

Ověřená technologie produkce osiva kokrhele luštince (*Rhinanthus alectorolophus* (Scop.) Pollich)

doc. Ing. S. Hejduk, Ph.D., Ing. Jan Mládek, Ph.D.



DLF Seeds s.r.o. Hladké Životice
Univerzita Palackého Olomouc

2018

Poděkování: Ověřená technologie vznikla za finanční podpory Technologické agentury ČR v rámci řešení projektu TH01030300 „Nové technologie vegetačních úprav svahů dálničních a silničních koridorů pro zvýšení dlouhodobé efektivity zvláštní územní ochrany přírody“



Smlouva o uplatnění technologie byla podepsána s podnikem Statek Mirošov (okr. Žďár nad Sázavou) dne

Obsah

1. Úvod a potřeba technologie
2. Oblast výzkumu
3. Popis rodu kokrhel a druhu kokrhel luštinec
4. Morfologie a biologické vlastnosti kokrhelů
5. Maloplošná technologie množení osiva na lesních pasekách
6. Testování vhodnosti hostitelských rostlin
7. Zemědělské technologie množení osiva
8. Ekonomické aspekty
9. Literatura
10. Publikace autorů předcházející ověřené technologii

1. Úvod a potřeba technologie

Kokrhel luštinec (*Rhinanthus alectorolophus*), byl v minulosti považován za plevelnou rostlinu na loukách, pastvinách i v porostech obilnin, kde snižoval produkci píce, popř. zrna (Baudyš, 1941, Štrobach a Mikulka, 2017). Na území České republiky byl tento druh hojný do konce 60. let 20. století, kdy se jeho výskyt začal snižovat díky intenzivnějšímu hnojení spojenému s časnější sklizní travních porostů a dokonalejšímu čištění osiva a používání herbicidů na orné půdě.

Dnes je tento druh a další poloparazitické rostliny ceněny díky své schopnosti potlačovat agresivní druhy trav, čímž je umožněno zvýšení druhové diverzity rostlin i hmyzu a současně dochází ke snížení produkce biomasy na plochách, kde to není žádoucí (ochranářsky cenné travní porosty, okraje silnic, lesní paseky a j.).

V minulosti byl ve Velké Británii experimentálně využíván kokrhel menší, jako jediný původní zástupce rodu kokrhel v britské květeně, k podpoře druhové diverzity a snížení produktivity lučních porostů i dálničních okrajů (Westbury et al., 2006). Technologie se ovšem nerozšířila díky pomalému růstu tohoto druhu, spojenému s jeho nedostatečným uplatněním na nových místech (pomalý počáteční růst). Dalším problémem se stala omezená dostupnost a vysoká cena jeho osiva, které pocházelo výhradně z přírodních sběrů.

Bylo však zjištěno, že příbuzný druh, kokrhel luštinec, dříve běžný plevel obilných polí, je schopen snadno se uchytit ve většině typů travních porostů (Těšitel, 2015).

Cílem této publikace je představit sled technologických kroků pro úspěšnou produkci osiva kokrhele luštinice za využití zemědělských technologií. Díky použití této technologie se výrazně zvýší produkce osiva kokrhele luštinice a tím i jeho dostupnost a současně se zásadně sníží jeho cena. To umožní jeho široké využití při různých aplikacích, které dosud narážely na absenci osiva na trhu, popř. jeho neúměrně vysokou cenu.

2. Oblast výzkumu

Data, která jsou v této ověřené technologii použita, byla získána na třech lokalitách: Hladké Životice (okr. Nový Jičín), Mirošov (okr. Žďár nad Sázavou) a Valašské Klobouky (okr. Zlín).

3. Popis rodu kokrhel a druhu kokrhel luštinec

V České republice se přirozeně vyskytují čtyři druhy rodu kokrhel. Jedná se o jednoleté rostliny se zelenými listy, které parazitují pomocí kořenových haustorií, přednostně na travách. Nejběžnější je kokrhel menší (*Rhinanthus minor*), dále se v travních porostech v teplejších oblastech vyskytuje k. větší (*R. major*, syn. *R. serotinus*), dříve byl nejhojnější k. luštinec (*R. alectorolophus*) a nejméně častý je k. sličný (*R. pulcher*).

Tento druh roste bujněji než k. menší a produkuje velké množství semen, což dává dobré předpoklady pro komerční produkci osiva a velkoplošnou aplikaci technologie. Mimoto proběhly v nedávné době úspěšné experimenty, které testovaly možnost potlačení problematického expanzivního druhu třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) pomocí kokrhele luštince (Těšitel et al., 2017).

