

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



Biologie a regulace laskavce ohnutého (*Amaranthus retroflexus* L.)

Bakalářská práce

Autor práce: Ing. Karel Hašek, DiS.

Obor studia: Rostlinná produkce

Vedoucí práce: Ing. Pavel Hamouz, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Biologie a regulace laskavce ohnutého (*Amaranthus retroflexus* L.)" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17.4. 2019

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval panu Ing. Pavlu Hamouzovi, Ph.D., který byl mým vedoucím práce, za konzultace práce a věcné připomínky. V neposlední řadě děkuji rodině za podporu.

Biologie a regulace laskavce ohnutého

Souhrn:

Laskavec ohnutý je plevel s vysokou produkcí semen s dlouhou dobou dormance, může tak zaplevelit pole, sady či vinice v krátkém časovém úseku. Tento plevel je celosvětově rozšířený. V půdě vytváří mohutný kořen. Jednotlivé rostliny mohou produkovat až 500000 semen, která postupně dozrávají. Semena klíčí až pozdě na jaře při teplotách vzduchu okolo 20°C. Klíčení je ovlivněno tvrdým osemením. Vychází etapovitě, nejdříve klíčí semena uložená v půdě do 2 cm hloubky. Jeho potlačení spočívá ve správné volbě osevního postupu, ve kterém dochází ke střídání plodin. V rámci osevního postupu je vhodné zařazovat pěstování širokořádkých plodin jednou za 4 roky. V rámci nechemických opatření lze použít plečkování, proorávky naslepo nebo vláčení. V plodinách po provedení provláčení dochází k podpoře jeho klíčení a růstu a dalším provláčením k jeho poškození a útlumu. Samotná regulace pomocí herbicidů spočívá v časně aplikaci v počátcích růstu tohoto plevele. V případě opoždění regulačního zásahu může být odstranění tohoto plevele problematické a stává se, že kvůli zvýšené zásobě semen v půdě dojde ke zvýšenému zaplevelení následných plodin v několika následujících letech. Jako nejúčinnější herbicidy se jeví přípravky obsahující účinné látky aclonifen, bentazone, rimsulfuron, metribuzin, S-metolachlor, pendimethalin, imazamox a thifensulfuron-methyl. Prvořadým krokem je zabránění dozrání laskavce a vysemenění na půdu, a tedy vytvoření zásoby semen na několik let. Je tedy důležité zaměřit se na včasné potlačení těchto plevelů, které se již na poli vyskytují celoplošně.

Klíčová slova: laskavec ohnutý, klíčivost, dormance, rezistence, druhotné zaplevelení, střídání plodin

Biology and management of *Amaranthus retroflexus* L.

Summary

The Redroot pigweed is a weed with a high seed production with a long dormancy, so orchards, fields, or vineyards can be infested in a short period of time. This weed is widespread worldwide. It creates a massive root in the soil. Individual plants can produce up to 500000 seeds, which gradually ripen. The Seeds germinate until late in spring at temperatures of 20 °C. It germinates to multiple stages. Germination is influenced by hard seed coat. First, the seeds germinate in the soil up to 2 cm deep. Its suppression is based on the right choice of crop rotation with limited growing of root crops. In the framework of non-chemical measures can be used machine weeding, blind plowing or harrowing. In the crops after the implementation of the harrowing, it is supported by germination and growth, and by the other to the damage and attenuation. The herbicide control itself consists of early treatment at the beginning of the growth of this weed. In the case of delayed control, the removal of this weed can be problematic, and because of the increased seed bank in the soil, weed infestation in subsequent crops will occur over the next few years. The most effective herbicides are acifluorfen, bentazone, rimsulfuron, S-metolachlor, pendimethalin, metribuzin, imazamox, thifensulfuron-methyl. A paramount step is to prevent the maturation of seeds and dissemination on the soil, and thus the creation of seed bank for several years. It is therefore important to focus on the early suppression of these weeds, which are already present in the field

Keywords: redroot pigweed, germination, dormancy, resistance, secondary weed infestation, crop rotation

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl práce	8
3. Literární rešerše	9
3.1 Popis a diagnostika	9
3.2 Původ, rozšíření, požadavky na stanoviště	10
3.3 Význam laskavce	11
3.4 Produkce semen a jejich vlastnosti	12
3.4.1. Dormance	13
3.4.2 Termín vzcházení, klíčivost laskavce	14
3.5 Růst, konkurenční schopnost, škodlivost	18
3.6 Metody regulace	20
3.6.1 Nepřímé metody regulace	20
3.6.2 Přímé nechemické metody regulace	21
3.6.3 Biologická regulace	21
3.6.4 Chemická regulace	21
3.6.5 Rezistence vůči herbicidům	24
4. Závěr:	26
5. Seznam použité literatury:	27
6. Příloha	33

1. Úvod

Laskavec ohnutý se stává v současné době jednou z velmi významných plevelných rostlin vyskytujících se na našich polích. Patří do čeledi laskavcovitých. Mezi nejznámější zástupce tohoto rodu patří: laskavec ohnutý, (*Amaranthus retroflexus* L.), laskavec zelenoklasý (*Amaranthus Powellii*), laskavec bílý (*Amaranthus albus*), laskavec hrubozel (*A. lividus*), laskavec žmindovitý (*A. blitoides*). Samotný výskyt tohoto plevele začíná na souvrati, odkud se pak dále šíří na celé pole. Vlivem oteplování došlo k introdukci tohoto plevele na našem území a stává se jedním velkým problémem. Nebezpečnost je v počtu produkováných semen rostlinou a v postupném vzcházení po dobu několika let, kdy jsou semena uložena v deponii v půdě a při vhodných podmínkách klíčí. Laskavec je velmi silným konkurentem ostatních druhů rostlin a potlačuje jejich růst. Při zaplevelení polí tímto plevelem dochází ke snížení výnosu pěstovaných plodin, také z důvodů jeho vyšší potřeby dusíku, který odčerpává z půdy. Laskavec ohnutý má schopnost vytvořit velké množství semen, která jsou schopná klíčit ve velkém rozmezí teplot a vláhových podmínek, od klíčení na povrchu půdy, po klíčení z deponie v půdě. Je schopný na optimální podmínky vyčkat a vyklíčit i několik let po uvolnění z mateřské rostliny. Je velice plátsický na klimatické podmínky a umí reagovat na použité herbicidy vytvořením rezistentních generací. Tato práce se zabývá laskavcem ohnutým pro jeho silné negativní vlastnosti a snaží se shrnout informace o jeho možné regulaci.

2. Cíl práce

Cílem bude analýza biologických vlastností laskavce ohnutého, které mají podstatný vliv na uplatnění tohoto druhu v porostech polních plodin při používání současných metod agrotechniky. Dále budou navrženy preventivní i přímé způsoby jeho regulace.

3. Literární rešerše

3.1 Popis a diagnostika

Laskavec ohnutý patří mezi jednoleté pozdní jarní plevely. Z čeledi laskavcovitých je nejrozšířenějším druhem na území ČR. (Jursík et al. 2018). Laskavec ohnutý vzchází na jaře, ale i během léta, jeho hypokotyl je válcovitý karmínově červený, lysý, čepele děložních listů jsou kopinaté 8-12 mm dlouhé, 2-3 mm široké, na vrcholu tupé nebo tupě špičaté, u báze klínovité, na líci hnědozelené, na rubu červenofialové. Střední žilka na líci slabě zřetelná. Řapíky zpočátku krátké, později dosahují až ½ délky čepele, Právě listy jsou střídavé a epikotyl je velmi krátký, hustě chlupatý (Hamouz & Hamouzová 2015). Čepel je na líci olivově zelená, na rubu intenzivně karmínově fialová, v průběhu růstu rostliny se zabarvení vytrácí. S postupným růstem se další právě listy zvětšují, jsou široce vejčité, na vrcholu rovněž s drobným vykrojením, na krajích slabě zkadeřené. Pozdější listy bývají kosníkovitě vejčité, 5-10cm dlouhé (Jursík et al. 2018). V půdě vytváří mohutný hluboký kůlový kořen, lodyha je 10-200 cm vysoká, zelenavá až červenavá, přímá, zpravidla nevětvená, hustě krátce plstnatá. Střídavě postavené listy jsou na dlouhých huňatých řapících, jsou vejčité, na okrajích zvlňené a k oběma koncům zúžené, dlouhé 2,5-15cm. Drobné jednodomé kvítky tvoří lichoklas s krátkými postranními větévkami světle zelené barvy. Kvete od července do října (Mikulka 2014). Květenství je šedavě zelené, v době zralosti až světle hnědé nebo načervenalé. Drobné květy s nenápadným suchomázdřítým okvětím jsou vybaveny pichlavými listenci. Variabilita druhu je značná (Mikulka 2014). Rod laskavec zahrnuje jednoleté rostliny, s poléhavými nebo přímými stonky, které mohou dosáhnout výšky 2 m. Různé morfologické typy rostlin laskavce byly popsány podle jejich fyziologie výšky, velikosti a tvaru květenství, dnů do zralosti, velikosti semen a barvy. Rostliny amarantaceae jsou charakterizovány anomálním sekundárním zahuštěním lodyhy ve které je přítomen floém v sekundárním xylému. Informace o morfologii kořenů a prostorové distribuci v půdě, jakož i její reakce na dostupnost živin a vody, mají prvořadý význam pro pěstování rostlin a zlepšování jejich výnosů (Paredes-Lopez 1994).

