

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



Regulace plevelů v porostech košťálové zeleniny

Bakalářská práce

Autor práce: Hana Vrbová

Obor studia: Zahradnictví

Vedoucí práce: doc. Ing. Miroslav Jursík, Ph.D.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Regulace plevelů v porostech košťálové zeleniny" jsem vypracovala 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 autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16. 7. 2020

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Miroslavu Jursíkovi, Ph.D. za trpělivost a pomocnou ruku, kterou mi odborně a s lidským přístupem poskytoval po celou dobu spolupráce a také za možnost účastnit se výzkumných pokusů na Demonstračním a experimentálním pracovišti Suchdol.

Dále bych chtěla vyjádřit svůj dík rodině, zejména pak Zuzaně Vrbové a Jiřímu Vrbovi.

Regulace plevelů v porostech košťálové zeleniny

Souhrn

Regulace plevelů je důležitým aspektem při pěstování košťálové zeleniny. Nejčastěji zeleninu zaplevelují pozdně jarní a víceleté plevele. Pro regulaci plevelů jsou využívány přímé a nepřímé metody. Mezi přímé metody jsou řazeny mechanické, fyzikální a chemické metody. Tato bakalářská práce se zabývá především herbicidními metodami regulace plevelů.

Košťálová zelenina je významnou součástí jídelníčku v oblastech střední Evropy, kde je dobře adaptována na klimatické a půdní poměry. Nejvýznamnějším zástupcem je hlávkové zelí, jehož nejčastější úpravou je anaerobní mléčné kvašení.

V červnu 2019 byl na Demonstračním a pokusném pozemku proveden maloparcelní pokus. Cílem bylo vyhodnocení účinnosti a selektivity aplikovaných herbicidů. Aplikace herbicidů proběhla preemergentně týden po výsevu. Tři varianty herbicidních kombinací byly aplikovány krátce po závlaze za optimálních povětrnostních podmínek trakařovým bezezbytkovým postřikovačem.

Testovány byly účinné látky s herbicidním účinkem pendimethalin (přípravek Stomp Aqua), ethofumesate (Stemat super), napropamide (Devrinol 45 F), pethoxamid (Successor 600) v různých kombinacích. Součástí všech kombinací byl pomocný přípravek Insenol s účinnou látkou polyvinylpyrrolidon. Účinnost byla hodnocena na základě hmotnosti biomasy odebraného množství vzešlých plevelů z 1 m² v porovnání s neošetřenou kontrolou.

Nejmenší hmotnost plevelů byla zaznamenána po aplikaci kombinace s obsahem účinných látek pendimethalin, napropamide a pethoxamid. Výskyt všech sledovaných plevelů byl na této variantě pod prahem škodlivosti. Hmotnost biomasy bažanky roční byla snížena o 62,5 %, ježatky kuří nohy byla snížena o 96 %, lilku leskloplodého o 99,7 %. Merlík bílý se po aplikaci této TM kombinaci nevyskytoval vůbec. Celková hmotnost biomasy sledovaných plevelů byla o 99 % nižší oproti neošetřené kontrole.

Nejnižší účinnost na plevele vykazala TM kombinace obsahující ethofumesate a napropamide. (Hmotnost biomasy sledovaných plevelů klesla pouze o 8 %).

Nejcitlivějším plevelem k herbicidům byl merlík bílý, který byl potlačen pod práh škodlivosti všemi testovanými TM kombinacemi herbicidů. Naopak nejodolnějším plevelem byl lilek leskloplodý.

Klíčová slova: plevele, herbicidy, regulace plevelů, zelí

Weeds control in *Brassica* vegetables

Summary

Weeds control in *Brassica* vegetables is an important aspect in its cultivation. The most important in vegetables are summer and perennial weeds. In weeds management are used direct and indirect methods. The direct ones include mechanical, physical and chemical methods. This bachelor's thesis mainly deals with herbicidal methods of weed control.

Brassica vegetables are an important part of the diet in areas of Central Europe, where they are well adapted to climatic and soil conditions. The most important vegetable is head cabbage. The most commonly used cabbage conservation is anaerobic lactic fermentation.

Small plot field experiment carried out in 2019 on Demonstration and experimental field of Czech University of Life Science in Prague. The aim was to evaluate the efficacy and selectivity of tested herbicide mixtures in cabbage. Pre-emergence herbicides was applied one week after sowing of cabbage.

Three herbicide tank-mix (TM) combinations were applied under optimal weather conditions (shortly after irrigation). TM combinations included pendimethalin (Stomp Aqua), ethofumesate (Stemat super), napropamide (Devrinol 45 F) and pethoxamide (Successor 600). All TM included adjuvant Insenol (polyvinylpyrrolidone). Efficacy was assessed based on the average biomass weight of the weeds compared to the untreated control.

TM combination of pendimethalin + napropamide + pethoxamide showed the best efficacy on tested weeds. The infestation of all tested weeds was reduced below the harmful threshold. Weight of weed biomass on this treatment was significantly lower compare to untreated check: *Mercurialis annua* was reduced by 62.5 %, *Echinochloa crus-gali* by 96 %, *Solanum physalifolium* by 99.7 %. On *Chenopodium album* this TM had 100 % efficiency. The amount of altogether weeds decreased by 99 % compared to untreated check.

The lowest efficacy on tested weed showed TM combination of ethofumesate + napropamide. (The amount of altogether weeds decreased by 8 % only.)

Chenopodium album was most sensitive to used herbicides, which was sufficiently controlled by all tested TM combinations of herbicides. On the other hand, the most tolerant weed was *Solanum physalifolium*.

Keywords: weeds, herbicides, weed control, cabbage

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární přehled	3
3.1	Nejvýznamnější plevele v košťálové zelenině	3
3.1.1	Klasifikace nejčastějších plevelů košťálové zeleniny	3
3.1.1.1	Jednoleté plevele	3
3.1.1.2	Vytrvalé plevele rozmnožující se převážně vegetativně	4
3.1.2	Plevelné spektrum a škodlivost plevelů v košťálové zelenině	4
3.1.2.1	Konkurenční působení plevelů	4
3.1.2.2	Alelopatie	5
3.1.2.3	Parazitismus	5
3.1.3	Pozitivní působení plevelů na orné půdě	5
3.2	Charakteristika plevelů sledovaných v experimentální části	6
3.2.1	Bažanka roční	6
3.2.2	Ježatka kuří noha	6
3.2.3	Lilek leskloplodý	7
3.2.4	Merlík bílý	7
3.3	Metody regulace plevelů	8
3.3.1	Nepřímé	8
3.3.1.1	Výběr stanoviště a materiálu	8
3.3.1.2	Osevní postup	9
3.3.1.3	Zpracování půdy	9
3.3.1.4	Mezplodiny	10
3.3.2	Přímé	10
3.3.2.1	Mechanické	10
3.3.2.2	Fyzikální	11
3.3.2.3	Chemické	11
3.3.3	Herbicidy	12
3.3.3.1	Možnosti příjmu herbicidů	12
3.3.3.2	Formulační typy herbicidů	13
3.3.3.3	Herbicidy používané v košťálové zelenině	13
3.3.3.4	Charakteristika aplikovaných herbicidů	16
3.3.3.5	Selektivita herbicidů	17

3.3.3.6	Rezidua herbicidů.....	18
3.3.3.7	Termíny aplikace herbicidů.....	19
3.3.4	Adjuvanty.....	20
3.4	Charakteristika nejvýznamnějších zástupců brukvovité zeleniny	20
3.4.1	Zelí hlávkové	21
3.4.2	Brokolice	22
3.4.3	Květák	23
3.4.4	Kapusta růžičková	23
3.4.5	Kedluben	24
3.4.6	Kapusta hlávková	24
4	Metodika	26
4.1	Charakteristika demonstračního a pokusného pozemku Suchdol	26
4.1.1	Zeměpisné zařazení	26
4.1.2	Meteorologická a půdní charakteristika.....	26
4.2	Pokus ověřující účinnost a selektivitu herbicidů v zelí z přímého výsevu	26
4.2.1	Údaje o založení.....	26
4.2.2	Zkoušené herbicidy.....	27
5	Výsledky	28
6	Diskuze	30
7	Závěr	32
8	Literatura.....	33