Rod kokrhel zahrnuje (podobně jako rod černýš - *Melampyrum*, všivec - *Pedicularis*, zdravínek - *Odontites* aj.) poloparazitické rostliny, které mají zelené listy, ve kterých probíhá fotosyntéza, ale které se napojují na kořeny jiných rostlin a vysávají z jejich dřevních svazků vodu, minerální živiny a určité množství organického uhlíku (Těšitel et al. 2010). Proto potřebují světlo, jako zdroj energie. Kokrhele sice dokáží přežívat i bez hostitelů, ale velikost a vitalita takových rostlin je zásadně snížena (Loydi et al., 2018). Na druhé straně hostitelská rostlina při dostatku vláhy a živin poskytuje kokrheli dostatek zdrojů, může ale kokrhel zastínit a následně potlačit (Těšitel a kol., 2015, Mudrák a Lepš, 2010). Proto jsou v přírodě kokrhele vázány spíše na málo produktivní travní porosty, kde výnos suché nadzemní biomasy dosahuje méně, než 5,0 t.ha⁻¹ (Hejcman et al., 2011). Intenzivně zemědělsky využívané porosty jsou nejčasněji sklizeny ve druhé polovině května na siláž (na počátku kvetení kokrhelů) a to je další důvod, který neumožňuje jednoletým poloparazitům se v takových porostech uplatnit bez opakovaného dosevu.

V druhově nejbohatších travních porostech v Evropě (např. Bílé Karpaty v ČR, Rumunsko, Estonsko) jsou kokrhele jejich běžnou součástí a zřejmě brání dominanci vzrůstných trav a udržují dynamický rovnovážný stav, který zajišťuje vhodné podmínky pro vzácné druhy rostlin a hmyzu. Vysoká druhová bohatost travních společenstev na malém prostoru je dána mechanismy, které umožňují rostlinným druhům společnou existenci na jednom místě tím, že blokují konkurenční vyloučení (Těšitel, 2015). Poloparazitické rostliny podporují diverzitu několika mechanismy. Jednotlivé druhy rostlin se liší v citlivosti na infekci poloparazity. Rychle rostoucí, konkurenčně silné a výběžkaté druhy bývají citlivější a poskytují lepší zdroje pro parazity (Hautier et al. 2010, Demey et al. 2014). Čím je hostitel

hojnější, tím víc zdrojů má poloparazit k dispozici a tím více poroste jeho populační hustota. To vede ke snížení populační hustoty hostitele a následně i parazita vzhledem k vyčerpání hostitelských zdrojů. Výsledkem je dynamika společenstva, kde populace vzácného druhu má šanci růst a naopak populace hojného druhu má větší pravděpodobnost poklesu, což velmi efektivně udržuje diverzitu společenstva (Wilson 2011). Dalším, důležitým mechanismem je opad poloparazitů, ze kterého se rychle uvolňuje relativně velké množství minerálních živin. Jednotlivé rostoucí druhy se značně liší ve schopnosti tyto živiny čerpat a využít (Fisher et al. 2013, Demey et al. 2013), což vede k dalšímu rozrůznění stanoviště na malé ploše. Jak již bylo uvedeno výše, kokrhel jsou jednoleté rostliny, a po jejich odumření vznikají v porostu mezery, které umožňují uchycení semenáčů dalších rostlin. Typickým následkem vysetí kokrhel do travních porostů bylo potlačení trav a podpora uchycování a růstu dvouděložných rostlin (např. Pywell et al. 2004).

4. Morfologie a biologické vlastnosti kokrhelů

Kokrhel luštinec vytváří pilovité, světle zelené listy a dorůstá výšky 15 až 90 cm. Vytváří hrozen 10 – 20 žlutých květů, které jsou silně atraktivní pro čmeláky, motýly, ale i pro včely (pravděpodobně díky velkému množství nektaru). Od podobných druhů k. menšího a k. většího se odlišuje nafouklým a chlupatým kalichem. Kvete od konce května do počátku července podle průběhu počasí, umístění lokality (nadmořská výška a expozice) a konkrétní populace rostlin. Semena v našich podmínkách dozrávají od poloviny června do poloviny července.

Kritické období během vývojového cyklu kokrhelů nastává po vzejití semenáčků v předjaří a brzy na jaře, kdy se napojují na hostitele. Pokud v této době (březen, duben) přijde období sucha a vysokých teplot, semenáčky masivně usychají. Naopak pokud je hostitelský porost příliš hustý, má dostatek vláhy i živin, rychle zakrývá povrch půdy a může dojít k zastínění kokrhelů a jejich úhynu. Jakmile se však kokrhel uchytí na kořenový systém hostitele, dokážou většinou výrazně potlačit jeho růst a tím snížit konkurenci o světlo (Cameron et al. 2008, Těšitel et al. 2015).



Obr. 1: Areál přirozeného výskytu kokrhele luštince v Evropě (Meusel et al., 1978)

Základem úspěchu introdukce kokrhelů na nová stanoviště je kvalitní osivo. Kokrhele vytváří pouze krátkodobou semennou banku v půdě a klíčivost semen se zde rychle snižuje. Nejlépe je proto použít k výsevu čerstvá, popř. rok stará semena, která si zachovávají stále ještě dobrou klíčivost.

