S. P. Schmidt, C. C. King, Jr., J. W. Odom, E. M. Clark., J. A. McGuire, L. A. Smith., H. W. Grimes, and J. L. Holliman. 1983. Steer performance and *Acremonium coenophialum* fungal endofyte on tall fescue pasture. *Agronomy Journal* 75: 821–824.
- Hoveland, C. S. 1993. Importance and significance of the Neotyphodium endophytes to performance of animals and grass plant. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 44, 1993, p. 3–12.
- Hoveland, C. S. 2009. Origin and History *In Tall Fescue fot the Twenty-first Century*. (Eds. Fribourg, H. A., D. B. Hannaway, and C. P. West). p. 3–10.
- Huang, B., and H. Gao. 1999. Physiological responses of diverse tall fescue cultivars to drought stress. *HortScience* 34: 897–901.

- Huang, B. 2001. Nutrient Accumulation and Associated Root Characteristics in Response to Drought Stress in Tall Fescue Cultivars. *HortScience* 36: 148–152.
- Humphreys, M. W., H. M. Thomas, W. G. Morgan, M. R. Meredith, J. A. Harper, H. Thomas, Z. Zwierzykowski, and M. Ghesquire. 1995. Discriminating the ancestral progenitors of hexaploid *Festuca arundinacea* using genomic *in situ* hybridization. *Heredity* 75: 171–174.
- Hunt, K. L., and J. H. Dunn. 1993. Compatibility of Kentucky Bluegrass and Perennial Ryegrass with Tall Fescue in Transition Zone Turfgrass Mixtures. *Agronomy Journal* 85: 211–215.
- Charles, G. W., G. J. Blair, and A. C. Andrews. 1991. The effect of soil temperature, sowing depth and soil bulk density on the seedling emergence of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and white clover (*Trifolium repens* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 42: 1261–1269.
- Christians, N. 1998. *Fundamentals of Turfgrass Management*. Ann Arbor Press, Chelsea, MI.
- Chytrý *et al.* 2007. Vegetace České republiky, 1. Travinná a keříčková vegetace.
- International Plant Name Index, 2012. Dostupné z <http://www.ipni.org/ipni/plantname-searchpage.do>. [cit. 18. 5. 2012]
- Jiang, Y. a Huang, B. 2000. Effects of drought or heat stress alone and in combination on Kentucky bluegrass. *Crop Science* 40: 1358–1362.
- Johnson, R., C. Voisey, L. Johnson, J. Pratt, D. Fleetwood, A. Khan, and G. Bryan. 2007. Distribution of NRPS gene families within the *Neotyphodium/Epichloë* complex. *Fungal Genetics and Biology* 44: 1180–1190.
- Klimeš, F. 1997. Lukařství a pastvinářství - Ekologie travních porostů. Jihočeská univerzita, zemědělská fakulta, České Budějovice. 142 s.
- Kneebone, W. R. 1972. Breeding for seedling vigor. In *Biology and utilization of grasses*. Edited by V. B. Youngner and C. M. McKell. Academic Press, New York. pp. 90–100.
- Knot, P., 2005. Vliv biotických faktorů na klíčivost lipnice luční a lipnice nízké. Trávníky, Agentura Bonus, Hrdějovice.
- Králíčková, T., M. Svobodová a J. Martinek. 2010. Konkurenční vztahy kostřavy rákosovité a lipnice luční v počátku vývinu porostu. *Vědecká příloha časopisu Úroda*, 58, 12, s. 495–498.
- Kreuz, E. 1974. In Míka, V. 2002. Principy růstu a vývoje trav. In Míka, V. a kol., 2002. *Morfogeneze trav. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha*, s. 24–105.
- Lacefields, G., and J. K. Evans. 1984. Tall Fescue in Kentucky. *University of Kentucky Ext. Bull.* AGR-108.
- Larsen, S. U., and B. M. Bibby. 2004. Use of germination curves to describe variation in germination characteristics in three turfgrass species. *Crop Science* 44: 891–899.
- Larsen, S. U., C. Andreasen, and P. Kristoffersen. 2004a. Differential sowing time of turfgrass species affects the establishment of mixtures. *Crop Science* 44: 1315–1322.
- Larsen, S. U., C. Andreasen, and P. Kristoffersen. 2004b. The variation in seed weight within and among cultivars of slender creeping red fescue (*Festuca rubra* ssp. *litoralis*), perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and Kentucky bluegrass (*Poa pratensis*) and its importance for the composition of seed mixtures. *Seed Science and Technology* 32: 135–147.
- Larsen, S. U., and C. Andreasen. 2004. Light and heavy turfgrass seeds differ in germination percentage and mean germination thermal time. *Crop Science* 44: 1710–1720.
- Larsen, S. U., and B. M. Bibby. 2005. Differences in thermal time requirement for germination of three turfgrass species. *Crop Science* 45: 2030–2037.