1 Úvod

Téma plevelů – všech nežádoucích rostlin v porostu účelně pěstovaných – je po dlouhá léta diskutované odbornou i laickou veřejností. Jedním z důvodů je fakt, že plevely byly, jsou a budou součástí porostů kulturních rostlin. Ovlivňují vláhové poměry v půdě, kvalitu i kvantitu výnosu. Ruční okopávku využívají především nejmenší pěstitelé, kteří pěstují plodiny pro svou vlastní potřebu. Přestože má ruční pleť své místo také při komerčním pěstování plodin (např. odstraňování invazivních plevelů na počátku jejich rozšiřování na pozemku), při velkovýrobním pěstování polních plodin se příliš nevyužívá, zejména z ekonomických důvodů. Bakalářská práce se proto zaměřuje především na možnosti herbicidní regulace plevelů, která umožňuje udržovat plevely v polních zeleninách pod prahem jejich škodlivosti. Teoretická část práce se zaměřuje na bionomii plevelů, jejich rozmnožování a šíření. Dále pak charakterizuje jednotlivé košťálové zeleniny, přičemž se podrobně věnuje používání herbicidů. Experimentální část práce analyzuje výsledky pokusu, který byl realizován v červnu 2019 na Demonstracním a experimentálním pozemku fakulty potravinových a přírodních zdrojů na ČZU. Pokus sledoval účinnost a selektivitu vybraných herbicidních kombinací v porostu hlávkového zelí.

2 Cíl práce

- vypracování kvalitního literárního přehledu na téma regulace plevelů v porostech košťálové zeleniny
- vyhodnocení polního experimentu zaměřeného na posouzení účinnosti a selektivity herbicidů v porostu zelí setého (*Brassica oleracea* var. *capitata*) odrůda Congama

3 Literární přehled

3.1 Nejvýznamnější plevele v košťálové zelenině

Ačkoliv se v porostech košťálové zeleniny vyskytují takřka všechny druhy plevelů, nejvýznamnějšími zástupci jsou vytrvalé a pozdně jarní plevele. V raných výsadbách nacházíme časně jarní či ozimé druhy. Při založení od druhé poloviny dubna se daří pozdně jarním plevelům, které mají vyšší nároky na teplotu. Plevelé, které vzcházejí během celého roku se v největší míře vyskytují v porostech zakládaných v průběhu června a července (Jursík a kol., 2016).

3.1.1 Klasifikace nejčastějších plevelů košťálové zeleniny

3.1.1.1 Jednoleté plevele

3.1.1.1.1 Plevelé časně jarní

Jursík a kol. (2018) uvádí, že zástupci, kteří jsou zařazeni do této skupiny vzcházejí brzy na jaře, často již při teplotách nižších než 5 °C. Při obvyklých povětrnostních podmínkách nejsou časně jarní plevele schopny přežít zimu. Semena mají obvykle středně dlouhou až dlouhou dormanci. Porosty košťálové zeleniny často zaplevelují především druhy z čeledi brukvovitých, jako jsou ředkev ohnice a hořčice polní. Dále do této skupiny patří například opletka obecná, oves hluchý či konopice polní.

3.1.1.1.2 Plevelé pozdně jarní

Hlavní vlna vzcházení plevelů, které řadíme do této skupiny nastává koncem dubna až začátkem května, kdy teplota přesáhne 10 °C. Některé druhy však vyžadují pro vzcházení ještě vyšší teploty (laskavce, ježatka kuří noha). Naopak merlíky jsou schopny vzcházet i dříve. Mimo výše uvedených druhů patří do této skupiny lilky, béry, pětoury, bažanka roční, rdesno blešník, durman obecný, a mnoho jiných. Tyto druhy plevelů nejsou schopny přečkat praktický žádnou zimu mírného pásma (Jursík a kol., 2018).

3.1.1.1.3 Plevelé ozimé

Velmi široká skupina plevelů, které vzcházejí převážně na podzim a jsou schopny přečkat zimu. Semena mají většinou krátkou až středně dlouhou dormanci. Nejčastěji jsou košťáloviny zaplevelovány kokoškou pastuší tobolkou, penízkiem rolním, hluchavkou nachovou a objímavou, ptačincem prostředním, svízelem přítulou, heřmánkovcem nevonným (Jursík a kol., 2018).

3.1.1.2 Vytrvalé plevle rozmnožující se převážně vegetativně

Zástupci zařazení do této skupiny se rozmnožují převážně vegetativními orgány, generativní rozmnožování je obvykle méně intenzivní. Na stanovištích, která jsou značně utužená či slehlá a nepříliš zásobená živinami, převládá generativní způsob rozmnožování z důvodů špatného vývoje podzemních částí rostlin, hlavně pak kořenových výběžků a hlíz. Na orné půdě, která je dobře zásobena živinami převládá u těchto druhů vegetativní způsob rozmnožování (Kohout, 1997).

3.1.1.2.1 Vytrvalé plevle mělčeji kořenící

Tyto druhy svými vegetativními orgány zasahují převážně do povrchové vrstvy půdy (např. pýr plazivý, psineček výběžkatý) (Kohout, 1997).

3.1.1.2.2 Vytrvalé plevle hlouběji kořenící

Schopností proniknout až několik metrů pod povrch půdy se tyto druhy řadí mezi obtížně hubitelné. Nejobtížnějšími zástupci jsou pcháč rolní, svlačec rolní a mléč rolní (Kohout, 1997).

3.1.2 Plevelné spektrum a škodlivost plevelů v košťálové zelenině

Nejčastěji se v porostech košťálové zeleniny uplatňují pozdní jarní a vytrvalé plevle. Ve velmi raných výsadbách se vyskytují také časné jarní nebo ozimé plevle. V porostech zakládaných od druhé poloviny dubna jsou výrazně zastoupeny teplomilnější pozdní jarní plevle. V porostech zakládaných koncem června či počátkem července se nejlépe prosazují pětoury, laskavce, bažanka roční a durman obecný. Problém druhotného zaplevelení vzniká u druhů se značnou odolností vůči herbicidům a zároveň vysokou reprodukční schopností a dlouhověkostí semen, a to především po plečkování. Vytrvalé plevle jako rukev rolní, mléč rolní, přeslička rolní, čistec bahenní a rdesno obojživelné prospívají v půdách dobře zásobených vláhou, a proto se vyskytují zejména na pozemcích s vyšší hladinou podzemní vody nebo intenzivně zavlažovaných pěstebních plochách (Jursík a kol., 2016).

Stall (2010) uvádí, že plevle nejen z čeledi brukvovitých mohou být hostiteli pro hmyz a patogeny, které se snadno rozšíří do plodiny a dalších porostů. Podle Flowerdewa (2011) je důležitým aspektem při regulaci plevelů schopnost v rané růstové fázi rozpoznat konkrétní druh a následně vybrat vhodný herbicid, který je dokáže potlačit.

3.1.2.1 Konkurenční působení plevelů

Podle Jursíka a kol. (2018) je konkurencí myšlena soutěž jedinců o možnost využívat stejné zdroje (živiny, voda, sluneční záření). V konečném důsledku oba vzájemně si konkurující jedinci strádají. Konkurence, při níž jsou oba partneři postiženi stejnou měrou je nazývána jako symetrická. Pokud dojde k výraznému poškození jednoho z partnerů jedná se o

konkurenci asymetrickou. Je rozlišována vnitrodruhová, kdy si konkurují jedinci náležející k témuž druhu a mezidruhová konkurence, kdy jsou konkurenti řazeni k odlišným druhům. Při vysoké hustotě zaplevelení nastává vnitrodruhová konkurence. K mezidruhové konkurenci dochází mezi různými druhy plevelů i mezi plevely a plodinou. Dobře zapojené porosty se vyznačují dobrou konkurenční schopností vůči plevelům, takže u nich může být snížena intenzita regulačních zásahů proti plevelům. Pokud se plevele vyskytují v takové intenzitě, která nezpůsobuje výnosové ztráty, nebo jsou tyto ztráty tak malé, že nepřesahují náklady na regulační zásah, jsou zásahy regulující plevele zbytečné a hlavně neekonomické.