Hustota výsevu je také velmi důležitá. Na rozdíl od většiny ostatních druhů rostlin, vyšší výsevek zvyšuje šanci na uchycení populace kokrhele a zrychluje její rozšíření na lokalitě díky vzájemnému propojení rostlin haustorii a účinnějšímu omezení konkurence o světlo (Pywell et al. 2004, Matthies, 2003). Pro druhy rodu kokrhel (*Rhinanthus*) lze za dostatečnou považovat hustotu výsevu 200-500 semen na metr čtvereční (Mudrák et al. 2014). Klíčení kokrhelů probíhá nezávisle na přítomnosti hostitele (na rozdíl od holoparazitů, jako je např. záraza – *Orobanche*). Semena vyžadují projití chladným obdobím ve vlhku, které indukce jejich klíčení. Optimální teplota se může lišit mezi populacemi, ale většinou se pohybuje okolo 4°C (Mudrák et al. 2014). Doba nutná k indukci klíčení obvykle trvá 4-10 týdnů (Těšitel, 2015). V přirozených podmínkách tak poloparaziti klíčí během pozdní zimy až časného jara, aby se mohli co nejdříve napojit na hostitele a zahájit rychlý vegetativní růst. Z toho plyne, že kokrhele je vždy potřeba vysévat na podzim, a to nejlépe do konce listopadu. Pozdní výsev, provedený během ledna je odsouzen k neúspěchu (Mudrák et al. 2014). Pozdě vysetá semena však mohou přežít v semenné bance a vyklíčit v dalším roce.

Před napojením na hostitele jsou semenáčky kokrhele extrémně citlivé k vysušení půdy. Jarní přisušky, případně suché zimy, jsou hlavní příčinou kolísání populační hustoty

poloparazitů, které je pravidelně pozorováno při dlouhodobém monitorování populací (Ameloot et al. 2006). Jak před napojením, tak i v první fázi po napojení na hostitele jsou semenáčky velmi citlivé i na zastínění (Těšitel et al. 2011), které může být způsobeno buď vrstvou stařiny na povrchu půdy, nebo okolními, rychle rostoucími rostlinami. Z tohoto důvodu může být podíl uchycených rostlin v produktivních lučních porostech nízký. Uchycení semenáčků lze výrazně podpořit odstraněním stařiny před podzimním výsevem nebo je vhodné porost bezprostředně po výsevu přepást zvířaty, což zrychlí mineralizaci stařiny a semena se rychle dostanou do kontaktu s méně vysychavou minerální vrstvou půdy.

S ohledem na jednoletost kokrhelů a nutnost jejich generativního rozmnožování, je potřeba, aby rostliny měly možnost vykvést a vytvořit semena. Příliš časný termín seče dokáže populaci kokrhelů zcela zlikvidovat. Sečení je proto nutno posunout na konec června popř. až polovinu července podle místních podmínek a průběhu počasí v konkrétním roce. Zaznamenali jsme rozdíly v době dozrávání mezi ročníky na stejném stanovišti až tři týdny. Pokud chceme udržet populaci kokrhelů na stanovišti, je nejvhodnější sklídit píci na seno, neboť semena během sušení dozrají a při manipulaci vypadají na povrch půdy, odkud vyklíčí na jaře příštího roku.

Bylo však zjištěno, že pokud dojde k seči či mírnému přepasení na počátku května při výšce rostlin přibližně 100 mm (a výšce strniště alespoň 60 mm), jsou kokrhele schopny regenerovat z bočních (axilárních) pupenů a poskytnout standardní produkci semen.

5. Maloplošná technologie produkce osiva na lesních pasekách

Vzhledem k nedostatku osiva na trhu bylo nutno osivo kokrhelů pro pokusy s množением nasbírat na přírodních populacích v Bílých Karpatech. Jako vhodný hostitel se ukázala třtina křovištní, která vytváří polykormy vzájemně propojených odnoží, které poskytují kokrhelům dobrý zdroj živin. Byly využity lesní paseky, na kterých se třtina vyskytuje jako dominantní druh. Před výsevem je nutno odstranit stařinu z povrchu půdy hráběmi nebo branami, aby se vysetá semena kokrhelů dostala na povrch minerální půdy. Tento zásah byl značně náročný vzhledem k omezené možnosti využití mechanizace (obtížná dostupnost, přítomnost klestu a pařezů). Velikost výsevu byla zvolena 500 semen na 1 m². Výsev probíhal ručně v průběhu října v letech 2014 až 2016. Kokrhele se na třtině na jaře rychle vyvíjely a výrazně potlačovaly svého hostitele. Plochu bylo nutno oplotit proti okusu srnčí zvěří (obr. 2). Během kvetení byl zaznamenán masivní výskyt čmeláků, kteří se slétali z širokého okolí a zajistili dobré opylení. Před plným dozráním porostu (v období červenání

nažek) byl porost posečen křovinořezem a následně převezen k vyschnutí a dozrání semen. Tato fáze proběhla na betonové podlaze pod střechou, kde proudil čerstvý vzduch (obr. 3). Po vyschnutí rostlin byla semena vyšlapána a přírodní osivo s velkým podílem nečistot bylo hrubě předčištěno pro omezení objemu před následným převozem na čistící stanici.



Obr. 2: Zakládání množitelských porostů kokrhele na lesních pasekách zarostlých třtinou křovištní (foto J. Mládek)



Obr. 3: Dosoušení rostlin kokrhele sklizených na lesních pasekách před ručním výmlatem osiva (foto J. Mládek)

Tato technologie je velmi náročná na ruční práci a tím i nákladná a navíc při sečení a manipulaci s rostlinami dochází ke značným ztrátám osiva. Přesto se tímto způsobem podařilo sklídit 46 kg osiva v roce 2016 a 60 kg v roce 2017. Toto osivo bylo základním zdrojem pro založení porostů na zemědělské půdě. Vedlejším efektem této technologie je eliminace výskytu třtiny, která představuje nebezpečnou buřň na pasekách, která silně potlačuje růst vysazených stromků i přirozený nálet semenáčků z okolí a prodlužuje tak období zajištění kultur.