- Latch, G. C. M., and M. J. Christensen. 1984. Artificial infection of grasses with endophytes. *Annals of applied biology* 107: 17–24.
- Latch, G. C. M. 1997. An overview of Neotyphodium-grass interactions. p. 1–11. *In* C. W. Bacon and N. S. Hill (ed.) *Neotyphodium/ Grass Interactions*. Plenum Press, New York.
- Lavezzi, A., G. Pascarella, P. Sivilotti, D. Tomasi, and A. Altissimo. 2005. Cover cropping systems in vineyard: grass species and row management as affecting grapevine performance. XIV International GESCO Viticulture Congress, Geisenheim, Germany, 23-27 August, 2005 pp. 635–641.
- Madison, J. H. 1966. Optimum rates of seeding turfgrasses. *Agronomy Journal* 58: 441–443.
- Magrini, S., A. De Carli, S. Onofri, and A. Scopolla. 2011. A comparative study of the seed germination capabilities of *Anacamptis palustris*, a threatened terrestrial orchid, and other more common *Anacamptis* species, by asymbiotic culture *in vitro*. *European Journal of Environmental Sciences* 2: 71–79.
- Macháč, J. 2010. Obecné zásady pěstování trav na semeno *in Cagaš, B. et al.*, 2010. Trávy pěstované na semeno. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Ing. Petr Baštan, 2010. 276 s.
- Martinek, J. a M. Svobodová. 2008. Vliv hloubky výsevu na dynamiku vzcházení vybraných trávnickových druhů. Sborník z odborného semináře Trávníky 2008, Agentura Bonus, Vysočany na Chomutovsku, 26. – 27. 6. 2008. s. 41–43.
- Martinek, J., M. Svobodová a T. Králíčková. 2010. Allelopatické působení vybraných trávnickových druhů během klíčení. Vědecká příloha časopisu Úroda, roč. 58, č. 12, s. 525–528.
- Martinek, J. 2011. Konkurenční schopnosti metlice trsnaté *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv. ve směsích s vybranými trávnickovými druhy. Doktorská disertační práce. 181s.
- Matzner, S. L. and J. H. Richards. 1996. Sagebrush (*Artemisia tridentata* Nutt.) roots maintain nutrient uptake capacity under water stress. *Journal of Experimental Botany* 47: 1045–1056.
- Maun, M. A., and S. Riach. 1981. Morphology of caryopsis, seedling and seedling emergence of the grass *Calamovilfa longifolia* from various depths in sand. *Oecologia* 49: 137–142.
- McGinnies, W. J. 1973. Effects of date and depth of planting on the establishment of three range grasses. *Agron. J.* 65: 120–123.
- Mikulka, J., D. Chodová, Z. Martinková. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. Vydáno redakcí časopisu Farmář – Zemědělské listy. 160 s.
- Míka, V. *et al.* 2002. Morfogeneze trav. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha. 200 s.
- Meyer, W. A., B. L. Rose, C. A. Rose-Fricke, and C. R. Funk. 1982. Registration of „Olympic“ tall fescue. *Crop Science* 22: 1260–1261.
- Meyer, W. A., and C. R. Funk. 1989. Progress and benefits to humanity from breeding cool-season grasses for turf. *In* Contribution from Breeding Forage and Turf Grasses. (Eds D. A. Sleper, K. H. Asay & J. F. Pedersen), pp. 31–48. CSSA Spec. Publ. 15. Madison, WI: ASA, CSSA and ASSA.
- Meyer, W. A. and E. Watkins. 2003. Tall Fescue (*Festuca arundinacea*) *In* Turfgrass Biology, Genetics, and Breeding. (Eds M. D. Casler & R. R. Duncan). p. 107–127. New York: John Wiley & Sons.
- Míka, V. a B. Cagaš. 1997. Symbiotické endofytní houby v travách a možnosti manipulace obsahem toxických alkaloidů v píci. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. 23 s.
- Murray J. J. and J. B. Powell. 1979. Turf 1979. *In* R. C. Brukner and L. P. Bush, Eds. Tall Fescue. *Agron Monogr.* 20. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