Zástupci příbuzných druhů:

Laskavec zelenoklasý

Laskavci ohnutému je nejvíce podobný. Lodyha je však mírně ochlupená, listy jsou v rané fázi světlejší. Bývá vyšší v době zralosti. Květenstvím jsou štíhlé, dlouhé, světle zelené, většinou nerozvětvené lichoklasy. Tento druh je původem z Kordiller.

Laskavec hrubozel

Tento zástupce je méně častý na polích. Vyskytuje se především v zahradách, pařeništích atd. Je drobnější, listy mívají na koncích výrazně vykrojenou čepel.

Laskavec bílý

Roste především na ruderalních stanovištích, větví se od spodu, je nižší s eliptickými, kopist'ovitými listy, často bývá plevelem cukrové řepy a kukuřice. Na našem území se vyskytuje od 19. století.

Laskavec žmindovitý

Rostliny s poléhavými lodyhami, listy se světlým lemem, nevýrazné květenství v úžlabí listů, semena jsou oproti jiným druhům výrazně větší. V ČR se vyskytuje v nejteplejších oblastech.

3.2 Původ, rozšíření, požadavky na stanoviště

Amaranthus je rod tropického původu, ale široce rozšířený po celém světě, včetně oblastí mírného pásma. Asi 50 druhů je původem z Ameriky a dalších 15 lze nalézt v Evropě, Asii, Africe a Austrálii. Patří mezi nejvýznamnější plevele světa (Holm et al. 1997). Rozšířil se především s pěstováním kukuřice. Mikulka (2014) uvádí rozšíření laskavce v celém severním pásu světa. Qin et al. (2018) ve své práci zmiňují počáteční zjištění výskytu, zavlečení laskavce na území Číny na začátku 20. století a vývoj v jeho introdukci na tomto území, kde se v budoucnu stal problémem a jedním z významných plevelů, který se dokázal aklimatizovat na dané podmínky a rozšířit více západně. V současnosti je zamořen i jihozápad Číny a podnikají se patřičné kroky k zamezení šíření tohoto plevele. Qin et al. (2018). Za jeho

introdukci do Evropy a rozšíření vděčíme švédskému přírodovědci a zakladateli moderní systematiky a taxonomie K. Linnému, který jako první získal vzorky semen tohoto druhu a následně je rozeslal mnoha botanickým zahradám, odkud se laskavec úspěšně rozšířil na zemědělskou půdu. Na území ČR byl poprvé diagnostikován na počátku 19. století (Pyšek et al. 2002). Roste hojně v teplých oblastech, ale stále více se rozširuje i do chladných oblastí (Mikulka 2014). Laskavec ohnutý (i jeho příbuzné druhy) je výrazně teplobytný a Laskavec patří do skupiny velmi konkurence schopných plevelů a to zejména po vytvoření velkého křulového kořene. Roste na hlinitých, teplejších, živinami bohatých půdách, zvláště na dusík. Snáší i zasolené půdy, různou půdní reakci, nevadí mu ani exhaláty. Vyskytuje se na rumišťích, skládkách, železničních nádražích, v přístavech, podél vodních toků, cest i na orné půdě. (Jursík et al. 2018). Dostupnost půdního dusíku (N) je obecně považována za hlavní hnací sílu úspěšné kolonizace mnoha druhů invazních druhů rostlin a to i laskavce (Karimmojeni et al. 2014).

3.3 Význam laskavce

. Jeho druhy silně zaplevelují pole a utlačují pěstované kulturní rostliny. Svým výskytem velmi snižují produkci a zásobují pole semeny na několik let (Mikulka 2014). Mladé rostliny laskavce mohou svými exsudáty změnit mikrobiální prostředí, pH půdy a tedy ovlivnit rozmanitost rostlinného zastoupení (Wang et al. 2018). Kromě negativních vlastností má i své pozitivní stránky. Rod *Amaranthus* zahrnuje také rostliny konzumované jako potraviny a využívané v populární medicíně. Laskavec obsahuje minerály a vitamíny, hlavně B, C, E, a nenasycené mastné kyseliny včetně vzácného squalenu. Podporuje růst svaloviny, pomáhá při regeneraci a látkové výměně, přítomna je i vláknina. Laskavec neobsahuje lepek, a tak může tvořit součást moučných směsí pro bezlepkovou dietu, spolu s rýží, kukuřicí, jahly, event. s pohankou (Šáchová 2008). Je možné laskavec použít i v kuchyni. Mladé rostliny jsou ke konzumaci vhodné pouze před květem, pak jsou tvrdé, škrábavé a nepoživatelné. V jarních měsících je z nich vynikající salát. Je třeba je kombinovat s dalšími výhonky nebo tradiční salátovou zeleninou, jako je listový či ledový salát, rajčata, okurky. Dobré jsou v kombinaci s mrkví, ředkvemi a jakoukoli další oblíbenou zeleninou. Hodí se do studených salátů z vařených brambor, luštěnin nebo těstovin. Výhonky brzy stárnou, ale i pak nacházejí ještě

nějakou dobu uplatnění v teplé kuchyni. Mohou se spařovat, dusit nebo na poslední chvíli přidávat do polévek. Jsou známé i kulturní druhy, které jsou ceněné jako alternativní zrniny.

3.4 Produkce semen a jejich vlastnosti

Semena laskavce ohnutého jsou hnědočerná až černá, lesklá, čočkovitého tvaru, velikosti 1-1,2mm. Rozmnožuje se pouze semeny. Plodem jsou drobné, elipsoidní jednosemenné tobolky. Jedna rostlina může vytvořit běžně až 500000 semen. Proto patří tento druh k plevelům s nejvyšší reprodukční schopností. Produkce semen je závislá na dostatku živin a prostoru, přičemž velké rostliny mohou vytvořit až 2 miliony semen (Costea et al. 2004). Z toho vyplývá, že i při mírném zaplevelení může v půdě vzniknout dostatečná zásoba semen tohoto plevelu, který může v následujících letech postupně vzcházet a významně zaplevelovat zvláště porosty okopanin. Ovlivnit reprodukční schopnosti laskavce mohou plodiny, které se později vysévají či sází, zvláště kukuřice a řepa nebo brambory. U těchto plodin bývá produkce semen výrazně vyšší. U brzkých výsevů je produkce semen laskavce výrazně nižší. Laskavec je typickým představitelem postupného dozrávání semen. Po dozrání semena vypadávají na povrch půdy. Semena se mohou šířit i endozoochorně. Část jich projde trávicím traktem bez poškození.

Životnost semen, která jsou v půdě je okolo 10let, je však závislá na biologické aktivitě půdy (Mikulka 2014). Znalosti o vlivu hloubky uložení a doby trvání uložení na životaschopnost osiva shromáždil ve své práci (Korres et al. 2018), kde popisoval i perzistenci v půdě u dalších druhů laskavců a to *Amaranthus palmeri* (S. Watson), *Amaranthus tuberculatus* (Moq.). Perzistence semen v půdě patří do základních vlastností životaschopnosti plevelů. Oba dva druhy se vyznačují velkou plodností, a tudíž mají vysoký potenciál doplňování semen do půdní zásoby. Semena obou druhů sebraná na pěti různých místech po celých Spojených státech byla zkoumána v sedmi státech (lokality) s různými půdními a klimatickými podmínkami. Semena byla umístěna ve dvou hloubkách

(0 a 15 cm) po dobu 3 let. Každý rok byla získána semena a bylo vyhodnoceno poškození semen (deformace, poškození), ztráty (zhoršené klíčení, nevyklíčená semena) a samotná

životaschopnost. Větší poškození semen, ztráta klíčivosti *A. palmeri* a *A. tuberculatus* byla zaznamenána u partií testovaných v Illinois (51,3% a 51,8%) následovaných Tennessee (40,5% a 45,1%) a Missouri (39,2% a 42%). Rozdíly byly způsobeny vyšším obsahem vody v půdě v daných lokalitách. Zatímco procento životaschopných semen získaných po 36 měsících na povrchu půdy se pohybovalo od 4,1% do 4,3% ve srovnání s 5% až 5,3% v hloubce 15 cm pro *A. palmeri* a *A. tuberculatus*. Ztráta životaschopnosti semen byla větší u semen umístěných na povrchu půdy ve srovnání se semeny deponovanými v hloubce 15 cm. Větší vliv na životaschopnost semen měly podmínky uložení, časově a místně specifické půdní podmínky, více než geografická poloha. Z výše uvedených poznatků vyplývá, že k omezení výskytu obou druhů by přispělo snížení rozptylu semen a zavedení metod zpracování půdy, které přispívají ke zvýšení odstranění semen z povrchu půdy (Korres et al 2018).