6. Testování vhodnosti hostitelů pro zemědělskou produkci

Vzhledem k vysoké pracnosti a omezené produkci osiva na lesních pasekách bylo rozhodnuto o nutnosti pěstování osiva kokrhelů na zemědělské půdě. Prvním krokem bylo testování vhodnosti hostitelských rostlin pro velkovýrobní technologii produkce osiva kokrhelů.

Dne 26.8. 2015 byl v Hladkých Životicích vyšetý maloparcelní pokus, kde bylo testováno 9 travních druhů a 4 druhy jetelovin.

Jejich seznam a použité výsevní množství je uvedeno v následující tabulce:

Tab. 1: Seznam druhů použitých pro testování hostitelských rostlin pro kokrhele

Pořadové číslo	Druh, specifikace	Výsevek (g.m ⁻²)
1.	Kostřava červená dl. výběžkatá (<i>Festuca rubra ssp. rubra</i>)	2,5
2.	Jílek vytrvalý, pícní tetraploidní (<i>Lolium perenne</i>)	2,5
3.	Lipnice luční, pícní (<i>Poa pratensis</i>)	2,0
4.	Jetel plazivý (<i>Trifolium repens</i>)	1,0
5.	Úročník bolhoj (<i>Anthylis vulneraria</i>)	2,0
6.	Jetel švédský (<i>Trifolium hybridum</i>)	2,0
7.	Štírovník růžkatý (<i>Lotus corniculatus</i>)	1,5
8.	Kostřava rákosovitá, trávníkový typ (<i>Festuca arundinacea</i>)	3,5
9.	Chrastice rákosovitá (<i>Phalaris arundinacea</i>)	2,0
10.	Psárka luční (<i>Alopecurus pratensis</i>)	2,5
11.	Ovsík vyvýšený (<i>Arrhenatherum elatius</i>)	3,5
12.	Sveřep bezbranný (<i>Bromus inermis</i>)	4,0
13	<i>xFestulolium braunii</i> cv. Perseus	3,5

Pokus byl založen ve třech opakováních a velikost parcel byla 4 m² (4 x 1 m). V důsledku výrazného sucha, které bylo v orniční vrstvě ukončeno až říjnovými dešti, vzcházely porosty pomalu a nevyrovnaně. V listopadu 2015 bylo povrchově přiseto osivo kokrhele luštince, k. většího a k. menšího výsevkem 500 semen na 1 m² v pruzích širokých 1

m přes všechny parcely (čtvrtina plochy parcel zůstala bez přesevu kokrhely) – viz. obr. 4 a 6. Stav porostů hostitelů v době výsevu kokrhelů nebyl uspokojivý (řidký, mezerovitý). Na jaře byly porosty silně zaplevelené (kokoška pastuší tobolka, hluchavka nachová, peníze rolní) a proto bylo přistoupeno k osečení porostů na počátku května a k jejich pohnojení dusíkatým hnojivem Ureastabil v dávce 70 kg N.ha^{-1} . Podíl plevelů v porostech se těmito zásahy podařilo výrazně redukovat a poškozené rostliny kokrhelů regenerovaly z bočních (axilárních) pupenů a ve druhé polovině května bohatě kvetly (stejně jako nepoškozené rostliny, které v době sečení nedosahovaly výšky 60 mm). Jako nejvhodnější hostitelské druhy z hlediska zápoje kokrhelů se projeví ty, které měly nejrychlejší vývin po výsevu (jílek vytrvalý, *Festulolium pabulare* a kostřava rákosovitá). Z jetelovin se jako jediný potenciálně vhodný druh ukázal štirovník růžkatý. V polovině června byly kokrhele v plném květu (obr. 6). Rostliny kokrhelů byly následně ručně sklizeny dne 28.6.2016. Rostliny byly po vyschnutí v papírových sáčcích zváženy, ručně vymláčeny a osivo po vyčištění zváženo. Produkce osiva kokrhelů podle druhů hostitelů je uvedena na obr. 7.

Na základě takto získaných výsledků byly pro zemědělskou technologii použity kostřava rákosovitá a jílek vytrvalý.