- Našinec, I. 2006. Současné směry šlechtění trav a sestavování travních směsí. *Travníky* 2006.
- Newmann, P. R. and L. R. Moser. 1988. Grass Seedling Emergence, Morphology, and Establishment as Affected by Planting Depth. *Agronomy Journal* 80: 383–387.
- Panaccione, D. G., R. D. Johnson, J. Wang, C. A. Young, P. Damrongkool, B. Scott, and Ch. L. Schardl. 2001. Elimination of ergovaline from a grass–*Neotyphodium* endophyte symbiosis by genetic modification of the endophyte. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98.22: 12820–12825.
- Pazdera, J. 2003. Možnosti zvyšování kvality osiv, předset'ové úpravy osiv. In *Osivo a sadba. Sborník z konference ČZU v Praze*. s. 84–89.
- Pfanmüller, M., and W. Schöberlein. 1997. Occurrence of endophytes in European cultivars, seed lots, and ecotypes of *Festuca* species." *Neotyphodium/Grass Interactions*. Springer US, 1997. 77–80.
- Pospíšilová, J. 2003. Participation of phytohormones in the stomatal regulation of gas exchange during water stress. *Biologia Plantarum*. 46: 491–506.
- Procházka, S., I. Macháčková, J. Krekule, J. Šebánek. 1998. *Fyziologie rostlin*. 1. vydání. Academia Praha. s. 348–357.
- Redmann, R. E., and M. Q. Qi. 1992. Impacts of seeding depth on emergence and seedling structure in eight perennial grasses. *Canadian Journal of Botany* 70: 133–139.
- Richardson, M. D., N. S. Hill, and C. S. Hoveland. 1990. Rooting patterns of endophyte infected tall fescue grown under drought stress. p. 129 *In Agronomy Abstracts*. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.
- Richmond, D. S., P. S. Grewal, and J. Cardina. 2004. Influence of Japanese beetle *Popillia japonica* larvae and fungal endophytes on competition between turfgrasses and dandelion. *Crop Science* 44: 600–606.
- Ross, M. A., and J. L. Harper. 1972. Occupation of biological space during seedling establishment. *The Journal of Ecology* 77–88.
- Salminen, S. O., and P. S. Grewal. 2002. Does decreased mowing frequency enhance alkaloid production in endophytic tall fescue and perennial ryegrass? *Journal of Chemical Ecology* 28: 939–950.
- Salminen, S. O., P. S. Grewal, and M. S. Quigley. 2003. Does mowing height influence alkaloid production in endophytic tall fescue and perennial ryegrass? *Journal of Chemical Ecology* 29: 1319–1328.
- Schardl, C. L., and T. D. Philips. 1997. Protective Grass Endophytes. *The American Phytopathological Society. Plant Disease* 81: 430–438.
- Sellmann M. 1994. Using endophytes to enhance golf's turfgrasses. *Golf Course Management/June 1994*, p. 62–68.
- Sheffer K. M., J. H. Dunn, and D. D. Minner. 1987. Summer drought responses and rooting depth of three cool-season turfgrasses. *HortScience* 22: 296–297.
- Shen, J. B., L. Y. Xu, X. Q. Jin, J. H. Chen, H. F. Lu. 2008. Effect of temperature regime on germination of seed of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Grass and Forage Science*, 63: 249–256.
- Siegel, M., M. Johnson, D. Varney, W. Nesmith, R. Buckner, L. Bush, P. Burpus, T. Jones, J. Boling. 1984. A Fungal Endophytes in Tall Fescue: Incidence and Dissemination. *Phytopathology* 74: 932 – 937.
- Sobotová, H., M. Svobodová a R. Kapitánová. 2006. Vliv způsobu založení porostu a použitého substrátu na vzházení jílku vytrvalého a lipnice luční. Nové poznatky v pícninářství a travníkářství. *Sborník příspěvků z odborného semináře „Univerzitní pícninářské dny“*. 2006. s. 76 – 79.
- Sobotová, H. a M. Svobodová. 2007. Vliv způsobu založení porostu na vzháživost lipnice luční a jílku vytrvalého. *Sborník z konference: Súčasnost' a perspektivy*

- krmovinárskeho výskumu a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre 2007. s. 262–264.
- Sobotová, H., Svobodová, M., Kocourková, D. 2007. Effect of *Poa pratensis* L. and *Lolium perenne* L. seeding rate in mixtures on their shoot density in turf. Zborník Radova. XI Symposium On Forage Crops of Republic of Serbia With International Participation „Systems of Sustainable Production and Utilization of Forage Crops“ Novi Sad. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. s. 175–178.
- Sobotová, H. 2009. Konkurenční vztahy vybraných druhů trav v trávnicích. Doktorská disertační práce. 133 s.
- Southwood, O. R., P. D. Cregan, J. J. Dellow, and R. B. Walker. 1982. Pasture Establishment. (Edn. A. Currey.) 1st Edn (New South Wales Department of Agriculture) p. 15.
- Stuedemann, J. A., and C. S. Hoveland. 1988. Fescue endophyte: History and impact on animal agriculture. *Journal of Production Agriculture* 1: 39–44.
- Svobodová, M. a J. Šantrůček. 1998. Vliv alginátového preparátu S-90 na vzcházení vybraných druhů trav. *Rostlinná výroba* 44: 525–528.
- Svobodová, M. a J. Šantrůček. 2000. Klíčení a vzcházení trav po předseťovém ošetření osiva. *Úroda*. Ročník 48. s. 39.
- Svobodová, M., K. Šmídová a J. Šantrůček. 2000. Redukce počtu rostlin lipnice luční a jílku vytrvalého po založení trávníku v závislosti na jejich poměru ve směsi a výšce seče. Sborník z konference Univerzitní pícninářské dny, Česká zemědělská univerzita v Praze. s. 62–66.
- Svobodová M., J. Martinek a T. Králíčková. 2010. Rychlost počátečního vývinu trávnickových druhů trav. *Vědecká příloha časopisu Úroda* 58: 579–582.
- Svobodová M., T. Králíčková, J. Martinek. 2011. Vliv výšky seče na počáteční vývin vybraných trávnickových odrůd kostřavy rákosovité. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin, Česká zemědělská univerzita v Praze. s. 242–245.
- Straková M. a Hrabě F. 2001. Weight and stratification of root biomass in selected turf cultivars. *Rostlinná výroba* 47: 451–455.
- Šálek, M. 2005. Ekologie. Lesnická práce, Praha. 121 s.
- Tanaka, A., B. A. Tapper, A. Popay, E. J. Parker, and B. Scott. 2005. A symbiosis expressed non-ribosomal peptide synthetase from a mutualistic fungal endophyte of perennial ryegrass confers protection to the symbiotum from insect herbivory. *Molecular Microbiology* 57:1036–1050.
- Taylor, A. G., P. S. Allen, M. A. Bennet, K. J. Bradford, J. S. Burris, M. K. Misra. 1998. Seed enhancements. *Seed Science Research* 8: 245–256.
- Terrell, E. E. 1979. Taxonomy, morphology, and phylogeny. pp. 31–39. In R. C. Buckner and L. P. Bush, Eds. Tall fescue. *Agron. Monogr.* 20. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Trnka, Z. 2004. Metodika zkoušení osiva a sadby. Ministerstvo zemědělství, Odbor rostlinných komodit. Praha 2004. s. 139–292.
- Turgeon, A. J. 2002. Turfgrass Management. 6th edition. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 400 s.
- ÚKZUZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský). 2012. Databáze odrůd na internetu. Dostupné z <http://nou.ukzuz.cz/ido/index.html>. [cit. 14. 5. 2012].
- Valdes, V. M., K. J. Bradford, and K. S. Mayberry. 1985. Alleviation of thermodormancy in coated lettuce *Lactuca sativa* cultivar 'Empire' by seed priming. *HortScience* 20: 1112–1114.
- Veselá, M. 2008. Trávy In Šantrůček, J. et al. 2008. Encyklopedie pícninářství. Praha: ČZU v Praze, KPT, s. 33–60.