3.1.2.2 Alelopatie

Alelopatie vyjadřuje vztah mezi inhibitorem a akceptorem. Inhibitorem je nazýván druh, který do prostředí uvolňuje specifické látky (tzv. alelopatika), které inhibují růst akceptora. Tyto látky jsou uvolňovány již v průběhu vegetace ve formě kořenových exudátů nebo z odumřelých částí v rozkladných fázích. Alelopaticky působí kromě polních plevelů (pýr plazivý, pcháč rolní) také některé plodiny (slunečnice). V současné době se zkoumá využití alelopatických plodin při regulaci plevelů, zejména v širokořádkových plodinách (Jursík a kol., 2018).

3.1.2.3 Parazitismus

Parazitem rozumíme organismus, který odebírá hostiteli nezbytné látky (voda, živiny, asimiláty). Parazitické a poloparazitické plevele jsou obvykle vázány na určitou (ve většině případů příbuznou) skupinu plodin. Holoparazité neboli praví parazité (např. kokotice a zárazy) jsou zcela závislí na hostiteli po celou dobu vývoje, ačkoliv v některých případech mohou z nahromaděných zásob pokračovat ve vývoji a vykvést. Poloparazitické plevele (např. zdravínek jarní, kokrhel menší, kokrhel luštěnec a černýš rolní) dokáží bez hostitele přežít, ale nevykvetou a nevytvoří semena. V našich podmínkách jsou omezenou skupinou v porostech polních plodin (Jursík a kol., 2018).

3.1.3 Pozitivní působení plevelů na orné půdě

Jursík a kol. (2018) uvádí, že ačkoliv jsou plevele nežádoucími rostlinami v porostech plodin, vykazují řadu kladných vlastností. Stejně jako vysévané meziplodiny jsou schopny chránit půdu před vodní i větrnou erozí, či nadměrným výparem. Po zapravení plevelů je půda obohacena o organickou hmotu. Při nízké míře výskytu mohou dokonce zvyšovat výnos plodiny v důsledku fixace vzdušného dusíku, který dokáží bobovité plevele získávat v průběhu vegetace. Dalším pozitivním vlivem plevelů je podpora biodiverzity a opylovačů. Např. pro zvěř je nabídka potravy v porostech monokultur jednotvárná a nezřídka dochází k poruchám trávení až úhynu v důsledku monodiet. Plevelé v tomto případě poskytují zpestření potravy. Nespočet plevelných druhů je člověkem využíván jako jedlý či mu jsou prisuzovány léčebné účinky. Flowerdew (2011) zmiňuje např. svízel přítulu či kopřivu dvoudomou, které jsou užívány při zánětu močového měchýře, bršlici kozí nohu jako pomocníka při dně. Mezi další léčivé plevele lze řadit pampelišku, zemědělský lékařský, podběl

lékařský, heřmánek pravý, řebříček obecný, mák vlčí, pelyněk černobýl, kostival lékařský, přeslička rolní, rdesno ptačí, jitrocel kopinatý a mnoho dalších (Jursík a kol., 2018).

3.2 Charakteristika plevelů sledovaných v experimentální části

3.2.1 Bažanka roční

Bažanka roční (*Mercurialis annua*) patří do čeledi pryšcovitých (*Euphorbiaceae*) a řadí se mezi jednoleté pozdní jarní plevely. Je to středně vysoká rostlina (20-50 cm), jedovatá, dvoudomá. Kvete od června do podzimu (Kohout, 1997).

Hofstetter (1986) uvádí, že nejčastěji se vyskytuje na úrodných půdách s nízkým úhrnem srážek v nezapojeném porostu plodin.

Rozmnožuje se jen generativně (semeny) a má krátkou vegetační dobu. Semena jsou dormantní, hromadně vzchází až příští rok na jaře, ideálně z hloubky do 5 cm. Hojně se do půdy dostávají vysemeňováním, neošetřenými komposty apod (Kohout, 1997).

Hamouz a Hamouzová (2015) uvádí, že děložní listy jsou eliptické – okrouhle vejčité, na vrcholu zaoblené nebo nezřetelně uťaté o délce 8-12 mm a šířce 6-8 mm. Řapíky děloh jsou nejdříve krátké, poté dosahují téměř 70 % délky čepelí. Listy pravé mají vstřícné postavení a jsou okrouhle vejčité až vejčité s délkou 15-25 mm a šířkou 10-16 mm. Na vrcholu jsou tupě špičaté a po okrajích oddáleně pilovité. Čepel je po okraji jemně brvitá, téměř lysá. Řapíky jsou nejdříve krátké, později dosahují až 25 % délky čepelí. Další listy jsou úzce vejčité, špičaté.

Z mechanických způsobů regulace jsou neúčinnější okopávka a plečkování. Důležité je také zabránění vysemenění-dlouhá perzistence semen v půdě. V nezapojených porostech jsou účinné hlavně herbicidy s delším reziduálním působením v půdě (metamitron, pendimethalin aj.) Je odolná k mnoha sulfonylmočovinám (Kohout, 1997).

3.2.2 Ježatka kuří noha

Echinochloa crus-galli náleží do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) a patří mezi pozdně jarní středně vysoké jednoleté trávy. Kvete od června do podzimu. Obliky jsou po dozrání dormantní 3-6 měsíců. Šíří se osivem, statkovými hnojivy. Vzcházejí na jaře i v létě při vlhčích půdních podmínkách. Překážkou pro vzcházení není ani větší hloubka uložení semen. Požadavky na půdu nejsou vyhraněné, obvykle však dává přednost těžším půdám s dobrou vododržností (Kohout, 1997).

První list má čárkovitou čepel, dlouhou 18-28 mm a 2,5-3 mm širokou, v horní třetině je lysá, obloukovitě vyklenutá, mnohožilná špičatá a sbíhavá.

Čepel druhého listu je ostřeji zakončená, 30-40 mm dlouhá a 4-5 mm široká.

Další listy mají ostře zašpičatělé čepele a postupně se zvětšují. Listové pochvy jsou bez přítomnosti jazýčků a oušek a rostlina je lysá s výjimečným výskytem několika trichomů na okraji báze čepelí (Hamouz a Hamouzová, 2005).

Jursík a kol. (2018) uvádí, že její výška může dosahovat až 1,5 metru, stébla jsou kolénkatá a rostlina tvoří bohaté odnože. Na začátku vegetace jsou většinou poléhavé, později se vztyčují a v kolénkách mohou zakořeňovat. Jejich kořeny jsou svazčité.

K regulaci ježatky je třeba maximálně využít preventivních metod ochrany – zabránění šíření obilek, dodržování osevního postupu a snižování počtu obilek v půdě. Podle Jursíka a kol. (2018) je při regulaci ježatky významné střídání plodin a péče o okraje porostů, souvrátí a manipulačních meziřádků, kde se ježatka hromadně vyskytuje a produkcí obilek dochází k obohacování půdní zásoby. V porostech košťálové zeleniny je dobře potlačována posteemergentními listovými graminicidy (propaquizafox, quizalofop). V raných růstových fázích postačí nižší registrovaná dávka. Na přerostlou ježatku je však třeba dávku zvýšit. Kohout (1997) uvádí, že mezi nejúčinnější herbicidy se řadí půdní herbicidy s delšími reziduálními účinky v půdě (např. pethoxamid).

3.2.3 Lilek leskloplodý

Solanum physalifolium patří do čeledi lilkovitých (*Solanaceae*) a řadí se mezi pozdně jarní, nízké, jednoleté jedovaté plevely. Výška se pohybuje okolo 20-50 cm. Kvete mimoúžlabně od června do podzimu a má výrazný kalich, který po odkvětu kryje bobuli přibližně do poloviny. Jeho výskyt je zaznamenán především na teplejších územních celcích (Polabská oblast, jižní Morava) (Jursík, 2018). Má krátkou vegetační dobu. Po dozrání zelených bobulí, které obvykle opadávají na půdu se zvyšuje půdní zásoba semen. Vzchází hromadně z hloubky do 3 cm při vyšší půdní teplotě.