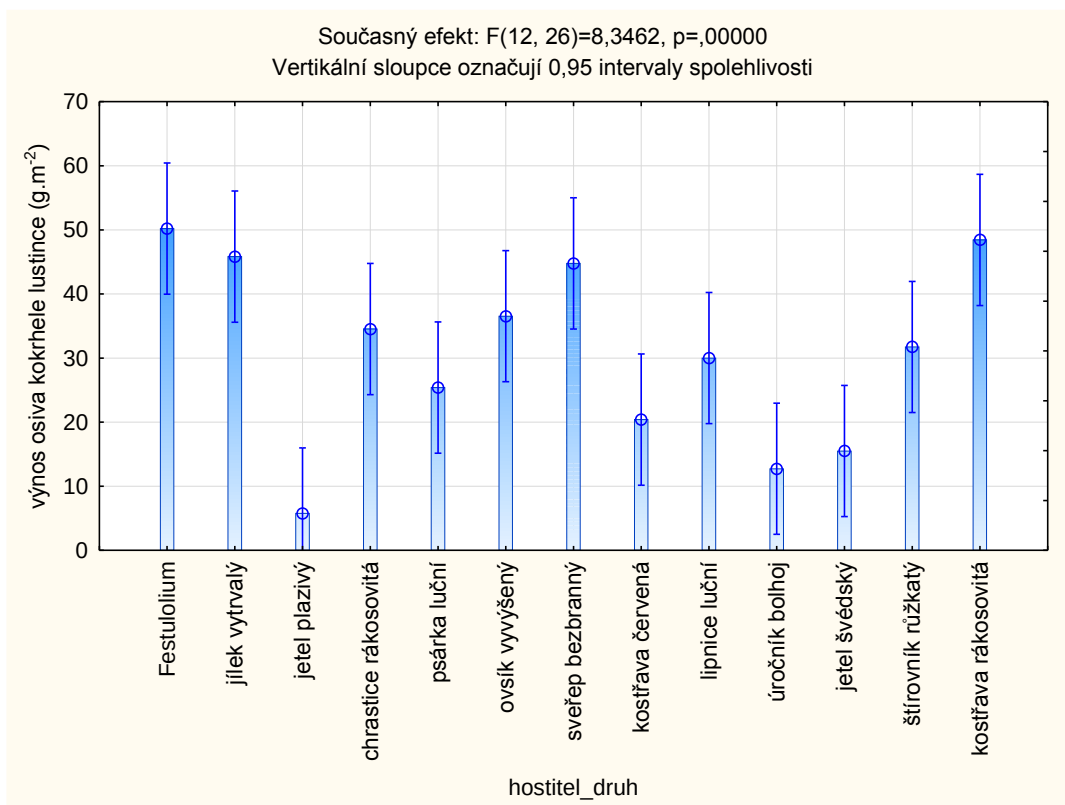
Obr. 4: Výsev kokrhele šterbinovým secím strojem na malých plochách (foto J. Mládek)



Obr. 5: Vzcházení kokrhele menšího v kostravě červené (foto S. Hejduk)



Obr. 6: Experiment se živnými rostlinami kokrhelů (Hladké Životice 15.6.2016) (foto S. Hejduk)



Obr. 7: Produkce osiva kokrhele luštince na vybraných hostitelských druzích

7. Zemědělské technologie množení osiva

První množitelský porost kokrhele luštince byl založen s předstihem před zahájením projektu na podzim 2014 výsevem do trvalého travního porostu s dominancí medýňku vlnatého a psárky luční. Osivo kokrhele bylo vyseto rozmetadlem průmyslových hnojiv (Bogballe M2 W base, záběr 6 m), v dávce $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na plochu 0,3 ha po předchozím vyvláčení stařiny. Na jaře byl porost přihnojen dusíkem v dávce $40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ a rostliny kokrhele se rychle vyvíjely a dosáhly průměrné pokryvnosti 15 – 20%. Plocha nebyla oplocena, a v období kvetení byly rostliny kokrhele silně poškozeny okusem srnčí zvěří, která si je v porostu přednostně vybírá a okusuje květenství a znemožňuje tím obnovu rostlin v dalším roce (obr. 8). Na menších plochách může dojít ke snížení produkce semen o více než 95% (Hejduk, nepublikováno). Poškozený porost byl sklizen ručně (vytrháváním jednotlivých zbylých rostlin do papírových pytlů) a celková sklizeň osiva z této plochy dosáhla pouze 1,5 kg. Po této zkušenosti byly všechny semenářské porosty kokrhele oplocovány. V dalších letech se produkce osiva kokrhele z této plochy zvýšila na 14 a 23 kg.

Relativně nízké výnosy z tohoto lučního porostu byly způsobeny obracením řádku po seči bubnovou žací lištou, při kterém došlo k vypadání velkého podílu semen.



Obr. 8: Fatální poškození rostliny kokrhele okusem srnčí zvěří v době kvetení na neoplocené ploše (Mirošov, 23.6.2015) (foto S. Hejduk)



Obr. 9: Oplocená množitelská plocha kokrhele luštince v době kvetení založená na trvalém travním porostu v Mirošově (15.6.2017) (foto S. Hejduk)

Počátkem září 2016 byl založen množitelský porost výsevem hostitelských rostlin jílku vytrvalého cv. Jaran (0,6 ha) a kostřavy rákosovité cv. Kontiky (0,4 ha) na statku Mirošov, okr. Žďár nad Sázavou. Výsevek obou travních druhů byl $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Předplodinou byla lupina úzkolistá, pozemek nebyl zaplevelený. Díky suchu vzcházely trávy opožděně a nevyrovnaně až po deštích počátkem října. Trávy byly vysety do řádků s roztečí 150 mm secím strojem Horsch Pronto 3DC, kokrhel luštinec byl přiset v dávce $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ rozmetadlem v listopadu. Na jaře byl porost přihnojen dvěma dávkami dusíku, každá ve formě ledku amonného s vápencem v dávce 40 kg/ha v každé aplikaci.