- Watkins E., and W. A. Meyer. 2004. Morphological Characterization of Turf-type Tall Fescue Genotypes, Department of Plant Biology and Pathology. HortScience 39:615–619.
- Watschke, T. L., and R. O. Mumma. 1989. The effect of nutrients and pesticides applied to turf on the quality of runoff and percolating water. Environ. Resources Res. Inst. ER 8904. Pennsylvania State Univ., University Park.
- Weaver, J. E., and E. Zink. 1955. Length of life of roots of ten species of perennial range and pasture grasses. Plant Physiol. 45: 201–217.
- Welty, R. E., and W. J. Rennie. 1985. Grasses endophyte. *Graminae, Acremonium coenophialum*. ISTA Handbook on seed health testing, Working sheet No. 55.
- Welty, R. E., M. D. Azevedo, and T. M. Cooper. 1987. Influence of moisture content, temperature and length of storage on seed germination and survival of endophytic fungi in seeds of tall fescue and perennial ryegrass. Phytopathology 77: 893–900.
- Wolleswinkel, A. Royal Barenbrug Group. Firemní materiály firmy Berenbrug Holland. 2012.
- Xu, W. W., D. A. Sleper, and G. F. Krause. 1994. Genetic Diversity of Tall Fescue Germplasm Based on RFLPs. Crop Science 34: 246–252.
- Young, C. A. 2006. A complex gene cluster for indole-diterpene biosynthesis in the grass endophyte *Neotyphodium lolii*. Fungal Genetics and Biology 43: 679–693.
- Zhang, J., and M. A. Maun. 1990. Seed size variation and its effect on seedling growth in *Agropyron psammophilum*. Botanical Gazette 151: 106–113.

Seznam použitých zkratek

ANOVA	analýza rozptylu
AOSA	Association of Official Seed Analysts
AUC	plocha pod křivkou
Bar	Barfelix
E-	pozitivní na endofyty
E+	negativní na endofyty
FGP	celková klíčivost
HSD	Tukey's honest significant difference
HTO	hmotnost tisíce obilek
ISTA	International Seed Testing Association
JV	jílek vytrvalý
KČ	kostřava červená
KČB	kostřava červená Barborka
KČP	kostřava červená Petruna
KČV	kostřava červená Viktorka
KR	kostřava rákosovitá
KRBar	kostřava rákosovitá Barfelix
KRPall	kostřava rákosovitá Palladio
KRZuz	kostřava rákosovitá Zuzana
LL	lipnice luční
LSD	Fisher's least significant difference
MGT	střední doba klíčení
MT	metlice trsnatá
NP	neprůkazné na $P < 0,05$
Pall	Palladio
rh	relativní vlhkost vzduchu
S.E.M., SE	střední chyba průměru
T50	čas potřebný k vyklíčení 50 % semen
TTC	topografický tetrazoliový test
ÚKZUZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
Zuz	Zuzana

Seznam tabulek

Tab. 1: Hlavní druhy endofytních hub a jejich hostitelé nalezení v travních porostech mírného pásma

Tab. 2: Jednotlivé fáze *in vitro* experimentu

Tab. 3: Výsevky polního a nádobového pokusu (počet obilek/ha; kg/ha)

Tab. 4: Použité druhy/odrůdy, jejich původ, HTO a přítomnost/nepřítomnost endofytů