3.4.1. Dormance

Tvrdé osemení způsobuje dormanci semen po dozrání. Při neporušení osemení je dormance velmi silná a dochází k jejímu porušení až v půdě (Blumrich 1992). Studie Karimmojeni et al. (2014) ukazuje na možnost ovlivnění klíčení, dormance v rámci působení stresových faktorů a to sucha, nedostatku dusíku. Poukazují na časový odstup od dozrání semen a následného klíčení. Rostlina vystavená stresu vytvoří méně semen, která ale rychleji dozrají. A ty čekají na vhodné podmínky ke klíčení a tím pádem jich více vzchází. Pro dozrání je nutné, aby semena ležela v půdě po nějakou dobu a to několik měsíců. Chladová stratifikace jako ošetření má významný vliv na stimulaci klíčení. Cílem další studie bylo zjistit vliv různých metod na změnu klíčivosti laskavce ohnutého. Byl také hodnocen vliv hloubky výsevu semen na vzcházení a růst plevelů. Klíčivost semen laskavce ohnutého byla významně zvýšena ve všech ošetřeních. Semena byla vystavena teplotě 5 °C po dobu 12 dnů. Ošetření měla odlišný vliv na střední dobu klíčení, dynamiku klíčení semen a délku klíčících rostlin. Použití nízkých teplot a chladové stratifikace urychlují proces klíčení a zvyšují procento klíčení. Přesné informace o těchto vlastnostech umožňují studovat, lépe regulovat tento problémový plevel. Výsledky této studie obecně ukazují, že semena, na které po dobu 18 měsíců působila teplota 6 °C, měla nejvyšší procento klíčivosti (Enayati et al. 2019).

Ačkoliv účinky chladové stratifikace na uvolňování fyziologického dormance u semen byly rozsáhle studovány, znalosti o úloze obsahu půdní vlhkosti v uvolňování semen během

ochlazování jsou omezené. Ve studii Hu et al. (2018) byly stanoveny charakteristiky dormance semen a vliv obsahu půdní vlhkosti na rozpad semen během chladové stratifikace u pěti běžných druhů plevelů. Obsah půdní vlhkosti měl významný vliv na klíčení semen. Procento klíčení laskavce ohnutého, se zvýšilo a pak se snížilo, jak se obsah vlhkosti v půdě zvýšil, bez ohledu na teplotu klíčení. Optimální obsah vlhkosti v půdě a vlhkost semen pro porušení dormance laskavce ohnutého, byly 8%-12%, Suché skladování (po zrání) významně zvýšilo klíčivost. Tyto výsledky naznačují, že údaje o obsahu vlhkosti v půdě by měly být zapracovány do modelů, které předpovídají rozpad semen plevelů a načasování vzejití semenáčků, jakož i regulace plevelů.

3.4.2 Termín vzházení, klíčivost laskavce

Laskavec má striktní podmínky pro klíčení a to sumu teplot. V polních podmínkách dochází k prvnímu vzházení v 2. polovině dubna, nutno ale podotknout, že je vše závislé na teplotě půdy. Hlavní vlna vzházení nastává v průběhu května. V průběhu léta vzházivost klesá a v září přestává vzházet. Z praxe většina semen vzejde do 5 let od vysemenění. (Mikulka 2014). Peters et al. (2015) prokázali, že v rámci změny klimatu dochází ke změně doby klíčení plevelných rostlin a tedy nutnosti změny přístupu k jejich potlačení. Tepelné výkyvy půdy mohou snížit požadavky na teplo potřebné pro klíčení tohoto plevele. Byly provedeny pokusy na laskavcích (*Amaranthus retroflexus L.*), aby se zjistilo, zda klíčivost je ovlivněna dobou setí semen a podmínkami. Semena byla sbírána na stejném poli (Sicílie, jižní Itálie) v květnu, červenci a říjnu; každá šarže byla skladována v suchu od 15 do 400 dnů po sklizni (DAH) a podrobena zkouškám klíčivosti od 15 do 40 °C, a to jak v kontinuální tmě (D), tak v režimu střídavého světla (L) / tmy (D). U tří šarží, skladovaných přes 15 DAH, byla odezva na teplotní a světelný režim silně ovlivněna dobou sklizně. Semena sklizená v květnu, negativně ovlivněná L / D, vykazovala vysokou schopnost klíčení (> 80%) při 95 DAH od 25 do 40 ° C. Semena sklizená v červenci měla výhodu rovnodennosti, vyžadovala alespoň 170 DAH k dosažení 80% klíčivosti. Semena, která byla sklizená v říjnu, klíčila mezi 300 a 400 DAH. Při střídání světelných podmínek Tyto výsledky dokazují, že klíčivost semen laskavce není závislá jen na ročním období, ve kterém se semena produkují ale je způsobena jak podmínkami prostředí, dozráváním semen na mateřské rostlině a jejich uvolněním do půdy (Cristaudo et al. 2014).

3.4.2.2 Teploty pro klíčení laskavce

Tento plevel vyžaduje poměrně vysoké teploty na klíčení a to minimálně 10°C optimální klíčivost je u teploty 20°C. Po dosažení teploty 45°C dochází k zastavení klíčivosti. Existuje velmi úzký vztah mezi klíčivostí, teplotou vzcházením laskavce. Jedná se o tzv. dvoufázové vzcházení. Laskavec nejlépe vzchází z povrchu půdy nebo max. do hloubky 2 cm, pokud je teplota nižší vzchází lépe laskavec ve tmě, po vyrovnání teplot okolo 25°C je ho vzcháživost stejná jak na světle, tak i ve tmě. Jak uvádějí ve své práci Cristaudo et al. (2014) výsledek ukázal, že vyšší klíčivost semen laskavce byla u rostlin, kde docházelo ke střídání teplot 32°C a 8 °C po 6h působení těchto teplot oproti působení stejných teplot, ale po kratší dobu a to 3+3 h. Pokud se teploty často mění v krátkých časových intervalech, laskavec ohnutý méně klíčí. Klíčení laskavců je silně ovlivněno dobou dozrávání semen a délkou doby dormance, která hraje zásadní vliv na prodlužování doby klíčení. Což vede ke zvýšení pravděpodobnosti přežití semenáčku. Při zvýšení teploty z 20°C na 35°C dochází k vyklíčení 70-100% semen (Cristaudo et al. 2007). Schonbeck (1980) ve své práci zkoumal vliv teploty, vodního potenciálu, koncentrace etylenu a oxidu uhličitého v atmosféře, světla a iontů dusičnanů na klíčivost laskavce ohnutého. Semena se uchovávala v suchu při teplotě -20 °C a testovala se 2 roky po sklizni při teplotě 35 °C (12 až 25% z celkového objemu semen) a při teplotě 39,5 °C (40 až 65% z celkového počtu semen), jen malé množství 0 až 2% z celkového počtu semen laskavce se testovalo při teplotě 30 °C a nižší. Klíčení při 35 °C bylo zastaveno vodním potenciálem pod -4 bary. Semena uchovávaná při teplotě 24 až 28°C, byla skladována Po skladování při této teplotě po dobu 4 let vykazovala semena 38% klíčivost při 14 °C, 40% při vodním potenciálu -8 barů 35 °C a a více než 90% semen laskavce klíčilo v optimálních podmínkách.