Na podzim 2017 byl využit stejný pozemek pro opakovanou produkci osiva kokrhelů. Díky značnému výdrolu, ke kterému došlo při dvoufázové sklizni kokrhelů, nebylo nutno kokrhel znovu dosévat. Ačkoliv byly trávy kokrhelem poněkud oslabeny, byl porost dostatečně hustý a projevil se jako dobrý hostitel i v tomto roce.



Obr. 10: Výsev kokrhele luštince do staršího semenářského porostu jílku vytrvalého (Hladké Životice, 27.10.2016) (foto S. Hejduk)

Na podzim v roce 2016 byl pro množení kokrhele luštince využit semenářský porost jílku vytrvalého v Hladkých Životicích (0,5 ha, Skřivánčí). Nevýhodou bylo, že porost byl poměrně hustý (jednalo se o trávnikovou odrůdu) a kokrhel byl pod větším konkurenčním tlakem v období vzcházení, což se projevilo mnohem nižším počtem kvetoucích rostlin na

jaře. Porost kokrhele byl založen výsevem secím strojem Amazone o záběru 3 m s hrotovým výsevním ústrojím, kde byly vyřazeny z činnosti rotační brány (obr. 10). Výhodou tohoto stroje je rovnoměrnost výsevu, přesnější nastavení výsevku a umístění semen na povrch půdy.

Monitoring a ošetřování množitelských porostů

Během procesu množení kokrhelů existuje několik kritických období, kdy je třeba porosty průběžně kontrolovat a v případě potřeby zasáhnout. První období je na podzim, kdy je třeba zkontrolovat rovnoměrnost vzejití a hustotu hostitelských trav. V případě slabších porostů a po horších předplodinách (obilniny) je vhodné ještě na podzim přihnojit dusíkem (30 - 40 kg/ha). Další kritické období se objevuje na jaře v období vzcházení kokrhelů. Bohužel, nejrizikovější faktor - sucho není možno ve většině případů eliminovat závlahou. Musíme být proto v případě výrazného sucha (jižní Morava) připraveni na slabý výnos osiva kokrhelů. V případě oslabeného porostu hostitelské trávy je vhodné pro regeneraci po zimě aplikovat dusík v ledkové formě v dávce 40 kg/ha. V případě zaplevelení jednoletými plevy nelze použít herbicidy (kokrhele jsou na ně velmi citlivé). Jediné možné opatření je osečení porostu na vyšší strniště (min. 80 mm) na konci dubna až na začátku května.

Další dávka dusíku může (ve stejné dávce) podle situace následovat na počátku května. Kokrhele netrpí chorobami ani škůdci s výjimkou srnčí zvěře. Z hlediska ochrany kvetoucích rostlin kokrhele proti okusu je třeba před začátkem kvetení (obvykle polovina května) oplotit množitelskou plochu. Nejrychlejší a nejlevnější řešení je využití střešních latí v rozestupu 4 m, na které je sponkami připevněna plastová síť, která se využívá pro balení lisované píce (siláž nebo seno). Výška oplocení by měla být min. 1,6 m. Doba trvání oplocení je c. 6 týdnů (do sklizně porostů). V případě neoplocení menších pozemků (pod 1 ha) hrozí riziko snížení výnosů v důsledku okusu.

Sklizeň

Vzhledem k nerovnoměrnému kvetení a dozrávání rostlin kokrhelů se osvědčila dvoufázová sklizeň. Pro sečení volíme fázi, kdy se tobolky kokrhele zbarvují do fialova (obr. 11). Porost je posečen diskovým žacíím strojem na výšku strniště 60 až 80 mm a po třech dnech až týdnu (dle průběhu počasí) lze porost mlátit sklizení mlátičkou se sběracím ústrojím. Neosvědčilo se sečení bubnovou sekačkou, která neumožňuje proschnutí hmoty bez jejího obrácení. Každá manipulace s posečenou hmotou (obracení řádků) je doprovázena masivním vypadáváním semen a ztrátami více než 50%. V roce 2018 jsme sklídili porost kokrhele luštěnce v jílku vytrvalém sklízecí mlátičkou napřímo, neboť porost dozrál o dva týdny dříve

než v předchozím roce a hrozilo vypadání semen (semena v tobolkách po zatřesení chrastí). Tato technologie je rychlejší (odpadá operace samostatného sečení a následného zavadání), ale dochází při ní k částečnému vypadání semen z přezrálých tobolek kokrhele a na druhé straně část semen není zralá a nelze je při mláčení separovat.

Je třeba zmínit, že při využití hostitele jílku vytrvalého sklízíme již v prvním roce osivo obou druhů (jílku i kokrhele), což výrazně zvyšuje objem a hmotnost přírodního osiva. U kostřavy rákosovité vyseté na podzim dochází ke produkci osiva až po druhém přezimování.