Tab. 5: Schéma založení polního pokusu s KR a LL metodou náhodných bloků

Tab. 6: Schéma založení polního pokusu s MT, KČ, JV a LL metodou náhodných bloků

Tab. 7: Vybrané parametry klíčení pro 4 odrůdy trav

Tab. 8: Vzcházivost (%) KR, KČ a LL v různých hloubkách setí (povrchové, 1 cm, 2 cm, 3 cm)

Tab. 9: Počet dnů potřebných k vzejití 50 % vysetých obilek

Tab. 10: Vzcházivost jednotlivých odrůd KR v různých hloubkách setí (povrchové, 1 cm, 2 cm, 3 cm)

Tab. 11: Vzcházivost jednotlivých odrůd LL v různých hloubkách setí (povrchové, 1 cm, 2 cm, 3 cm)

Tab. 12: Vzcházivost jednotlivých odrůd KR v různých hloubkách setí (povrchové, 1 cm, 2 cm, 3 cm)

Tab. 13: Vzcházivost testovaných trav na úrovni druhu v jednotlivých hloubkách setí (povrchové, 1 cm, 2 cm, 3 cm)

Tab. 14: Hmotnost nadzemní (ústřížků) a podzemní (kořenové) hmoty (g/m^2) u jednotlivých testovaných odrůd KR v závislosti na výšce seče

Tab. 15: Počet a hmotnost odnoží KR, LL na m^2 v závislosti na termínu odběru, odrůdě, procentu KR ve směsi (varianta) a výšce seče (vícefaktorová analýza rozptylu ANOVA)

Tab. 16: Počet odnoží KR (ks/m^2) ve směsích s LL (průměr ze 4 odběrů)

Tab. 17: Počet odnoží LL (ks/m^2) ve směsích s odrůdami KR (průměr ze 4 odběrů)

Tab. 18: Podíl odnoží LL v porostu při jednotlivých odběrech (%)

Tab. 19: Vliv výšky seče na počet odnoží KR

Tab. 20: Vliv výšky seče na počet odnoží jednotlivých odrůd KR (ve směsích i monokulturách)

Tab. 21: Počet odnoží MT na m^2 v monokultuře a hmotnost 1000 odnoží (g) v jednotlivých letech

Tab. 22: Vliv procentuálního zastoupení jednotlivých odrůd ve směsi na počet odnoží (ks/m^2), jejich vzájemný početní poměr a hmotnost (g)

Tab. 23: Vliv roku na počet odnoží (ks/m^2), jejich vzájemný početní poměr a hmotnost (g)

Seznam grafů

Graf 1: Dynamika klíčení obilek KR a LL v závislosti na délce máčení před stresem

Graf 2 A: Vývoj celkové klíčivosti (parametru FGP – final germination percentage) jednotlivých odrůd v závislosti na délce máčení před stresem suchem

Graf 2 B: Průměrné plochy pod křivkou klíčivosti jednotlivých odrůd (AUC – area under curve = plocha pod ideální křivkou klíčení) v závislosti na délce máčení před stresem suchem

Graf 3: Vzcházivost (%) testovaných druhů/odrůd v závislosti na hloubce výsevu

Graf 4: Dynamika vzcházení testovaných druhů/odrůd v závislosti na hloubce výsevu (cm)

Graf 5: Vzcházivost v rámci druhu z různé hloubky výsevu (cm)

Graf 6: Průměrná vzcházivost jednotlivých druhů v závislosti na hloubce setí

Graf 7: Hmotnost sušiny podzemní fytoasy (g/m^2)

Graf 8: Počet odnoží jednotlivých odrůd KR (ks/m^2) při různém % zastoupení v osivu, rozdílné výšce seče a jednotlivých, po sobě jdoucích odběrech

Graf 9: Počet odnoží LL ve směsi s KR (ks/m^2) při různém % zastoupení a rozdílné výšce seče

Graf 10: Hmotnost 1000 odnoží (g) jednotlivých odrůd KR při různém % zastoupení, rozdílné výšce seče a jednotlivých, po sobě jdoucích odběrech

Graf 11: Srovnání vývoje počtu odnoží KR a LL ve směsích 70:30 %, 90:10 % a monokultuře KR v jednotlivých odběrech

Graf 12: Srovnání vývoje počtu odnoží MT a LL ve směsích 25 %, 50 %, 75 % a monokultuře MT v jednotlivých letech

Graf 13: Srovnání vývoje počtu odnoží KR a LL ve směsích 70:30 %, 90:10 % a monokultuře KR v jednotlivých odběrech (5 odběrů)

Obrazová příloha

Obr. 1, 2: Klíčení obilek při různých teplotních režimech na Petriho miskách v klimaboxu