Rozmnožuje se především generativně, daří se mu v nezapojených porostech. Snadno se rozšiřuje především komposty a málo vyzrálým hnojem (Kohout, 1997).

Jursík (2018) uvádí, že děložní listy lilku leskloplodého jsou oproti lilku černému užší, vejčítokopinaté. První pravé listy jsou na vrcholu tupé, po okrajích mělce zubaté nebo zvlňené. Listové čepele jsou laločnatě zubaté nebo celokrajné. Rostliny jsou výrazně chlupaté, dužnaté, od báze silně větvené s poléhavými větvemi.

Základem regulace lilku leskloplodého na orné půdě je používání čistých a nezávadných statkových hnojiv a střídání plodin. Tento plevel je odolný k některým herbicidům na bázi sulfonylmočovín (Kohout, 1997).

Preemergentně se pro regulaci lilku v košťálovinách používají herbicidy obsahující metazachlor a pendimethalin (Jursík a kol., 2016).

3.2.4 Merlík bílý

Chenopodium album náleží do čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*) a řadí se mezi středně vysoké, jednoleté pozdně jarní plevely. Patří mezi nejnebezpečnější plevelné druhy u nás i ve světě. Jeho výška může dosahovat až 2 m. Tvoří často i více než polovinu půdní zásoby plevelů. Kvete od června do podzimu v letech.

Rozmnožuje se především semeny. Na jedné rostlině dozrávají statisíce nažek, které se odlišují delkou i silou dormance ale i klíčivostí. Nejlepší podmínky pro klíčení jsou na povrchu půdy či z hloubky do 2 cm. Rostliny hromadně vzcházejí mezi prvními jarními pozdními pleveli (Kohout, 1997).

Děložní listy jsou na vrcholu tupé či zaokrouhlené, čárkovitě kopinaté o délce 7-11 mm a šířce 1,5-2,5 mm s nezřetelnou žilnatinou. Řapíky jsou lysé a dosahují čtvrtiny až třetiny délky čepele. Listy pravé jsou v počátcích vstřícně postavené, později střídavě. První

pár pravých listů má vejčité čepele o délce 9-16 mm a šířce 5-10 mm. Řapíky dosahují až dvou třetin délky čepele. Další listy jsou po okraji nepravidelně zubaté a výrazněji zvlněné se zřetelnější žilnatinou (Hamouz a Hamouzová, 2005).

Kohout (1997) uvádí, že při regulaci tohoto plevele je důležité zabránění dozrání nažek. Je celkem dobře potlačován půdními herbicidy s delším reziduálním účinkem (pendimethalin). Relativně odolný je k herbicidům s účinnou látkou bentazon a k některým sulfonylmočovinám.

3.3 Metody regulace plevelů

Stall (2010) uvádí, že efektivní regulace plevelů by měla být postavena na kombinaci postupů, které jsou prováděny během celého roku. Mezi tyto postupy je řazen osevní postup, výběr stanoviště, kultivace půdy, pěstování mezplodin, zvážení hustoty, doby a typu založení porostu, mulčování a v neposlední řadě použití herbicidů.

3.3.1 Nepřímé

Jursík a kol. (2018) uvádí, že za nepřímé nebo preventivní metody považujeme takové, které brání výskytu plevelů tím, že vytváří podmínky, které negativně ovlivňují jejich životní cyklus, nebo zabraňují jejich šíření na nová stanoviště.

3.3.1.1 Výběr stanoviště a materiálu

Mezi nepřímé způsoby regulace plevelů patří již výběr správného stanoviště pro danou kulturu. Plodinu, která je velmi citlivá na zaplevelení určitým druhem plevele není vhodné pěstovat na pozemcích, kde je výskyt těchto plevelů hojný. Velmi důležité je také používání čistých osiv a statkových hnojiv bez příměsí semen či plodů plevelů. Semena plevelů mohou snadno přežít průchod trávicím traktem hospodářských zvířat a při nedostatečné fermentaci na hnojišti se dostanou na hnojené pozemky. Výskyt plevelů v místech kompostáren či hnojišť je značně nežádoucí a pozemky a jejich okolí je třeba udržovat v bezplevelném stavu (Jursík a kol., 2018).

Kocourek a kol. (2016) uvádí, že při pěstování raných kultur hlávkového zelí a květáku jsou vhodné lehčí a záhřevnější půdy, které příznivě ovlivňují rychlost zapojení a vývoj porostu. Pro pozdní odrůdy jsou vhodnější půdy středně těžké až těžší, s dobrou schopností zadržovat dostatečnou zásobu vody, která přispěje k dobré kondici rostlin. Pozdní kultury lépe prospívají v lokalitách s mírnějším průběhem především letních teplot. Podle Stalla (2010) je nutnost regulace plevelů závislá na teplotních rozdílech v jednotlivých sezónách. V publikaci uvádí, že zelí je mnohem více konkurenceschopné, pokud roste v příznivých podmínkách.

Pokus s ředkvi ohnicí (*Raphanus raphanistrum*) demonstruje konkurenceschopnost zelí. V průběhu teplejšího období jara nebo podzimu nebyl průměrný výnos zelí snížen ani při výskytu 16 ks rostlin ředkve ohnice na 1 m². Naopak v průběhu pěstování v sezónách s chladnějším průběhem jara či podzimu byla produkce významně snížena již při výskytu 1

kusu rostliny ředkve ohnice na 1 m². Proto se doporučuje zvažovat již při výběru stanoviště možnost kolísání teplot na základě historických dat. (Stall, 2010)

Důležitým parametrem je také pH půdy, jehož hodnota by se pro hlávkové zelí měla pohybovat v rozmezí 6,5 – 7,5. Květák je k pH půdy poněkud tolerantnější, optimální hodnota je 6,5 – 8,0 (Kocourek a kol., 2016).

3.3.1.2 Osevní postup

Anderson (2011) uvádí, že osevní postup se využívá k regulaci patogenů, plevelů, optimalizaci výnosů a environmentálním vlivům plodiny a zvyšuje výnosy v porovnání s monokulturami až o 20 %. Osevní postup má zásadní vliv na vývoj plevelných společenstev. Základem je vyvážená struktura střídání ozimých a jarních plodin a zohlednění stanovištních podmínek (Jursík, 2018).

Je tedy třeba brát v potaz zlepšující a zhoršující vlastnosti plodin na půdu, vliv na vodní režim, velikost a hloubku kořenového systému, pravidelné obměny plodin z odlišných tříd a čeledí a plodin s obohacujícím či ochuzujícím vlivem na půdu. Je-li toto dodržováno, nemělo by dojít k problémům, které jsou spojeny s přemnožením škodlivých druhů plevelů (Mikulka a kol., 1999). Pokud k přemnožení jednotlivého druhu či skupiny plevelů dojde, je tím snížena produkce a stoupají náklady na ochranu, je vhodné zařadit několikaletý sled plodin, ve kterém se dané plevele nemohou uplatnit. Osevní sledy reagující na aktuální stav zaplevelení mohou být často účinnější formou regulace zaplevelení než fixní (byť vyvážený) osevní postup (Barberi, 2002).