Obr. 11: Fenofáze kokrhele, kdy nastává optimální doba pro posečení porostu pro dvoufázovou sklizeň, Mirošov 8.7.2016 (foto S. Hejduk)

Pro zjištění potenciálního výnosu a výše ztrát byly dne 19.6.2018 odebrány vzorky porostů z kostřavy rákosovité i z jílku vytrvalého. Z každého druhu hostitele byly odebrány čtyři vzorky (opakování) o ploše 1 m² (obr. 12). Mimo produkce osiva byla hodnocena i výška trav a rostlin kokrhele. Výsledky jsou uvedeny v tab. 2:

Tab. 2: Parametry semenářských porostů kokrhele luštince při použití dvou hostitelů: jílku vytrvalého a kostřavy rákosovité (odlišná písmena za hodnotami v rámci řádku ukazují statisticky významnou odlišnost mezi druhy hostitelů), druhý užitkový rok

Parametr	Hostitel	
	jílek vytrvalý	kostřava rákosovitá
Výška hostitele (cm)	63,1 ^a	91,9 ^b
Výška kokrhele (cm)	49,1 ^a	64,2 ^b
Výnos osiva (kg.ha ⁻¹)	400 ^a	322 ^a
HTS kokrhele	3,3 ^a	3,42 ^a



Obr. 12: Odběr vzorků z množitelského porostu kokrhele s jílkem vytrvalým (Mirošov, 19.6.2018) – v pozadí později dozrávající porost v kostřavě rákosovité (foto S. Hejduk)



Obr. 13: Dvoufázová sklizeň semenářského porostu kokrhele maloparcelkovou sklízecí mlátičkou s hostitelem kostřavou rákosovitou (Mirošov, 7.7.2017) (foto S. Hejduk)



Obr. 14: Využití výkonné mlátičky se sběracím ústrojím na posečeném porostu bez předchozího obracení řádků (Mirošov 9.7.2018) (foto S. Hejduk)

Posklizňové ošetření přírodního osiva

I při dvoufázové sklizni a ideálním počasí (sucho a teplo), je třeba přírodní osivo do 30 minut po výmlatu převézt na rošty, kde je provětráváno neupraveným vzduchem. Dochází tím k chlazení a dosoušení semen. U přírodního osiva, které zůstalo delší dobu na hromadě či v pytlích, hrozí jeho zapaření, které je spojeno s poklesem či ztrátou klíčivosti. Při přímé sklizni je sklizené přírodní osivo výrazně vlhčí, než při dvoufázové sklizni a mnohem déle trvá jeho dosoušení. To je spojeno s vyššími náklady na elektrickou energii spotřebovanou na pohon ventilátorů, nutností pravidelné a dlouhodobé kontroly teploty osiva a zvyšuje se riziko zaplísnění míst, kde je proudění vzduchu omezeno. Pokud sklízíme osivo z menších ploch, je možno ho rozprostřít na zastřešenou betonovou plochu a pravidelně ho přehazovat. Dosoušení na skladovací vlhkost probíhá minimálně 1 – 2 týdny.



Obr. 15: Přírodní osivo kokrhele získané ze sklízecí mlátičky s příměsí úlomků stonků a obilek hostitelských trav (foto S. Hejduk)



Obr. 16: Provětrávání přírodního osiva kokrhele na roštech po sklizni - bezprostředně po dovozu z pozemku před rozprostřením na rošty (foto S. Hejduk)

Čištění osiva

Vzhledem k variabilní velikosti semen (resp. HTS) v jednotlivých letech (průběh počasí, vitalita hostitele) je třeba nastavit síta i rychlost proudění vzduchu podle aktuální situace. Lze využít standardní čistící stroje vybavené síty s kulatými otvory. Výtěžnost přírodního osiva se liší podle seřízení sklízecí mlátičky a zaplevelení porostu a pohybuje se od 5 do 70% hmotnosti (objemový úbytek je mnohem větší). Vhodným seřízením čistících strojů lze oddělit osivo kokrhelů od trav a toto znovu použít pro zakládání dalších množitelských porostů nebo pro jiné účely.



Obr. 17: Čištění osiva kokrhelů na čistící stanici firmy DLF Seeds s.r.o. v Hladkých Životicích (kulatá síta a separace jemných nečistot proudem vzduchu) foto S. Hejduk



Obr. 18: Odstraňování obilí trav na trieru (foto S. Hejduk)

Skladování osiva kokrhelů

Osivo kokrhelů ztrácí poměrně rychle klíčivost a nemělo by se při pokojové teplotě skladovat déle než 1,5 roku od sklizně. Ideální je osivo sklizené v červnu či červenci vyset stejný rok v říjnu či listopadu. Pokud si potřebujeme udělat rezervu na neúrodné roky, je vhodné osivo dobře vysušit (obsah vody pod 10%) a uskladnit v plastových neprodyšných pytlích

v chladících či mrazících boxech při teplotě 0 až – 18°C. Před jeho prodejem či použitím je vhodné otestovat klíčivost (nutná je chladová stratifikace).