Obr. 1

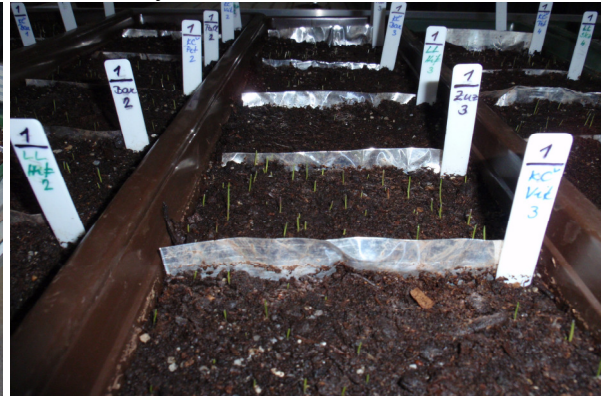


Obr. 2

Obr. 3, 4: Vzcházení semenáčků při různých hloubkách výsevu

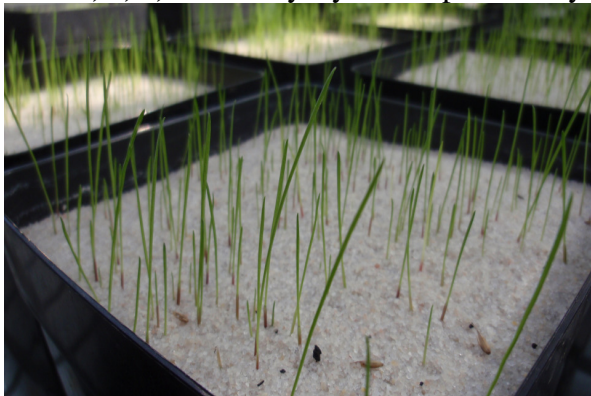


Obr. 3

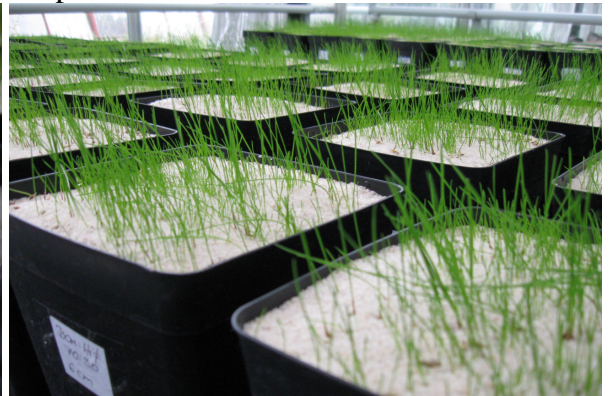


Obr. 4

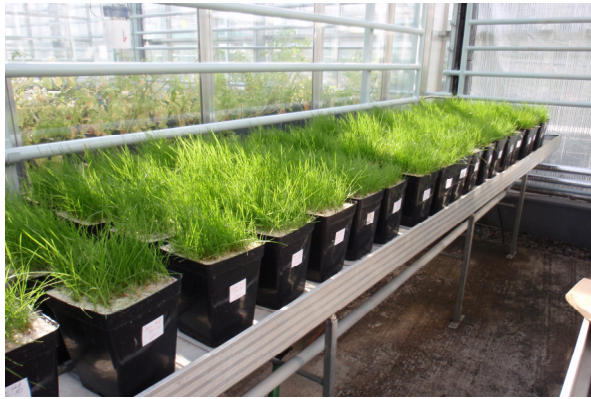
Obr. 5, 6, 7, 8: Vliv výšky seče v počátku vývinu porostu KR a LL



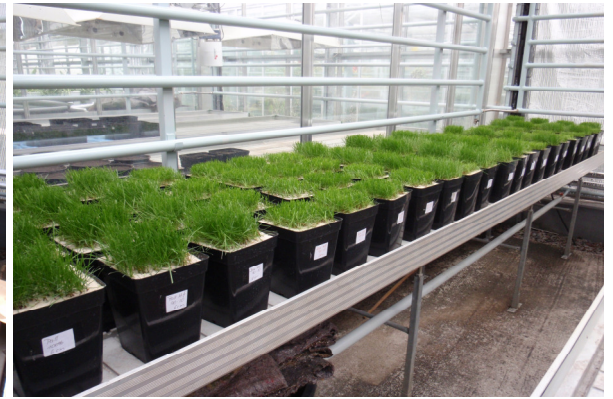
Obr 5: 5.9.2011 - 12 dnů po založení



Obr. 6: 7.9.2011 - 14 dnů po založení pokusu



Obr. 7: 18.10.2011 – 55 dnů po založení



Obr. 8: 26.10.2011 – 63 dnů po založení

Obr. 9–22: Polní pokus s košťavou rákosovitou a lipnicí luční



Obr. 9: založení pokusu – 8.6.2011



Obr. 10: porost 4.5.2012



Obr. 11: porost 30.7.2012



Obr. 12: porost 30.7.2012



Obr. 13: porost 9.10.2012



Obr. 14: porost 9.10.2012



Obr. 15 a 16: porost leden 2013 – silné napadení sněžnou světlerůžovou plísňovitou trav



Obr. 17: porost leden 2013



Obr. 18: porost 10.6.2013



Obr. 19: porost 10.6.2013
směs odrůdy Zuzana s HIFI (90:10 %)



Obr. 20: porost 10.6.2013
monokultura odrůdy Zuzana



Obr. 21: Polní pokus s metlicí trsnatou
3. rok pokusu, léto 2009



Obr. 22: Polní pokus s kostřavou rákosovitou
3. rok pokusu, léto 2013



Obr. 23: odnože testovaných odrůd kostřavy rákosovité

Přehled vlastních publikací

1. Články s IF:

Svobodová, M., Martinek, J., **Králíčková, T.**, Našinec, I., Šantrůček, J. 2013. Competition Ability of Selected Amenity Varieties of *Festuca rubra* in Mixture with *Deschampsia caespitosa*. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding 49(2): 70–76.