Podle Kocourka a kol. (2016) není vhodné na plochách s produkcí brukvovité zeleniny pěstovat brukvovité krmné plodiny a meziplodiny nebo zelené hnojení (hořčice, řepice). Jursík a kol. (2016) uvádí, že při problematické regulaci brukvovitých plevelů v porostu košťálové zeleniny by neměla být do osevního sledu zařazována ozimá řepka, a to z důvodu velkého výdrolu, který je komplikovaně potlačitelný. Cílená likvidace brukvovitých plevelů (např. plevelná ředkev ohnice, penízek rolní, kokoška pastuší tobolka) přispěje k omezení chorob jako je virová mozaika, bakteriální černá žilkovitost brukvovitých, nádorovitost kořenů brukvovitých, alternariová skvrnitost brukvovitých, plísňe brukvovitých, aj. (Kocourek a kol., 2016). Nevhodnou předplodinou jsou též brambory. Naopak s ohledem na maximální eliminaci pozdních jarních a vytrvalých plevelů, které jsou při pěstování košťálové zeleniny nejvíce problematické je vhodné zařazovat do zelinářského osevního sledu ozimé obilniny a další nepříbuzné druhy (nebo jejich směsi) jako je svazenka, luskoobilná směs – např. peluška a oves (Kocourek a kol., 2016).

3.3.1.3 Zpracování půdy

Kohout (1997) uvádí, že kvalitní zpracování půdy hraje v komplexním systému regulace plevelů významnou roli. Absence nebo nekvalitní provedení podmínky, orby či předseťového zpracování půdy, vede k vyšší potřebě přímých regulačních zásahů proti plevelům. Podmínka odstraňuje plevele, případně výdrol plodiny, které přečkaly sklizeň nebo

vzešly krátce po sklizni. Orba nebo hloubkové kypření jsou operace, při kterých se půda provzdušní a urychlí se mineralizace. Přítomností vzduchu v půdě vzrůstá aktivita aerobních organismů, které napadají semena uložená v půdě. Orba rovněž potlačí plevely, které vzešly nebo byly schopné regenerovat po podmítce. Významná je zejména z pohledu vytrvalých plevelů. Předset'ová příprava půdy by měla odstranit plevely, které vyrostly či zregerovaly po orbě (Jursík a kol., 2018).

3.3.1.4 Meziplodiny

V systému prevence má význam i pěstování meziplodin. Efektivitu lze spatřit v konkurenceschopnosti meziplodiny, která omezuje vysemeňování plevelů v meziorostním období a u vytrvalých plevelů mohou napomáhat v oslabování kořenového systému či jiných vegetativních rozmnožovacích orgánů. Význam nabývá porost meziplodiny v případě, kdy po předplodině následuje dlouhé meziorostní období, které by vyžadovalo opakované zásahy vůči plevelům, ať již chemické nebo mechanické. Vzházení plevelů je omezeno především konkurencí o světlo, vodu a živiny, často také alelopatickým působením. Vliv meziplodiny na plevely do značné míry závisí na použitém druhu meziplodiny a výběru následné plodiny. Vysokou schopnost potlačovat plevely má např. hořčice bílá nebo ředkev olejná. I rostlinné zbytky mohou zabraňovat klíčení plevelů pomocí alelopatického působení nebo i fyzikálně, když zbytky meziplodiny zůstávají na povrchu ve formě mulče (Jursík a kol., 2018).

3.3.2 Přímé

Tyto metody řadíme mezi pracovní operace, které mají za úkol potlačit plevely v porostu přímo z porostu pěstované plodiny (Jursík a kol., 2018).

3.3.2.1 Mechanické

Mikulka a kol. (1999) uvádí, že zásahy regulující plevely během vegetace plodiny jsou komplikovanějšího charakteru, neboť je třeba zohledňovat a brát v potaz požadavky plodiny. Ta nesmí být vystavena příliš velké stresové zátěži, která často vede k poškození plodiny (fytotoxicity).

Do mechanických způsobů regulace plevelů patří téměř všechny kultivační zásahy v průběhu vegetace plodiny. Účinným způsobem mechanické regulace je ruční pletí či okopávka. Podle Kocourka a kol. (2016) lze ruční odstraňování plevelů doporučit hlavně v případech počátečního výskytu nebezpečných druhů plevelů, které se na pozemek rozšířily, a i relativně malý počet rostlin by představoval značné riziko i v dalších letech, kdy by došlo k plošnému rozšíření.

V praxi je tento způsob velmi náročný po finanční i pracovní stránce úkonu. Proto se využívá pouze v maloparcelních produkčních celcích nebo v produkci osiv či sadby.

Nejvíce rozšířeným způsobem mechanické regulace plevelů je plečkování. Plečky dělíme na aktivní a pasivní. Aktivní (rotační) plečky intenzivně působí na povrch půdy. Plevelné rostliny jsou mechanicky poškozovány a zároveň zapravovány do půdy, čímž se omezuje regenerace. Pasivní plečky pronikají do hloubky několika centimetrů a podřezávají kořenový systém plevelů. Je-li sucho, rostliny plevelů zasychají. V opačném případě mohou regenerovat. (Jursík a kol., 2018). Optimální vlhkost půdy je tedy základním předpokladem účinnosti tohoto zásahu (Kocourek a kol., 2016).

Podle Kocourka a kol., (2016) je pozitivním přínosem plečkování i rozrušení půdního škraloupu, který se vyskytuje především na nestrukturních půdách a je nežádoucí především u setých porostů (horší vzcházení a počáteční růst). Plečkování však není schopno regulovat všechny plevele na pozemku. Nastavení pleček musí být takové, aby účinně regulovaly plevele v meziřádcích, ale nedocházelo k poškození plodiny. Proto vždy část pozemku (řádky a prostor kolem nich) zůstane nezpracovaná a plevele zde mohou konkurovat plodině. Při plečkování se na povrch dostávají semena plevelů z hlubších vstev a nová semena ze svrchní vrstvy půdy se dostávají do vhodnější polohy pro vyklíčení a vzejití. Plečkování je proto třeba opakovat do zapojení porostu plodiny (Vanc, 2001).

3.3.2.2 Fyzikální

Podle Jursíka a kol. (2018) patří mezi nejpoužívanější termické metody (využití vysokých teplot). Mezi ty spadá používání plamenových pleček, hořáků nebo solarizace půdy za pomoci mulčovací folie.

3.3.2.2.1 Mulče

Jako mulče jsou používány především nejrůznější neprůhledné materiály (PE folie, celulosové materiály, netkaná textilie), které znemožňují pronikání světla na povrch půdy a zabraňují tak fotosyntéze plevelů. Teplota je pod neprůhlednými mulčovacím materiálem nižší než na nezakryté půdě. Hodí se proto pro chladnomilnější plodiny, mezi které patří i košťálová zelenina. Tyto metody regulace plevelů jsou účinné, ale přes svou náročnost z hlediska finanční a technické stránky nenacházejí většího uplatnění při regulaci plevelů v porostech košťálové zeleniny (Jursík a kol., 2018).

3.3.2.3 Chemické

Herbicidy jsou chemické látky ovlivňující fyziologické pochody rostlin a v konečném důsledku způsobují předčasné ukončení životního cyklu. Zpravidla se jedná o inhibici jednoho nebo více enzymů, které katalyzují některou z reakcí při biosyntéze organických sloučenin (Jursík a kol., 2018).

Mikulka (2014) uvádí, že používání organických herbicidů začalo se skončením druhé světové války. Používání herbicidů je v porovnání s mechanickými metodami nenáročné po stránce finanční a pracovní. Nevýhodou je, že při nevhodné manipulaci s sebou nese tato metoda regulace plevelů rizika jako poškození plodiny (fytotoxicita) či kontaminace

prostředí (půda a voda). Závažným problémem je negativní vliv na zdraví člověka a necílových organismů, které s herbicidními látkami přichází do styku, ať v přímé formě vystavení se při aplikaci nebo v podobě zbytkové tzv. reziduální. Rezidua jsou zbytky herbicidních látek, které jsou nacházeny v půdě, podzemních nebo povrchových vodách a nezdědká také v potravinách (Jursík a kol., 2018).

3.3.3 Herbicidy

Herbicidy se prodávají v kapalně nebo pevně formě (formulaci). K samostatnému použití se míchají s vodou či jiným nosičem (např. kapalná hnojiva) o různých koncentracích za pomoci dalších činidel (adjuvanty). Tyto látky je třeba skladovat v rozmezí teplot 0-30 °C (Cobb a Reade, 2010).