3.4.2.3 Vliv chemických látek na dormanci a klíčivost semen laskavce ohnutého

Karimmojeni et al. (2013) zkoumali vliv zásobního dusíku v půdě a stresu ze sucha na dormanci semen a klíčivost laskavce ohnutého. Terénní experiment byl proveden se čtyřmi potenciálními hladinami dostupnosti půdní vody (-2, -6, -8 a -10 bar) a třemi hladinami

dusíku (0, 100 a 200 kg /ha). Klíčivost semen byla měřena ve třech různých časech (1 měsíc, 6 měsíců a 1 rok po sklizni). Výsledky ukázaly, že stres sucha měl pozitivní vliv na změnu dormance semen. Semena laskavce, která se nechala klíčit 6 měsíců po sklizni laskavce, se vyvíjela pod silným vodním stresem vykazovala nejvyšší procento klíčení a rychlost klíčení. Výsledky získané z této studie ukázaly, že aplikace 100 kg / ha dusíku během vývoje semen zvyšuje klíčivost laskavce, zatímco aplikace 200 kg / ha dusíku vede k podpoře dormance. Kromě toho, aplikace dusíku 100 kg / ha v terénu spolu s úpravou 200 ppm kyseliny giberelinové během dozrávání po výsevu vykazovala nejvyšší klíčivost a klíčivost semen po 6 měsících sklizně. Podobně, ethephon, ethylen, 1-aminocyklopropan-1-karboxylová kyselina (ACC) a giberelinová kyselina (GA3) vyvolává uvolnění dormance. Stimulační účinek NO (oxid dusný), ACC a GA3 na klíčivost byl spojen se zvýšenou produkcí etylenu před vyklíčením. Pohlčovač oxidu dusnatého (cPTIO) antagonizoval stimulační účinek GA3, etheponu a ACC na klíčení semen, což ukazuje, že přítomnost endogenního NO je nutná pro uvolnění dormance těmito sloučeninami. Tento pohlčovač inhiboval jak klíčivost, tak produkci etylenu stimulací NO a GA3. Inhibitor vázání etylenu na jeho receptor, 2,5-norbornadien (NBD) antagonizoval příznivý účinek etylenu a NO, což naznačuje, že působení etylenu je nezbytné pro vznik odezvy semen na tyto plyny. Inhibitor ACC synthasy, aminoethoxyvinylglycin (AVG) a inhibitor ACC oxidázy, kyselina α -amino-isomáselná (AIB), posílily účinek NBD na klíčení semen předem ošetřených NO. Indukce klíčení spících semen NO, ethephonem nebo GA3 byla spojena se zahájením buněčného cyklu před vyklíčením. Presentovaná data ukazují, že NO s etylenem a GA3 pomáhají uvolnit dormanci u semen laskavce ohnutého. (Kępczyński & Karessen 2017). Velmi malé procento, méně než 10%, semen laskavce ohnutého bylo naklíčeno ve 25 ° C ve světle, a proto byla semena považována za primárně dormantní. Oxid dusnatý (NO) aplikovaný pouze 5 hodin stimuloval klíčení těchto fyziologicky dormantních semen. Tak, že nejvyšší procento klíčivosti (92%), rychlost klíčení (29,18 semen) a nejnižší průměrná doba klíčení (4,2 dne) byly získány v semenech, na kterých byla provedena ošetření oxidem dusnatým. (Enayati et al. 2019).

V další práci Enayati et al.(2019) prokázal významný účinek 2% roztoku KNO₃ na klíčení laskavce.

Eagley (1989) studoval účinky etylenu na klíčení semen laskavce ohnutého. V laboratorních testech se semeny v uzavřených nádobách ve tmě a při použití 10 μ l / L etylenu se zvýšila klíčivost semen laskavců ohnutých ze 7% na 52% a to při teplotě 30 ° C. Pro zřetelnou stimulaci klíčení bylo nutné nejméně 12 hodin expozice etylenem. Ve své práci studoval růstové schopnosti laskavců v uzavřeném prostoru s přesně daným počtem semen.

Do nádoby byl vstříkován etylen v množství 11 kg / ha. Nádoby byly uzavřeny a vloženy do plastových obalů po dobu 24 hodin. Jedna taková injekce ve 2 týdnech po vysetí a následné injekce ve 2, 3 a 4 týdnech významně zvýšily vznik sazenic laskavců ohnutých a výrazně snížily počet spících, životaschopných semen zbývajících v půdě. Eagley (1989) ve své práci popisuje lokalitu Stoneville, kde v roce 1981 v listopadu byla semena laskavce zasetá do hloubky 5 cm, s aplikací dusičnanu draselného (200 kg / ha) bez použití dalšího hnojiva. Semena byla v následujících dvou letech naklíčena za tmy a testována na reakce na etylen, teplotu, světlo a oxid uhličitý. Během prvního přezimování zvýšily dusičnany ztrátu primární dormance a zvýšily citlivost semen na teplotu, světlo a etylen. Ztráta dormance dosáhla maxima ve stáří 25 až 30 týdnů (začátek léta). Z vyšetření získaných semen vyplynulo, že přibližně 80% neošetřených semen a 98% semen ošetřených dusičnany naklíčilo na místě během období maximální ztráty dormance. Po uplynutí jedné periody přezimování zůstalo asi 20% původní populace uložených semen v neudržované půdě spící. A v nahnojené variantě 2% zůstaly 2% dormantní. Po druhém přezimování byly procenta dormantních semen, které zůstaly v neošetřené nebo ošetřené půdě, pouze 1–2%. Dusičnany snížily dormanci a zvýšily klíčivost počátkem léta po prvním přezimování. Bez ohledu na ošetření, zbývajících 1-2% semen v půdě po druhém roce mělo nízkou citlivost na podněty klíčení (etylen, teplota, světlo) a představovalo dlouhodobou část původní zásoby semen (Egley 1989). Látka redukující NO (oxid dusnatý) c PTIO je antagonistou stimulačního efektu GA 3 (kyseliny giberelinové, ethylénu a sekundárního klíčení semen, což naznačuje, že přítomnost výše uvedeného oxidu dusnatého je zapotřebí pro uvolnění látek vedoucích ke klíčení semen. Tato látka inhibovala jak klíčení, tak produkci etylenu stimulovaného NO, kyselinou giberelinovou. Výsledky poukazují na vzájemnou provázanost NO, etylenu, kyseliny giberelinové na regulaci dormance (Kepczynski et al. 2017). Etylen (1 až 100 ppm) nebo světlo zvyšují klíčivost při teplotě 30 °C bez ohledu na stupně následného dozrávání, ačkoliv účinek etylenu byl nejvýraznější u semen, které nebyly odebrány. Etylen v množství 100 ppm, způsobil u těchto semen 40% klíčivost ve srovnání s 1% u kontrol. Ani oxid uhličitý (0,001 až 4,5% hmotn./obj.), ani rozpuštěný dusičnan draselný (0,02 až 0,2% hmotn./obj.) neovlivnily klíčivost. (Schonbeck 1980).

3.4.2.4 Vliv herbicidů na klíčení klíčivost

Herbicidy mají dlouhodobé účinky na vegetativní části a reprodukci rostlin; nicméně, přenosové účinky herbicidů na F1 generaci invazivních rostlin zůstávají nejasné. Cílem práce bylo zjistit klíčivost a růst F1 generace laskavce ohnutého, jejíž rodičovské rostliny byly ošetřeny subletálními dávkami herbicidů. Výsledky ukázaly, že atrazin nebo tribenuron-methyl měly přenosové účinky na F1 generaci laskavce ohnutého. Expozice atrazinu nebo tribenuron-methyl během vegetativních a reprodukčních období významně inhibovala klíčivost a růst generace F1; nižší subletální dávka atrazinu nebo tribenuron-methyl neoslabila inhibiční klíčení nebo růst generace F1. Výsledky naznačují, že ačkoliv herbicidy mají inhibiční účinek, který invazivní rostliny přenáší na F1 generaci, mohou mít závažnější přenosový účinek na nativní rostliny a způsobit změny ve složení druhů plevelů a diverzitě plevelů (Qi et al. 2017).

3.4.2.5 Vliv hloubky na vzcházení laskavce

Nejvyšší vzcháživost byla zaznamenána, když byla semena vyseta v hloubce 1 až 4 cm a pohybovala se od 55,6 do 67,9%. S nárůstem hloubky výsevu se procento vzcházení snížilo, ale jedna čtvrtina klíčících rostlin vzešla z hloubky 7 cm a jedna pětina dokonce z hloubky 9 cm. Délka rostlin a čerstvá hmotnost byly větší při nižších hloubkách výsevu. Počet rostlin laskavce ohnutého v 1-5 cm nebyl významně ovlivněn hloubkou výsevu, nicméně délka rostlin a čerstvá hmotnost byla větší v hloubce 5 cm než v 1 cm. (Ravlić et al. 2015). V podmínkách České republiky byla vzcháživost laskavce ohnutého prokázána do hloubky 4 cm, ale u lehčích půd (Mikulka 2014).