2. Články ve vědeckých periodikách bez IF:

Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.** 2009. Dynamika klíčení trávnickových druhů trav při vodním stresu. Vědecká příloha časopisu Úroda. 57(12): 85–88.

Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.** 2010: Allelopatické působení vybraných trávnickových druhů během klíčení. Vědecká příloha časopisu Úroda. 58(12): 525–528.

Králíčková, T., Svobodová, M., Martinek, J. 2010. Konkurenční vztahy kostřavy rákosovité a lipnice luční v počátku vývinu porostu. Vědecká příloha časopisu Úroda. 58(12): 495–498.

Svobodová, M., Martinek, J., **Králíčková, T.** 2010. Rychlost počátečního vývinu trávnickových druhů trav. Vědecká příloha časopisu Úroda. 58(12): 579–582.

Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.**, Našinec, I. 2011: Evaluation of *Deschampsia caespitosa* /L./ Beauv. competition ability in mixtures with main turfgrass species. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 59(5): 159–167.

Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.**, Šantrůček, J. 2012. Vývin metlice trsnaté v trávniku. Vědecká příloha časopisu Úroda. 60(12): 335–338.

3. Příspěvky na konferencích se světovým jednacím jazykem:

Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.** 2009. An influence of water stress in first stages of development on germinability of selected turfgrass species. Alternative functions of grassland, EGF, Brno 2009. Vol. 14. p. 410–413.

Svobodová, M., Martinek, J., **Králíčková, T.** 2010. Germination dynamics of amenity grasses under drought stress. Proceedings of 2nd European Turfgrass Society Conference, Angers Loire Valley, France. p. 219–221.

Králíčková, T., Svobodová, M., Martinek, J., Našinec, I. 2012. Competition of *Festuca arundinacea* and *Poa pratensis* during lawn establishment. Reviewed Abstracts Presented at the 3rd European Turfgrass Society Conference. 'Quality Turf and Efficient Utilization of Resources', Kristiansand, Norway, 24-26 June 2012. p. 18–19.

4. Příspěvky na konferencích – ostatní:

- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.** 2009. Vliv vodního stresu na klíčení vybraných druhů trav. Sborník příspěvků z mezinárodní konference Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2009. 4. -5. 3. 2009, VÚRV Praha Ruzyně, s. 245–248.
- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.** 2009. Vodní stres - příčina špatného vzházení trav. Sborník příspěvků z odborného semináře Trávníky 2009, Agentura Bonus, 15. 10. 2009, Hodonín, CST, s. 71–73
- Martinek, J., Svobodová, M., **Zimmermannová, T.** 2009. Hodnocení vizuálních charakteristik porostu s metlicí trsnatou. Aktuální témata v pícninářství a trávníkářství 2009. Sborník příspěvků z odborného semináře. V Praze 10. 12. 2009, ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra pícninářství a trávníkářství. s. 54–58.
- Svobodová, M., Martinek, J., **Zimmermannová, T.** 2009. Stres suchem v pokročilejších fázích klíčení a celková klíčivost osiva. Aktuální témata v pícninářství a trávníkářství 2009. Sborník příspěvků z odborného semináře. V Praze 10. 12. 2009, ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra pícninářství a trávníkářství. s. 75–78.
- Svobodová, M., **Zimmermannová, T.** Martinek, J., 2009. Vliv intenzity stresu na klíčení kostřavy červené. Aktuální témata v pícninářství a trávníkářství 2009. Sborník příspěvků z odborného semináře. V Praze 10. 12. 2009, ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra pícninářství a trávníkářství. s. 79–83.
- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.** 2009. Dynamika klíčení osiva kostřavy červené za stresových podmínek. Osivo a sadba, IX. odborný a vědecký seminář. Sborník referátů, ČZU v Praze, 2009-02-10 Praha, CST. s. 149–152.
- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.** 2010. Smělek štíhlý (*Koeleria macrantha*) – alternativní druh pro trávníkové využití. Aktuální témata v pícninářství a trávníkářství 2010. Sborník příspěvků z odborného semináře. V Praze 8. 12. 2010, ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra pícninářství a trávníkářství. s. 65–69.
- Svobodová, M., Martinek, J., **Králíčková, T.** 2010. Výskyt lipnice roční v okrasných trávnících s podílem metlice trsnaté. Aktuální témata v pícninářství a trávníkářství 2009. Sborník příspěvků z odborného semináře. V Praze 8. 12. 2010, ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra pícninářství a trávníkářství. s. 90–95.
- Králíčková, T.**, Svobodová, M., Martinek, J. 2010. Vliv hloubky výsevu na dynamiku vzházení vybraných trávníkových druhů a jejich odrůd. Aktuální témata v pícninářství a trávníkářství 2010. Sborník příspěvků z odborného semináře. V Praze 8. 12. 2010, ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra pícninářství a trávníkářství. s. 54–60.
- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.** 2011. Sres suchem a dynamika klíčení vybraných trávníkových odrůd lipnice luční. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2011 (Sborník recenzovaných příspěvků), VÚRV Praha Ruzyně, Česká Zemědělská Univerzita v Praze 9. - 10. 3. 2011, s. 246–249.
- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.** 2011. Vliv obilek kostřavy rákosovité na klíčení vybraných druhů trav. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2011 (Sborník recenzovaných příspěvků), VÚRV Praha Ruzyně, Česká Zemědělská Univerzita v Praze 9. - 10. 3. 2011, s. 238–241.