Pro dosažení požadované účinnosti herbicidů je potřeba splnit řadu podmínek, které zahrnují zasažení cílové rostliny herbicidem, dostatečné přijetí herbicidu plevelnou rostlinou, transport (traslokace) v rostlině (platí především pro systemicky působící herbicidy), akumulace (hromadění) a perzistence (stálost) herbicidu v místě účinku. Pokud dojde k nesplnění některé z těchto podmínek je výsledná účinnost nedostatečná. (Jursík a kol., 2018) Porozumění fyziologickým pochodům rostlin je tedy klíčové pro správný výběr herbicidu, zejména v závislosti na mechanismu a místu jeho působení (Price, 2015).

Podle eAgri (2020) s sebou použití herbicidů nese rizika poškození sousedních ploch. Nežádoucí úlety lze výrazným způsobem eliminovat používáním vhodné aplikační techniky, především výběrem vhodných trysek. Aplikace herbicidů by měla být prováděna za příznivých povětrnostních podmínek (důležitý je především směr a rychlost větru). Pokud jsou aplikovány při nevhodných povětrnostních podmínkách, dochází k fytotoxickým projevům (Dayan a Duke, 1997).

Nejvhodnější je aplikace ráno a v podvečerních hodinách, kdy je nižší síla větru a jsou příznivé podmínky pro příjem herbicidu (vyšší vlhkost vzduchu, povrchu půdy a nižší intenzita slunečního záření). Při silnějším větru je možné ošetřovat pouze za použití postřikovače s možností elektrodynamické aplikace nebo postřikovače s mechanismem usměrňování postřikové jichy proudem vzduchu. V případě, že pozemek sousedí s vodní plochou, je třeba dodržovat od těchto ploch ochranné pásy, které nejsou pesticidy ošetřovány, v takové šíři, která je uvedena na etiketě každého přípravku. Použitím vhodných trysek může být tato vzdálenost zkrácena (eAgri 2020).

3.3.3.1 Možnosti příjmu herbicidů

Výsledná účinnost herbicidů závisí na množství účinné látky, která se dostane na cílové místo působení. Existují však různé bariéry, které brání průniku herbicidní molekuly do rostlinné buňky. Kutikula s lipidy a buňky umístěné pod ní jsou překážkou při pronikání herbicidu do nadzemních orgánů. Při použití půdních herbicidů jsou důležitými faktory fyzikální a chemické vlastnosti půdy a její vlhkost (Cobb a Reade, 2010).

Účinné látky herbicidů jsou do porostu distribuovány v podobě postřikové jichy (směsi formulace herbicidu a vody). Pro herbicidy se používá dávka postřikové jichy 200-300

l/ha. Nižší dávka je z ekonomické stránky výhodnější, avšak je vyžadována kvalitní a přesná aplikační technika. Množství vyšší než cca 300 l/ha může být použito u cílového porostu, který je třeba dokonale pokrýt kontaktními herbicidy nebo desikanty (Jursík a kol., 2018).

3.3.3.2 Formulační typy herbicidů

Mezi nejběžněji používané formulace herbicidů patří emulgovatelné koncentráty, suspenzní koncentráty a dispergovatelné granule.

Emulgovatelný koncentrát (EC) sestává z herbicidu, který je rozpuštěn v organickém rozpouštědle s emulgátorem a následně se ředí na požadovanou koncentraci pro přímou aplikaci. EC je běžně tvořen 60-65 % účinnou látkou herbicidu (kapalina) rozpuštěným v 30-35% rozpouštědle s 3-7 % emulgátoru a po přidání do vody obvykle tvoří neprůhlednou nebo mléčně zbarvenou kapalinu (Cobb a Reade, 2010).

Suspenzní koncentráty (SC) jsou jemně rozemleté pevné účinné látky herbicidů, které jsou prakticky nerozpustné ve vodě a tvoří s vodou pouze směsi. Je proto třeba použití dalších činidel k zajištění suspenzní formulace (Cobb a Reade, 2010). Jursík a kol. (2018) uvádí, že tyto formulace herbicidů jsou koncentračně nestálé a vyskytuje se u nich riziko usazenin ve filtrech, rozvodech aj.

Ve vodě dispergovatelné granule (WG) jsou pevné formulace herbicidů s obsahem účinné složky pohybující se od 2 do 75 %. Tato formulace se často používá pro sulfonylmočoviny. Dispergovatelné granule se snadno rozpouští ve vodě, podobně jako smáčitelné prášky (WP), avšak nespornou výhodou je možnost bezprašné manipulace, která snižuje riziko vdechnutí či jiné zasažení osob nebo životního prostředí (Cobb a Reade, 2010). Před přidáním do nádrže postřikovače je třeba granule důkladně promísit s vodou v menší nádobě (Jursík a kol., 2018).

3.3.3.3 Herbicidy používané v košťálové zelenině

3.3.3.3.1 Princip působení

Soukup (2005) uvádí, že transport účinné látky v rostlině probíhá prostřednictvím floému, xylému a plazmodesmami mezi buňkami a mezibuněčnými prostory. Podle Jursíka a kol. (2018) jsou herbicidy narušiteli různých fyziologických procesů, které jsou nezbytné pro normální růst a vývoj rostlin. Jedná se zejména o inhibici jednoho nebo více enzymů, které katalyzují některou z reakcí při biosyntéze organických sloučenin.

3.3.3.3.1.1 Inhibitory stavby mikrotubulů

Do skupiny inhibitorů stavby mikrotubulů patří nitroderiváty anilinu (Jursík a kol., 2018). Od roku 2010 do roku 2019 patřili k často používaným herbicidům. V roce 2018 bylo z Velké Británie exportováno množství těchto herbicidů dosahující hodnoty 1,3 milionu britských liber (Statista 2020).

Nitroderiváty anilinu zasahují dělivá pletiva, která jsou koncentrována v apikální části klíčku a v kořenové špičce klíčící rostliny. Herbicidy z této skupiny jsou přijímány u trav především koleoptile, u dvouděložných rostlin hypokotylem, v malé míře i kořeny. Kvůli horší pohyblivosti v rostlině je jejich účinnost omezena pouze na vzcházející plevle.

V České republice je dnes používán pouze pendimethalin. Vyznačuje se nízkou rozpustností ve vodě. Je velmi dobře poután i v písčité půdě a po intenzivních srážkách po aplikaci. Možnost proplavování do podzemních vod je tak minimalizována. Významnou předností používání pendimethalinu je nízké riziko vzniku rezistentních populací plevelů současně s minimálním reziduálním poškozením následných plodin (Jursík a kol., 2018). Reade a Cobb (2010) uvádí, že pendimethalin byl zaveden v roce 1976.

3.3.3.3.1.2 Inhibitory syntézy lipidů

Skupina herbicidů inhibující syntézu lipidů zahrnuje dvě podskupiny (inhibitory ACCasy a inhibitory syntézy mastných kyselin s dlouhým řetzcem – VLCFA). Obě podskupiny herbicidů jsou významné při regulaci plevelů v porostech košťálové zeleniny. Lipidy jsou základní stavební jednotky rozličných rostlinných pletiv. Podílejí se na regulaci enzymatické aktivity a jsou zásobními látkami buněk (Jursík a kol., 2018).

3.3.3.3.1.2.1 Inhibitory ACCasy

Jursík a kol. (2018) uvádí, že acetyl-CoA karboxyláza neboli ACCasa je enzym, který se podílí na první reakci při biosyntéze mastných kyselin. Nachází se v chloroplastech a cytoplazmě dělivých pletiv. Nejvíce zřetelná jsou proto poškození na mladých listech, kde se nachází vysoká koncentrace meristémových buněk. Výše popsané poškození způsobují dvě skupiny účinných látek, které se používají v košťálové zelenině – R isomery aroxy-fenoxy-propionátů (účinné látky propaquizafop, quizalofop, fluazifop) a cyklohexandiony (cycloxydim, clethodim).