3.5 Růst, konkurenční schopnost, škodlivost

Efektivní růst a lepší využití vody je u laskavce ohnutého způsobeno C4 metabolismem. Jak již bylo zmíněno, je velmi významným plevellem okopanin, sadů, vinic. Při nižší hustotě porostu se laskavec větví. V případě vyššího počtu rostlin tvoří nevětvený stonek. Nadzemní hmota a počet vytvořených semen je u laskavce nepřímo úměrná hustotě

jeho populace. Čím vyšší zaplevelení jest, tím je tvořeno méně nadzemní hmoty a semen. Rostliny laskavce ohnutého vzešlé později mají nižší konkurenční schopnost, než rostliny, které vzešly před vzejitím pěstované plodiny (Mikulka 2014).

Rostlinné výtažky prokazují inhibiční účinek na klíčení semen kukuřice v Petriho misce. V rámci pokusů bylo prokázáno, že rezidua ze suchých rostlin laskavce, brání klíčení kukuřice ve větším rozsahu a také negativně působí na vzrůst rostlin a jejich celkovou hmotnost (Szabó et al. 2018).

Konstantinovic et al. (2014) testovali vliv extraktu z nadzemních částí laskavce ohnutého na klíčení a růst kukuřice. Extrakt v nízkých koncentracích 25 g l⁻¹ a 50 g l⁻¹ měl inhibiční účinek na růst délky kukuřičných hypokotylů, přičemž neměl žádný statisticky významný vliv na epikotily ve všech koncentracích, s výjimkou koncentrace extraktu 100 g l⁻¹, pro který byl zaznamenán statisticky významný účinek na růst. V dalším kroku sledovali vliv extraktu z podzemní části laskavce ohnutého, který měl inhibiční účinek na růst kukuřičných epikotylů ve všech koncentracích, zatímco neměl žádný vliv na růst hypokotylu u žádné z testovaných koncentrací.

Heidari et al. (2007) ve své práci popisuje, že při vyklíčení laskavců v řepě do 30 dnů po jejím vyklíčení dochází ke snížení výnosu kořene cukrovky a tedy i cukru. Laskavce v této fázi růstu výrazně ovlivňují obsah jednotlivých prvků a sloučenin v půdě. Řešením by mohlo být použití odrůd řepy s větším nárůstem biomasy po vyklíčení. To by vedlo ke snížení nákladů herbicidní ochrany (Heidari et al. 2007).

V přírodě se vyskytují původní rostliny a invazivní rostliny. Rozdíl panuje u schopnosti invazivních rostlin zareagovat na změnu prostředí fyziologickým nastavením. Ve své práci Wang et al. (2018) srovnává dva zástupce nejběžnějších laskavců a jejich vzájemnou konkurenci. Kromě laskavce ohnutého se na poli vyskytuje i laskavec zelenoklasý. Laskavec zelenoklasý je rostlina, která oproti laskavci ohnutému je vyšší a tudíž může lépe využívat fotosyntézu a má větší olistění. Při pozorování bylo zjištěno, že při použití roztoku o pH 5,6 zvětšily rostliny plochu listu. A při aplikování roztoku o pH 4,5 došlo k výraznému zvýšení specifické listové plochy. Kyselé prostředí ovlivňuje hormonálním účinkem růst rostlin.

U těchto dvou druhů bylo také sledováno, jak poloha listů ovlivňuje různé fyziologické vlastnosti obou druhů. Poloha listu na stonku silně ovlivnila optické vlastnosti listů. Odrazivost a propustnost byly obecně nižší u listů laskavce ohnutého ve vyšších polohách na stonku, s výjimkou odrazivosti u 730 nm. Listy ve vyšších patrech rostliny více fotosyntetizují a laskavec zelenoklasý rychleji zamoří pole (Ma et al. 2018).

Amini et al. (2014) ve své práci sledovali konkurenceschopnost kultivarů červených fazolí a laskavce ohnutého. Byly použity tři kultivary červených fazolí a pět hustot laskavce ohnutého (0, 4, 8, 16 a 32 rostlin m²). Laskavec ohnutý měl vyšší hustotu populace a rychlost růstu, ale nižší index listové plochy (LAI), než červené fazole a to u všech sledovaných hustot setí. Vyšší hustoty laskavce ohnutého zvýšily LAI a GR (růstový potenciál), ale snížily výnos fazolí. Odrůdy Sayyad a D81083 měly nejvyšší a nejnižší LAI a GR konkurenci s laskavcem ohnutým. Laskavec je jedním z velmi významných plevelů i při pěstování bavlníku, kde vytváří značné problémy. Laskavec je vyšší a tenčí a dokáže pokrýt velikou plochu a potlačovat bavlník. Při hustotě 0,2 až 0,33 rostliny laskavce na m² se výnos bavlníku může snížit až o 50%. Počet semen vyprodukovaných se pohybuje okolo 626 tisíc, pro tyto jeho vlastnosti je nutné zvolit vhodný způsob ochrany (Xiaoyan et al. 2015).

3.6 Metody regulace

3.6.1 Nepřímé metody regulace

S ohledem na vysokou reprodukční schopnost laskavce je třeba předcházet jeho vysemenění, jak v porostech plodin, tak i na přilehlých plochách, které by se mohly stát zdrojem zaplevelení pro ornou půdu. Většina orné půdy, na které se pěstují širokořádkové plodiny, je silně zaplevelena. V půdě tak zůstává velká zásoba semen laskavce. Pro odstranění půdní zásoby je potřeba zvolit správně osevní postup a střídát plodiny s větším odstupem pěstování okopanin a zeleniny. I při použití účinné regulace bude chvíli trvat, než zaplevelení ustoupí (Jursík et al. 2018). U statkových hnojiv by měla být zajištěna dostatečná fermentace. Při správném uložení hnoje působí na semena plevelů negativně dlouhodobější vlhkost, amoniakální roztoky, vyšší teploty, organické kyseliny, metan a vyšší hladina CO₂. Část semen je přímo narušována působením mikroorganismů. Po 6 měsících zrání hnoje klesá podíl živých semen až o 2/3, přičemž ve 4. až 6. měsíci se rozloží podstatně více semen než na začátku procesu zrání (Winkler et al. 2018).

3.6.2 Přímé nechemické metody regulace

Jedná se o slepé proorávky hrůbků brambor, vláčení pomocí bran, plečkování speciálními plečkami v kukuřici a řepě (Kasal 2017). Využití manuální likvidace ze souvrátí je nerentabilní a špatně proveditelné. V rámci pozdějšího vzházení nebývá laskavec často potlačen agrotechnickými zásahy. V porostech, který byl provláčen, dochází k podpoře jeho klíčení a růstu. Dalším provláčením dochází k jeho poškození a útlumu (Mikulka 2014).

3.6.3 Biologická regulace

Biologická regulace laskavce ohnutého není dosud v praxi běžně uplatňována. Existují však určité možnosti, které by mohly být v budoucnu využity. Např. Ma et al. (2018) ve své práci poukazují na silnou účinnost etanolového výtažku z mýdelníku pravého a to jeho listů na zpomalení růstu laskavce ohnutého a to mezi 47,6 a 62,05%, při použití výtažku z listů o koncentraci 40g/l. Srovnatelnou účinnost mělo použití přírodního herbicidu kyseliny pelargonové o koncentraci 4g/l.

3.6.4 Chemická regulace

Optimální doba aplikace herbicidů na potlačení laskavce je jeho vývojová fáze mezi 2-4 pravými listy (Kepczynski et al. 2017).

3.6.4.1 Regulace v kukuřici

Pokud zmíníme zaplevelení kukuřice, můžeme použít řadu přípravků na bázi, mezotrionu, sulcotrionu, terbuthylazinu, pethoxamidu, isoxaflutolu a dimethenamidu. Tyto účinné látky jsou obvykle pro preemergentní použití. Zmíněné účinné látky jsou distribuovány pod různými obchodními názvy např.: Adengo, Akris, Sulcotrek, Balaton, Successor TX, Story a jiné. Mezi časně postemergentními herbicidy patří látky obsahující pethoxamid s terbuthylazinem a S-metolachlor. Na postemergetní aplikaci jsou používány herbicidy ze skupiny sulfonylmočovín např. rimsulfuron či nicosulfuron často kombinované s mesotrione a dicamba. Tyto přípravky (Titus, Callisto, Dicavel nebo kombinované přípravky Elumis, Principal Plus atd.) je možné aplikovat až do fáze 8 pravých listů. Pozdější aplikace jsou kontraproduktivní a mohou ovlivnit výnos plodiny (Jursík et al. 2017, Mižík 2019).