- Svobodová, M., **Králíčková, T.**, Martinek, J. 2011. Vliv výšky seče na počáteční vývin vybraných trávnickových odrůd kostřavy rákosovité. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2011 (Sborník recenzovaných příspěvků), VÚRV Praha Ruzyně, Česká Zemědělská Univerzita v Praze, 9. - 10. 3. 2011, s. 242–245.
- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková T.** 2011. Stres suchem a dynamika klíčení vybraných trávnickových odrůd kostřavy rákosovité. Osivo a sadba, X. odborný a vědecký seminář, Česká Zemědělská Univerzita v Praze 10. 2. 2011. Sborník referátů. s. 78–81.
- Svobodová, M., **Králíčková, T.**, Martinek, J. 2011. Dynamika klíčení vybraných trávnickových odrůd kostřavy rákosovité. Osivo a sadba, X. odborný a vědecký seminář, Česká Zemědělská Univerzita v Praze 10. 2. 2011. Sborník referátů. s. 100–103.
- Králíčková, T.**, Svobodová, M., Martinek, J. 2011. Vliv výšky seče na vývin vybraných trávnickových odrůd kostřavy rákosovité. Aktuální témata v pícninářství a trávnickářství 2011. Sborník příspěvků z odborného semináře. V Praze 7. 12. 2011, ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra pícninářství a trávnickářství. s. 35–39.
- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.** 2011. Mikrojetel – vhodný doplněk do trávnickových porostů. Aktuální témata v pícninářství a trávnickářství 2011. Sborník příspěvků z odborného semináře. V Praze 7. 12. 2011, ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra pícninářství a trávnickářství. s. 40–43.
- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.**, Šantrůček, J., Galajdová, Z. 2012. Růstové charakteristiky vybraných odrůd jetele plazivého v prvních vývojových fázích. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2012 (Sborník recenzovaných příspěvků), VÚRV Praha Ruzyně, Česká Zemědělská Univerzita v Praze 1. -2. 2. 2012, s. 90–93.
- Králíčková, T.**, Svobodová, M., Martinek, J. 2012. Počáteční vývin kostřavy rákosovité ve směsích. Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2012 (Sborník recenzovaných příspěvků), VÚRV Praha Ruzyně, Česká Zemědělská Univerzita v Praze 1. -2. 2. 2012, s. 189–192.
- Králíčková, T.**, Svobodová, M., Martinek, J. 2012. Kostřava rákosovitá – vhodný druh pro low-input trávničky. Aktuální témata v pícninářství a trávnickářství 2012. Sborník příspěvků z odborného semináře. V Praze 5. 12. 2012, ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra pícninářství a trávnickářství. s. 51–55.
- Martinek J., Svobodová M., **Králíčková T.**, Petráňová B. 2012. Lipnice nízká (*Poa supina* Schrad.) – alternativní trávnickový druh. Aktuální témata v pícninářství a trávnickářství 2012. Sborník příspěvků z odborného semináře. V Praze 5. 12. 2012, ČZU v Praze, FAPPZ, Katedra pícninářství a trávnickářství. s. 61–64.
- Martinek, J., **Králíčková, T.** Na tenisových kurtech Wimbledonu aneb All England Lawn Tennis Club očima českých trávnickářů. Sborník z odborného semináře Trávničky 2012, Agentura Bonus, České Budějovice 10. - 11. září 2012. s. 10–11.
- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková T.** 2013. Charakteristiky vitality osiva vybraných trávnickových odrůd kostřavy rákosovité a lipnice luční. Osivo a sadba, XI. odborný a vědecký seminář, Česká Zemědělská Univerzita v Praze 7. 2. 2013. Sborník referátů. s. 230–234.

- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.**, Šantrůček, J., 2013: Vliv růstového regulátoru Moddus na produkci fytomasy vybraných kultivarů trávnických druhů trav v podmínkách nízké světelné intenzity. Sborník příspěvků z konference Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2013, Praha 13. -14. 2. 2013, VÚRV Praha - Ruzyně, FAPPZ ČZU v Praze. s. 278–281.
- Martinek, J., Svobodová, M., **Králíčková, T.**, 2013: Vliv sucha na klíčení vybraných druhů trav. Zborník vedeckých prác Ekológia trávneho porastu, Centrum výskumu rastlinnej výroby Piešťany 2013 Banská Bystrica, 18. -20. 3. 2013. s. 157–161.

5. Příspěvky v odborných periodikách

- Svobodová, M., **Králíčková, T.**, Martinek, J. 2011. Dobré vzejití - předpoklad kvalitního trávníku. Zahradnictví 4, 2011. s. 56–57.