Inhibitory ACCasy neboli listové graminicidy jsou herbicidy s krátkou perzistencí v půdě a malou vodorozpustností. Vyznačují se poměrně nízkým dávkováním. Při použití vyšší dávky jsou účinně zasahovány i vytrvalé druhy plevelů – např. pýr plazivý (Mikulka a kol., 2005). Podle Kukorelliho a kol. (2013) je v současné době popsána rezistence u více než 42 travovitých plevelů k těmto herbicidům, která se vyvinula v důsledku dlouhodobého opakovaného používání těchto herbicidů.

3.3.3.3.1.2.2 Inhibitory syntézy VLCFA

Inhibitory syntézy mastných kyselin s dlouhým řetzcem (VLCFA) inhibují aktivitu některých esenciálních rostlinných enzymů (např. elongáza). Podle Cobba a Reade (2010) narušují různé biochemické procesy a tím i normální vývoj, růst a dělení buněk.

Jursík a kol. (2018) uvádí, že travovité plevle přijímají tyto herbicidy pomocí koleoptile, zatímco dvouděložné především kořeny klíčících rostlin. V rostlině jsou rozváděny

pouze xylémem. Poškození trávovitých plevelů se projevuje zhroucením vrcholové části klíčku. U citlivých druhů trav často nedojde ani ke vzejití. Dvouděložné rostliny vykazují poškození zakrňováním pravých listů a krabacením jejich okrajů. Působí především na klíčící plevelle. Účinnost na plevelle v pokročilých růstových fázích je nedostatečná, proto se používají preemergentně, někdy časně postemergentně, popřípadě již před setím plodiny.

Z chemického hlediska jsou inhibitory VLCFA řazeny k acetamidům, které jsou dobře rozpustné ve vodě. Je vhodné je mělce zapravit do půdy, avšak zvyšuje se riziko poškození plodiny, zvláště je-li proveden mělčí výsev. V košťálové zelenině je z této skupiny hojně používán herbicid metazachlor (obsahuje jej např. přípravek Butisan 400 SC), který byl uveden na trh v roce 1976 (Cobb a Reade, 2010) nebo pethoxamid (např. přípravek Successor 600, který je v ČR registrován do řepky od roku 2013) ze skupiny chloracetamidů. Z propanacetamidů je používána účinná látka napropamide (např. přípravek Devrinol). S ohledem na vyšší perzistenci v prostředí lze v blízké době očekávat restrikcí většiny herbicidů z této skupiny (Jursík a kol., 2018).

3.3.3.3.1.3 Růstové herbicidy

Jursík a kol. (2018) uvádí, že auxiny regulují v rostlině mnoho procesů, zejména růst, dělení a diferenciaci rostlinných pletiv. Růstové herbicidy (syntetické auxiny) fungují jako přírodní rostlinné hormony auxinoidní povahy. Jejich působením je narušena fytohormonální rovnováha rostlin a dochází k poruchám metabolismu a následnému odumření v důsledku destrukce buněčných membrán, ucpání vodivých pletiv či snížení transpirace a příjmu oxidu uhličitého.

Růstové herbicidy jsou přijímány převážně listy, někdy i kořeny a v rostlině rozváděny především floémem. Působí zejména na dvouděložné plevelle, trávy jsou v důsledku omezené translokace k růstovým herbicidům tolerantní. V košťálové zelenině jsou z této skupiny využívány pyridin-karboxylové (clopyralid a picloram) a chinolin-karboxylové deriváty (quinmerac) (Jursík a kol., 2018).

Clopyralid, byl podle Cobba a Reade (2010) uveden na trh v roce 1975, quinmerac začal být používán až o 10 let později. Clopyralid je ve vodě dobře rozpustný a v půdě poměrně dlouze perzistentní herbicid. Ahmad a kol. (2003) uvádí, že poločas rozpadu clopyralidu se pohybuje od 5 do 70 dnů v závislosti na působení vnějších vlivů.

3.3.3.3.1.4 PS II inhibitory

Z herbicidů inhibujících fotosyntézu, konkrétně fotosystém II (PS II inhibitory) je u nás v košťálovinách používán pouze pyridate (přípravek Lentagran) (Jursík a kol., 2018).

Tento kontaktní herbicid je přijímán převážně listy, přičemž nejvyšší účinnosti je dosahováno v raných růstových fázích plevelů. Aplikace se proto provádí postemergentně. Pro dostatečný účinek je třeba zasáhnout celý povrch plevelů. Na listech se v rádech dnů po aplikaci vyskytují chlorózy a následně nekrózy. Postupně dojde k úplnému vyschnutí pletiv jako důsledek narušení buněčných membrán, tento druh poškození je podobný mrazovým

poškozením. Pokud je provedena aplikace v pozdější růstové fázi (po překročení 8 pravých listů) účinnost se rapidně snižuje. U vytrvalých plevelů dochází snadno k obnově nadzemních částí rostliny a může vytvářet nové výhony (Jursík a kol., 2018).

Ačkoliv se pyridazinony řadí mezi látky s příznivějším ekotoxickým profilem, než vykazují například triazinony nebo uracily ze skupiny PS II inhibitorů, lze v budoucnosti očekávat restrikcí většiny těchto herbicidů v EU (Jursík a kol., 2018).

3.3.3.3.1.5 Inhibitory syntézy diterpenů

Inhibitory syntézy diterpenů spadají pod skupinu inhibitorů syntézy rostlinných pigmentů (karotenoidů). Jedinou účinnou látkou z této skupiny herbicidů je clomazone (např. přípravek Command), který mimo inhibice enzymu fytoendesaturázy (PDS) narušuje také tvorbu diterpenů, které jsou prekurzory gibberelinů a tvoří koncovou část molekuly chlorofylu (Vencill, 2002). Poškození clomazonem se projevuje zakrňováním a albifikací listů (jako následek rozpadu chlorofylu) (Jursík a kol., 2018).

Podle Jursíka a Soukupa (2006) se clomazone používá jako půdní preemergentní herbicid. Využívá se zejména do tank-mix (TM) kombinací s účinnou látkou metazachlor (Butisan). Clomazone je poměrně dobře rozpustný ve vodě a je vysoce těkavý, v půdě dobře pohyblivý s výjimkou půd s vysokým obsahem humusu (Gunasekara a kol., 2009). Je-li aplikován za vlhka a tepla, může způsobit poškození vegetace vzdálené i několik desítek metrů od ošetřené plochy (Jursík a kol., 2018).

3.3.3.4 Charakteristika aplikovaných herbicidů

Přípravek Successor 600 je formulován jako emulgovatelný koncentrát a je používán k regulaci jednoletých trávovitých a dvouděložných plevelů. Obsahuje účinnou látku pethoxamid v množství 600 g/l, která patří do skupiny chloracetamidů, a je přijímána především kořeny, hypokotylem a v menší míře také listy plevelů. Je vhodný k aplikaci v antirezistentních postřikových sledech (Agroprotec 2020). Pethoxamid působí jako inhibitor syntézy mastných kyselin s dlouhým řetězcem (VLCFA). Již vzešlé plevele jsou citlivé maximálně do stádia děložních listů, reziduální účinnost proti později vzházejícím plevelům trvá několik týdnů po aplikaci přípravku (Agromanual 2020).

Přípravek Devrinol 45 F s účinnou látkou napropamide v množství 450 g/l formulovaný jako suspenzní koncentrát se používá k preemergentnímu ošetření proti jednoletým travám a dvouděložným plevelům (Agromanual 2020). Napropamide je půdní herbicid působící přes kořenový systém vzházejících plevelů. Napropamide patří do skupiny acetamidů, které inhibují VLCFA. Má dlouhodobý reziduální účinek (Chemontba 2020).

Přípravek Stemat Super je kontaktní listový i půdní herbicid s reziduálním účinkem ve formě tekutého dispergovatelného koncentrátu k regulaci dvouděložných plevelů a jednoletých trav. Obsahuje účinnou látku ethofumesát z chemické skupiny benzofuranů

v množství 500 g/l. Je přijímán listy i kořeny plevelů i klíčovými pleveli a půdobi jako inhibitor prodloužení řetězců (Agromanual 2020).