3.6.4.2 Regulace v řepě

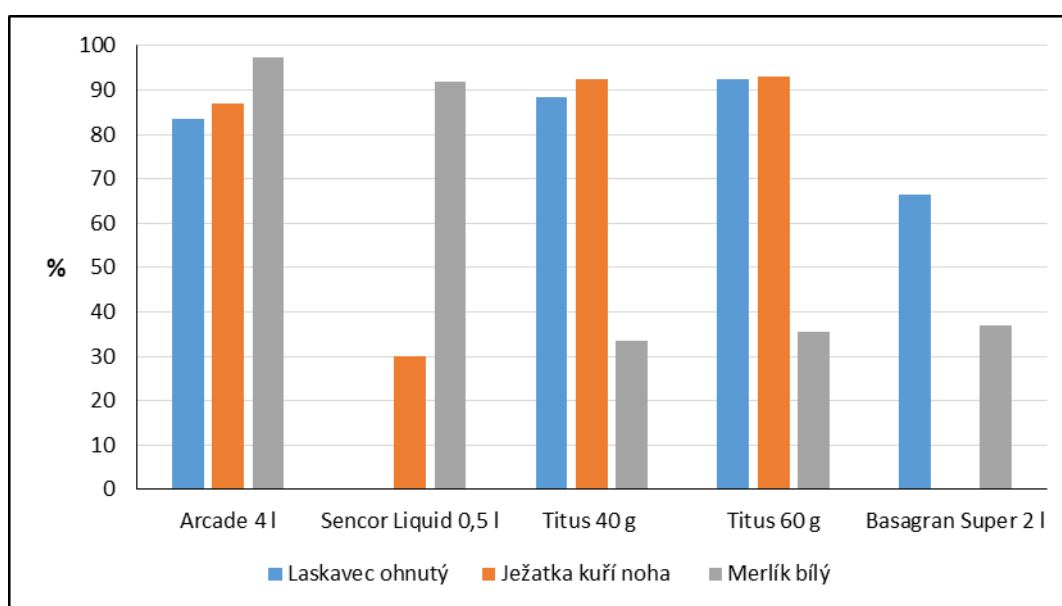
V cukrové řepě se na potlačení laskavce používají přípravky na bázi desmediphamu nebo triflusulfuronu, např. pod obchodními názvy Safari a Belevedere Forte, jehož součástí je rovněž účinná látka desmedipham. Často se v řepě používají vícešložkové herbicidy. Použití těchto přípravků je doporučeno pro větší účinnost na širší spektrum vzcházejících plevelů. Aplikovaná dávka herbicidů je závislá na růstové fázi řepy a plevelů vyskytujících se na poli. Je třeba v rámci herbicidní ochrany doporučit kombinaci přípravků s odstupem 7-8 dnů pro následovné aplikace, aby nedošlo k vývoji plevelů do vyšších stádií. Jakmile porost řepy zatáhne pole, sníží se schopnost plevelů vzcházet a ohrozit tak možný výnos řepy. Jako nejlepší řešení se jeví Aplikopoužití herbicidů na bázi PDE (phesmedipham, desmedipham, ethofumesát) s quinmeracem a metamitronem a triflusulfuron-methylem (Jursík et al. 2019).

3.6.4.3 Regulace v bramborách

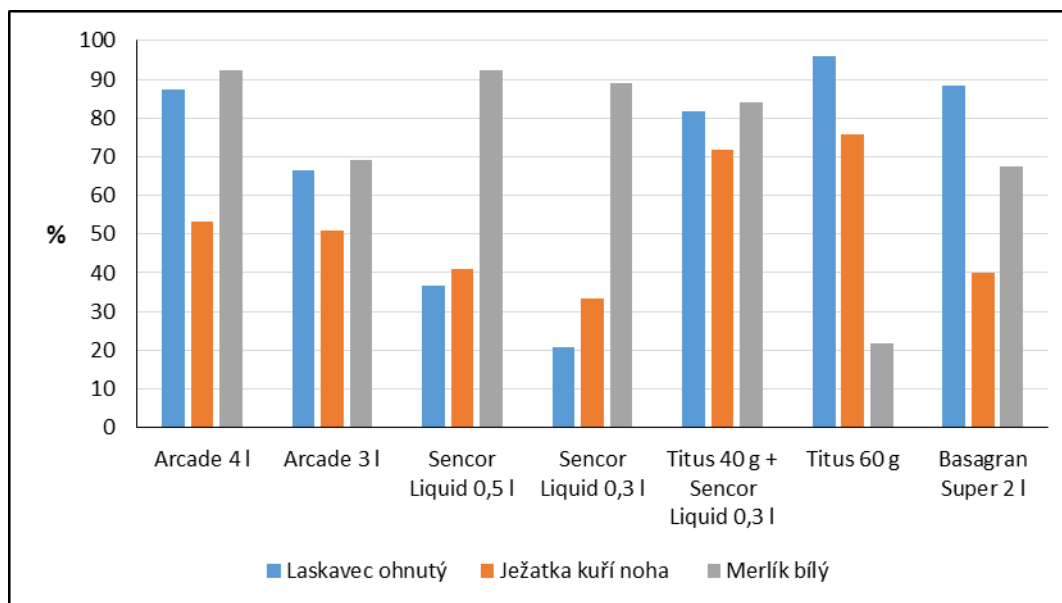
Kromě negativního vlivu na růst brambor a jejich výnos, způsobuje největší komplikace laskavec při dozrání porostu a jeho následné sklizni. Bramborový kombajn často rostliny laskavce ucpou a mohou způsobit poškození pásů atd.

Systém regulace v porostech brambor je založen především na preemergentní aplikaci herbicidů. Jak uvádí Kasal (2017) veškerá plevelohubná účinnost je závislá na mnoha faktorech. Při aplikaci herbicidů se spoléhána reziduální účinek, který by pomohl při pozdním vzcházení, na dávku použitého herbicidua podmínky aplikace. Často použité preemergentní herbicidy jsou aplikované v době, kdy laskavec ještě neklíčí, a tedy pozbývá jeho aplikace účinnosti. Často používané odkameňovací linky při přípravě půdy pro sázení brambor, semena laskavce neúmyslně rozšíří po poli. Při použití preemergentních herbicidů je doporučována včasná aplikace zabraňující vzniku toxicity po vzejití brambor. Standartní účinné látky vykazují, střední míru účinnosti. Vyšší citlivost laskavce je na aclonifen (Bandur), fluorochloridon (Racer 25 EC), a prosulfocarb (Aracde 880 EC). Metribuzin (např. přípravek Mistral), jakožto nejvíce používaná látka, patří do středně účinných. Při použití metribuzinu u postemergených aplikacích je nutné dbát na odrůdovou citlivost jednotlivých

brambor na tuto látku (Kasal 2018). Dále je možné se setkat s kombinací metribuzinu a flufenacetu, někdy doplněného o aclonifen. Při použití postemergentních herbicidů je nejvyšší účinnost v nejranějších fázích a nejvíce účinné jsou přípravky na bázi rimsulfuronu (Titus.WG), a přípravek směsný Arcade obsahující účinné látky prosulfocarb a metribuzin. Ve své práci Mižík (2019) uvádí nejvíce používané účinné látky a to: aclonifen, bentazone, rimsulfuron, metribuzin, S-metolachlor, pendimethalin, metribuzin, imazamox, thifensulfuron-methyl. Dle výsledků pokusů Kasala (2017), které zkoumaly účinnost postemergentních herbicidů ve dvou lokalitách, kde se pěstují brambory, jsou patrné různé míry účinnosti jednotlivých zvolených přípravků (grafy č. 1 a 2).