Obr. 19: Vyčištěné osivo kokrhele luštince připravené k výsevu (foto S. Hejduk)

Tab. 3: Balance osiva kokrhele luštince vyprodukovaného v průběhu projektu

Lokalita	Rok sklizně	hostitel	Plocha (ha)	Sklizeň (kg)
Valašské Klobouky	2015	třtina křovištní	0,3	27
Valašské Klobouky	2016	třtina křovištní	0,3	46
Valašské Klobouky	2017	třtina křovištní	0,5	60
Mirošov	2015	louka	0,3	1,5
Mirošov	2016	louka	0,3	14
Mirošov	2017	louka	0,3	23
Hladké Životice	2017	jílek vytrvalý	0,5	80
Mirošov	2017	jílek v.+kostřava r.	1,0	150
Mirošov	2018	jílek v.+kostřava r.	1,0	245

8. Ekonomické aspekty

Dosavadní výsledky naznačují, že na 1 ha zemědělské půdy by bylo možné ročně vyprodukovat zhruba 100 – 300 kg osiva kokrhele luštince. To při současných cenách přípravy půdy, sklizně a čištění dává předpoklady, že realizační cena osiva kokrhele by se mohla dostat na úroveň 250,- Kč za 1 kg, tedy o málo výše než ceny kulturních trav a jetelovin. Cenu může snížit pravidelný odběr většího množství osiva.

Osivo nabízené na internetu pochází ze sběrů v přírodě a jeho cena se pohybuje od 250 – 600 EUR za 1 kg (při kurzu z prosince 2018 je to 6.400 až 15.400 Kč). Z těchto údajů je patrné, že tato technologie umožňuje revoluční snížení ceny osiva a tím i mnohem širší využití poloparazitů v ochraně přírody i v dalších oblastech. Zemědělská technologie produkce osiva současně chrání zbytky přírodních populací před nadměrným sběrem.



Obr. 20: Semenářský porost kokrhele v plném květu, Mirošov 14.6.2017 (foto S. Hejduk)

9. Použitá literatura

- Baudyš E. (1941): Plevel a jejich hubení. Zemský odbor Spolku českých zemědělských inženýrů v Brně, Brno (str. 177)
- Demey A., Staelens J., Baeten L., Boeckx P., Hermy M., Kattge J., & Verheyen K. (2013): Nutrient input from hemiparasitic litter favors plant species with a fast-growth strategy. – Plant Soil.
- Fisher J. P., Phoenix G. K., Childs D. Z., Press M. C., Smith S. W., Pilkington M. G., & Cameron D. D. (2013): Parasitic plant litter input: a novel indirect mechanism influencing plant community structure. – New Phytol.
- Matthies, D., 2003, Positive and negative interactions among individuals of a root of hemiparasite. Plant biology. 5:79-84
- Meusel, H. et al., (1978): Vergleichende Chorologie der zentraleuropaischen Flora. Band II. G. Fischer, Jena, 421 pp.
- Mudrák O. & Lepš J. (2010): Interactions of the Hemiparasitic Species *Rhinanthus minor* with its Host Plant Community at Two Nutrient Levels. – Folia Geobot. 45: 407–424.
- Pywell R. F., Bullock J. M., Walker K. J., Coulson S. J., Gregory S. J., & Stevenson M. J. (2004): Facilitating grassland diversification using the hemiparasitic plant *Rhinanthus minor*. – J. Appl. Ecol. 41: 880–887
- Štrobach J. & Mikulka J. (2017): Kokrhel luštinec - plevel v jarních obilninách. <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/kokrhel-lustinec-plevel-v-jarnich-obilninach>
- Těšitel J., Těšitelová T., Fisher J. P., Lepš J., & Cameron D. D. (2015): Integrating ecology and physiology of root-hemiparasitic interaction: interactive effects of abiotic resources shape the interplay between parasitism and autotrophy. – New Phytol.
- Těšitel J. 2015. Využití poloparazitických rostlin při obnově a managementu travinných společenstev. Zprávy České Botanické Společnosti, Materiály 26: 51–61.
- Těšitel J, Mládek J, Horník J, Těšitelová T, Adamec V, Tichý L. 2017. Suppressing competitive dominants and community restoration with native parasitic plants using the hemiparasitic *Rhinanthus alectorolophus* and the dominant grass *Calamagrostis epigejos*. Journal of Applied Ecology.
- Westbury D. B., Davies A., Woodcock BA, & Dunnett N. (2006): Seeds of change: The value of using *Rhinanthus minor* in grassland restoration. – J. Veg. Sci.
- Wilson J. B. (2011): The twelve theories of co-existence in plant communities: the doubtful, the important and the unexplored. – J. Veg. Sci. 22: 184–195.

10. Publikace autorů předcházející ověřené technologii

Kuras T., Hejduk S., Hula V., Niedobová J., Šíkula T., Těšitel J. & Mládek J. (2015): Dálnice – zelená páteř krajiny? *Ochrana přírody* 5: 32–35.

Mládek J., Těšitel J. & Hejduk S. (2016): Jak může s údržbou travníků podél dálnic pomoci kokrhel. (leták)

Mládek J. (2017): Jednou plevelem, podruhé na výsluní aneb příběh kokrhele. *Veronica* 31 (2): 23–25

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

Suchomelová J., Mládek J., Kuras T., Hejduk S., Hula V. & Šíkula T. (2016): Transformace současného ozelenění okrajů dálnic. *Silniční obzor* 77 (9): 247–252.

Těšitel J., Mládek J., Fajmon K., Blažek P. & Mudrák O. (2018): Reversing expansion of *Calamagrostis epigejos* in a grassland biodiversity hotspot: hemiparasitic *Rhinanthus major* does a better job than increased mowing intensity. *Applied Vegetation Science* 21: 104–112



Obr. 21: Detailní pohled na semena kokrhele luštince (foto V. Hula)