Graf č.1: Účinnost postemergentních herbicidů v ranobramborářské oblasti v pokusech roku 2016 (Přerov nad Labem)



Graf č.2: Účinnost postemergentních herbicidů v bramborářské oblasti v pokusech roku 2016 (Valečov)

3.6.5 Rezistence vůči herbicidům

První nálezy rezistentních plevelů vůči herbicidům byly potvrzeny u skupiny PSII inhibitorů, konkrétně triazinů, často hojně využívaných v monokulturách kukuřice a ovocných sadech. V průběhu 70. a 80. let byly popsány nové plevelné druhy, mezi nimiž byly i laskavce. U nás se problém poprvé vyskytl v 80. letech minulého století díky plošnému pěstování kukuřice. Vzhledem k opakovanému používání herbicidů se stejnými účinnými látkami vznikli rezistentní jedinci laskavce ohnutého a zelenoklasého. Šíření nastalo díky krmivům a statkových hnojiv dále. Problém prohloubil vznik křížové rezistence k účinné/ým látce/kám simazinu a atrazinu (Mikulka 2008). Křížovou rezistencí rozumíme rezistenci vůči několika účinným látkám ze stejné chemické skupiny.

Kromě výše uvedené rezistence na triaziny, začala vznikat rezistence i k herbicidům ze skupiny inhibitorů ALS (imazapyr a sulfonylmočoviny). *Amarantus retroflexus* patřil mezi jedny z prvních popsáných rezistentních plevelů vůči těmto látkám. Ve své práci popisují vznik rezistence k imazethapyru a thifensulfuron-methylu u laskavce v sóji Scarabel et al. (2007). Huang et al. (2016) prokázal vznik rezistence na imazethaphyr a zvýšení zastoupení rezistentních laskavců v testované populaci. V jiné práci (Wang et al. 2017) prokázal vznik

rezistence vůči účinným látkám thifensulfuron-methyl a fomesafen používaným na potlačení laskavce při pěstování sóji. V Brazílii použili různé koncentrace herbicidu obsahující účinné látky trifloxysulfuron a pyriithiobac-sodium u laskavců pocházejících z různých lokalit. Výsledek ukázal vznik rezistence k ALS inhibitorům na několika lokalitách. V některých případech byla potvrzena křížová rezistence k oběma testovaným látkám (Francischini et al. 2014).

Nadměrným používání glyfosátu v Nebrasce došlo k vytvoření rezistentních laskavců na tuto látku, což vedlo k masivnímu zaplevelení celých polí. Na tento fakt upozorňuje ve své práci (Viera et al. 2018).

Populace rezistentního laskavce byly popsány také v ČR. Laskavec ohnutý, byl druhým plevelem, u kterého byla zaznamenána rezistence a to v roce 1986. Tyto rezistentní rostliny byly odolné vůči látkám dříve používaným, dnes již zakázaným, a to inhibitorům fotosyntézy ve fotosystému II, konkrétně atrazinu, prometrynu, terbutrynu a cyanazinu (Mikulka 2008).

V případě regulace rezistentních populací je vhodné využívat kombinace více účinných látek. Bylo například zjištěno, že společné působení účinků atrazinu a mesotrionu může vést k synergické herbicidní účinnosti u dvouděložných druhů plevelů. Tento synergismus mezi mesotrionem a atrazinem při různých aplikovaných dávkách přípravků byl ověřován v pokusech s citlivým a rezistentním biotypem laskavce. Zvýšená synergie byla pozorována s vyšší dávkou mesotrionu u rezistentní populace laskavce, která byla podpořena také snížením biomasy a vznikem symptomů na listech připomínajícím poškozením listů atrazinem (Hugie et al. 2008).

4. Závěr:

Laskavec ohnutý je plevel, který je schopen v rámci své adaptability na prostředí zaplevelit různé biotopy. K jeho šíření napomáhají zvířata, statková hnojiva, některé agrotechnické operace. Nebezpečnost laskavce spočívá ve vysoké produkci semen, jejich vzcházení na etapy a dlouhou životnost semen až 10 let. Na jedné rostlině vytváří až 500000 semen, která postupně dozrávají a po dozrání vykazují silnou dormanci. Je to plevel, který klíčí při vyšších teplotách na konci dubna. V té době již řada agrotechnických opatření je provedena. Proto je nutné dodržovat oseední postupy, zvolit vhodnou agrotechniku a regulovat plevele v začátcích, protože regulace v pozdějších fázích vývoje laskavce jsou problematické a plevel již nemusí zareagovat na aplikaci herbicidu, a dochází ke ztrátám výnosu. Jako nejúčinnější herbicidy k jeho potlačení, se jeví přípravky obsahující účinné látky acetonifen, bentazone, rimsulfuron, metribuzin, S-metolachlor, pendimethalin, imazamox a thifensulfuron-methyl.

5. Seznam použité literatury:

Amini R, Alizadeh H, Yousefi A. 2014. Interference between red kidneybean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.). European journal of agronomy **60**:13-21.

Baskin JM, Baskin GG. 2001. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic press. London.

Blumrich H. 1992. Zur Biologie und Ökologie der Keimung einiger Unkrautarten unter spezieller Berücksichtigung einer Keimförderung unter laborbedingungen. Journal of Plant Diseases and Protection **13**:95-104

Carvalho MSS, Andrade-Vieira LF, dos Santos FE, Correa FF, Cardoso MD, Vilela LR. 2019. Allelopathic potential and phytochemical screening of ethanolic extracts from five species of *Amaranthus* spp. in the plant model *Lactuca sativa*. Scientia Horticulturae. **245**:90-98.

Costea M, Weaver SE, tardif FJ. 2004. The biology of canadian weeds. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powelli* S. Watson and *A. hybridus* L. Canadian Journal of Plant Science **84**:631-668

Cristaudo A, Gresta F, Luciani F, Restuccia A. 2007. Effects of after-harvest period and environmental factors on seed dormancy of *Amaranthus* species. Weed Research. Volume **47**:327-334.

Cristaudo A, Gresta F, Catara S, Mingo A. 2014.

Assessment of daily heat pulse regimes on the germination of six *Amaranthus* species. Weed research **54**:366-376.

Cristaudo A, Gresta F, Restuccia A, Catara S, Onofri A. 2016. Germinative response of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) to environmental conditions: Is there a seasonal pattern?. *Plant Biosystems* . **150**:583-591.

Egley GH. 1980. Stimulation of Common Cocklebur (*Xanthium pensylvanicum*) and Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) Seed Germination by Injections of Ethylene into Soil. *Weed Science* **28**:510-514.

Egley GH. 1989. Some effects of nitrate-treated soil upon the sensitivity of buried redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) seeds to ethylene, temperature, light and carbon dioxide. *Plant, Cell & Environment* **12**:581-588.

Enayati V, Esfandiari E, Pourmohammad A, Ghalibaf HMK. 2019. Evaluation of Different Methods in Seed Dormancy Breaking and germination of Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Iranian Journal. Seed Research* **5**:129-137.

Francischini AC, Constantin J, Oliveira RS, Santos G, Franchini LHM, Biffe DF. 2014. Resistance of *Amaranthus retroflexus* to acetolactate synthase inhibitor herbicides in Brazil. *Planta Daninha* **32**:437-446.

Hamouz P, Hamouzová K. 2015. Atlas klíčnicích rostlin polních levelů. Kurent. České Budějovice,

Harper JL. 1977. *Populations Biology of Plants*. Academic press. London.

Heidari G, Nasab ADM, Javanshir A, Khoie FR, Moghaddam M. 2007. Influence of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) emergence time and density on yield and quality of two sugar beet cultivars. *Journal of Food Agriculture & Environment* **5**:261-266.

Hu XW, Ding XY, Baskin CC, Wang, YR. 2018. Effect of soil moisture during stratification on dormancy release in seeds of five common weed species. *Weed Research* **58**:210-220.

Heidari G, Nasab ADM, Javanshir A, Khoie FR, Moghaddam M. 2007. Influence of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) emergence time and density on yield and quality of two sugar beet cultivars. *Journal of Food Agriculture & Environment* **5**:261-266.

Hugie JA, Bollero GA, Tranel PJ, Riechers DE. 2008. Defining the rate requirements for synergism between mesotrione and atrazine in redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*). *Weed science* **56**:265-270.

Jursík M, Soukup J, 2017. Regulace plevelů v kukuřici. Současný stav a výhled do budoucna. *Agromanuál* **3**:10-12

Jursík M, Holec J, Hamouz P, Soukup J. 2018. Biologie a regulace plevelů. Kurent. České Budějovice

Jursík M, Soukup J, Holec J. 2019. Regulace plevelů v porostech cukrové řepy po chystaé restrikci účinných látek. *Agromanuál* **3**:24-27

Karimmojeni H, Bazrafshan AH, Majidi MM, Torabian S, Rashidi B. 2013. Effect of maternal nitrogen and drought stress on seed dormancy and germinability of *Amaranthus retroflexus*. *Plant Species Biology* **29**:e1.- e8.

Kasal P. 2017. Zkušenosti s regulací laskavců v bramborách, *Agromanuál* **12**:22-24.

Kepczynski J, Karessen CM. 1985. Requirement for the action of endogenous ethylene during germination of non-dormant seeds of *Amaranthus caudatus*. *Physiologia plantarum* **63**:49-52

Kepcczyński J, Cembrowska-Lech D, Sznigir P. 2017. Interplay between nitric oxide, ethylene, and gibberellic acid regulating the release of *Amaranthus retroflexus* seed dormancy. *Acta Physiologiae Plantarum* **39**:254. DOI.org/10.1007/s11738-017-2550-2

Konstantinovic B, Blagojevic M, Konstantinovic B, Samardzic N. 2014. Allelopathic effect of weed species *Amaranthus retroflexus* L. on maize seed germination. *Romanian agricultural research* **31**:315-321.

Korres NE, Norsworthy JK, Young BG, Reynolds DB, Johnson WG, Conley SP, Smeda RJ, Mueller TC, Spaunhorst DJ, Gage KL, LouxM, Kruger GR, Bagavathiannan M.V. 2018. Seedbank Persistence of Palmer Amaranth (*Amaranthus palmeri*) and Waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*) across Diverse Geographical Regions in the United States. *Weed Science* **66**: 446-456.

Ma L, Upadhyaya MK. 2018. Effects of leaf position on reflectance, transmittance and absorption of red and far-red light in tomato, *Chenopodium album* and *Amaranthus retroflexus* leaves, *Weed research* **58**:17-24.

Martinez-Ghersa M A, Ghersa C M, Benech-Arnold R L, Donough R M, Sanchez RA. 2008. Adaptive traits regulating dormancy and germination of invasive species. *Plant Species Biology* **15**:127-137.

Mikulka J. 2014. Plevelle polních plodin. Profi Press. Praha

Mikulka J, Slavíková L. 2008. Metody diagnostiky a regulace rezistentních populací plevelů vůči herbicidům. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha

Mižík P. 2019. Invázne a expanzívne druhy rastlin v podmienkach Slovenska (2). *Agromanuál* **14**:36-37.

Paredes-Lopez O. 1994. Amaranth Biology, Chemistry, and Technology. CRS Press. Londýn

Pluntz M, Le Coz S, Peyrard N, Pradel R, Choquet R, Cheptou PO. 2018. A general method for estimating seed dormancy and colonisation in annual plants from the observation of existing flora. *Ecology Letters* **21**:131-1318.

QiY, Yan B, Fu G, Guan X, Du L, Li J. 2017. Germination of Seeds and Seedling Growth of *Amaranthus retroflexus* L. Following Sublethal Exposure of Parent Plants to Herbicides. *Scientific reports***7**:157.

Qi, Y., Li J.S., Fu G., Zhao C.Y., Guan X., Yan B., Ren M.Y. 2018. Effects of sublethal herbicides on offspring germination and seedling growth: Redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) vs. velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Science of the total environment* **645**:543-549.

Ravlić M., Baličević R., Lucić P., Mazur P., Lazić A. 2015. Dormancy and germination of velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medik.) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) seeds. *Herbologia* **15**:27-39.

Scarabel L., Varotto S., Sattin M. 2007. A European biotype of *Amaranthus retroflexus* cross-resistant to ALS inhibitors and response to alternative herbicides. *Weed Research* **47**:527-533.

Sharghi A.R.F., Makarian H., Shadmehri A.D., Rohani A., Abbasdokht H. 2018. Predicting Spatial Distribution of Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) using the RBF Neural Network Model. *Journal of agricultural science and technology* **20**:1493-1503.

Schonbeck M.W., Egley G.H. 1980. Redroot Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) Seed Germination Responses to Afterripening, Temperature, Ethylene, and Some Other Environmental Factors. *Weed Science* **28**:543-548.

Šáchová P., 2008, Celostní medicína. Available from: <http://www.celostnimedicina.cz/amarant-laskavec-obilnina-a-zelenina-pro-posilu-aneb-vcete-prozit-zivot-s-laskou-a-optimismem.htm#ixzz5krLlbaBq> (Accessed March 2019)

Wang C.Y., Wu B.D., Jiang K., Zhou J.W. 2018. Differences in functional traits between invasive and native *Amaranthus* species under simulated acid deposition with a gradient of pH levels. *Acta oecologica-international journal of ecology* **89**:32-37.

Wang C.Y., Jiang K., Zhou J.W., Liu J., Wu B.D. 2018. Responses of soil N-fixing bacterial communities to redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) invasion under Cu and Cd heavy metal soil pollution. *Agriculture ecosystems & environment* **267**:15-22.

Winkler J, Rypová I, Dvořák J. 2018. Agromanuál. Kurent s.r.o. České Budějovice. Available from: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/statkova-hnojiva-jako-mozny-zdroj-zapleveleni> (Accessed January 2019)

Wang CY, Wu BD, Jiang K, Zhou JW. 2018. Differences in functional traits between invasive and native *Amaranthus* species under simulated acid deposition with a gradient of pH levels. *Acta oecologica-international journal of ecology*. **89**:32-37.

Wang CY, Jiang K, Zhou JW, Liu J, Wu BD. 2018. Responses of soil N-fixing bacterial communities to redroot pigweed (*L. Amaranthus retroflexus*) invasion under Cu and Cd heavy metal soil pollution. *Agriculture ecosystems & environment*. **267**:15-22.

Winkler J, Rypová I, Dvořák J. 2018. Agromanuál. Kurent s.r.o. České Budějovice. Available from: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/statkova-hnojiva-jako-mozny-zdroj-zapleveleni> (Accessed January 2019)

6. Příloha

Obr. 1: Laskavec v bramborách



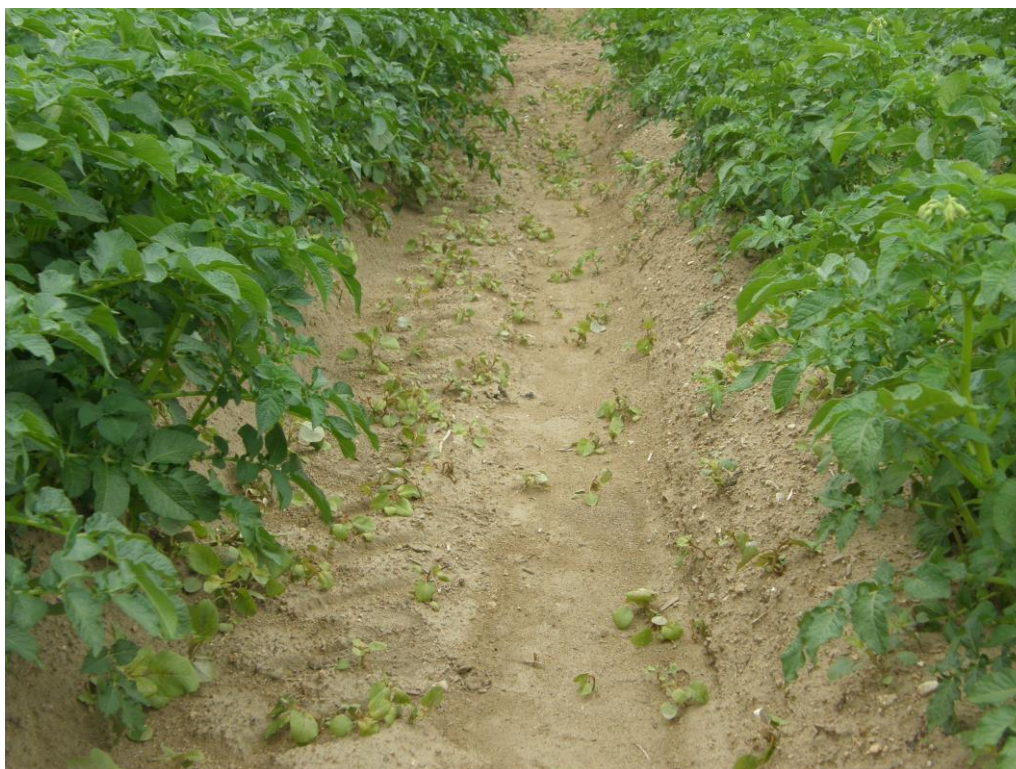
Obr. 2: Laskavce v bramborách a ostatní plevelle



Obr. 3: Laskavec v bramborách



Obr. 4: Laskavec v bramborách



Obr. 5: Laskavec v bramborách



Obr. 6: Laskavec v bramborách



Obr. 7: Laskavec v bramborách



Obr. 8: Laskavec v bramborách