3.3.3.5 Selektivita herbicidů

Jursík a kol. (2018) uvádí, že schopnost herbicidních látek poškozovat určité spektrum rostlin a zároveň tolerovat jiné rostlinné druhy se nazývá selektivita. Herbicidy vykazují různou toleranci k různým plodinám, která se vyjadřuje pomocí kvocientu selektivity (Q_s). Tento kvocient představuje poměr mezi dávkou herbicidu, při níž dochází k 10% poškození plodiny a dávkou, která zajišťuje 90% účinnosti na plevele.

Se zvyšující se selektivitou stoupá rozmezí hodnot dávek i kvocientu. Velké množství herbicidů používaných v zemědělství se používá jako selektivní, avšak jejich selektivita ke konkrétní plodině závisí na mnoha faktorech, jako jsou podmínky prostředí, dávka a termín aplikace. I přes dodržení použití registrované dávky herbicidu může vlivem vnějších podmínek nebo u porostů se sníženou vitalitou dojít k projevům fytoxicity. V jisté míře jsou nepatrné projevy běžné a po odeznění nemají v dalším období vegetace vliv na výnos či kvalitu plodin.

Selektivita herbicidů se zakládá na odlišných mechanismech, které mohou být vzájemně propojeny. Častým způsobem je fyziologicky podmíněná selektivita-degradace herbicidu v rostlině, která stojí na fyziologických a biochemických rozdílech mezi různými rostlinnými druhy. Odolné rostliny jsou schopny degradovat herbicid v kratším čase než citlivé druhy, které jej metabolizují nedostatečně rychle a dojde u nich k destruktivním fyziologickým projevům dříve, než jsou schopny metabolizovat herbicid. Dalšími zdroji fyziologické selektivity je nadměrná tvorba enzymu, který má být herbicidem zablokován nebo i drobná odlišnost enzymatické struktury vůči kterému má být herbicid aktivní. V takovém případě nedojde k navázání ani blokaci daného enzymu (Jursík a kol., 2018).

Pro zvýšení účinnosti herbicidů se jako aditivní látky používají tzv. safenery, které zvyšují selektivitu k plodině, při zachování účinnosti na plevele. Působením safenerů se snižují projevy fytoxicity jako důsledek navýšení produkce deaktivčních enzymů. Nejběžnějšími safenery jsou mefenpyr-diethyl, isoxadifen, cyprosulfamide nebo dichlormid. Ekler a Stephenson (1990) uvádí, že pro metazachlor je nejúčinnějším safenerem dichlormid.

Selektivitu herbicidů mohou ovlivňovat i morfologicko-anatomické rozdíly mezi rostlinnými druhy mezi které patří přilnavost herbicidu na povrchu listů nebo stavba rostlinných pletiv (Jursík a kol., 2011).

Při preemergentní herbicidní ochraně košťálové zeleniny je často využíváno poziční selektivity, která je podmíněna místem dopadu herbicidu. Princip spočívá v rozdílných zónách kořenového systému plevele a plodiny. Po preemergentní aplikaci půdního herbicidu vzniká film, který brání vzcházení citlivých plevelů. Plevelné druhy, které tvoří drobná semena vzcházející z povrchových vrstev půdy (tzn. 10-20 mm), jsou při klíčení vystavena vysoké koncentraci herbicidu. U semen plodin a plevelů umístěných hlouběji v půdním profilu nedojde k dostatečnému zasažení a snižuje se tak riziko poškození plodiny. Využití poziční selektivity je tedy podmíněno hlubším výsevem pod herbicidní film. Dojde-li k vydatným srážkám nebo intenzivní závlaze po aplikaci herbicidů s vyšší rozpustností ve vodě, hrozí proplavení herbicidu do hlubších vrstev půdy a výrazného poškození kořenů plodiny.

Důležitým aspektem účinného využití poziční selektivity jsou tedy vhodné výhledové povětrnostní podmínky (Jursík a kol., 2018). Podle Jursíka a Crhy (2014) lze provést aplikaci ještě před výsadbou zeleniny např. herbicidu pendimethalin – přípravek Stomp. Hrozí ovšem riziko kontaktu kořenového balu sazenic s herbicidem, především při ruční výsadbě.

Podle Jursíka a kol. (2016) vykazují přípravky při vhodně zvolené dávce akceptovatelné poškození zelí a květáku.

- metazachlor (max. 600 g/ha) je vhodný hlavně k aplikaci po výsadbě a zakořenění sadby
- quinmerac (max. 250 g/ha) pro aplikaci před výsadbou (zasažení listů zeleniny není žádoucí)
- clomazone (max. 72 g/ha) pro aplikaci před výsadbou
- pendimethalin (max. 1000 g/ha) je využitelný pro aplikaci před i po výsadbě (po zakořenění)

3.3.3.6 Rezidua herbicidů

3.3.3.6.1 Poškození košťálové zeleniny rezidui herbicidů použitých v předchozích plodinách

Některé herbicidy, zejména sulfonylmočoviny mohou způsobovat fytotoxicitu ještě několik měsíců (i let) po aplikaci. Je proto třeba brát v úvahu herbicidní ošetření předplodiny z hlediska řazení do osevního postupu. V suchých letech nebo na pozemcích s redukováným zpracováním půdy bývá perzistence herbicidů v půdě vyšší. Na rizikových pozemcích (těžší půdy a půdy s vyšším pH) je vhodné používat k regulaci plevelů v předplodině herbicidy s krátkou perzistencí v půdě (Jursík a kol., 2016). Jursík a kol. (2018) uvádí jako účinné látky s krátkým poločasem rozpadu v půdě za laboratorních aerobních podmínek např. cycloxidim, pethoxamid, pyridate.

Pomocí přípravků na ochranu rostlin se v posledních 50 letech podařilo velmi výrazně stabilizovat výnosy ve většině plodin (Sondhia, 2013). Průměrná výše výnosových ztrát v důsledku negativního působení škodlivých organismů (včetně plevelů) je 36,4 % (Řehák, 2015). Hnízdil (2015) uvádí, že bezpečnost potravin v České republice je na velmi vysoké úrovni a naprostá většina potravin na trhu splňuje maximální limit pro obsah reziduí pesticidů (MRL-Maximum Residue Levels).

Podle Jursíka a kol. (2016) je pro nízkoreziduální nebo bezreziduální produkci potravin při používání herbicidů nezbytné stanovení akčních ochranných lhůt. Nízkoreziduální produkce je zemědělská produkce, při které jsou rezidua použitých herbicidů v produktech pod limitem předem stanoveného a vyžadovaného akčního prahu, například pod 25 % nebo 50 % MRL. V případě bezreziduální produkce jsou rezidua použitých herbicidů v produktech pod limitem 0,01 mg/kg (shodné jako limit pro produkty určené pro dětskou výživu). Pro splnění podmínek bezreziduální produkce je zakázáno používat některé účinné látky herbicidů s pomalou degradací. U některých přípravků je třeba významně prodloužit ochranné lhůty (dodržovat požadované akční ochranné lhůty). Ochranná lhůta (OL) je doba ve dnech od termínu poslední aplikace přípravku do sklizně plodiny. Je vždy uváděná pro konkrétní přípravek a plodinu. OL je úředně stanovena v Seznamu povolených přípravků na ochranu rostlin a uvedena na etiketě přípravku. Při dodržení OL nemůže za obvyklých podmínek nastat překročení hodnoty MRL. Akční ochranné lhůty (AOL) jsou vyjádřeny ve

dnech, a počítají se od termínu poslední aplikace přípravku do sklizně plodiny. AOL jsou vždy uváděné pro přípravek a konkrétní plodinu a při jejich respektování je garantováno dodržení předem stanovené hodnoty reziduí herbicidů odpovídající akčnímu prahu. Například AOL50 je akční ochranná lhůta pro stanovený akční práh 50 % MRL. Akční ochranné lhůty jsou stanoveny na základě akčních prahů pro nízkoreziduální produkci nebo podle limitu pro bezreziduální produkci. Nejvyšší přípustné limity toxikologicky přijatelného množství herbicidů v potravinách, které odpovídá požadované hodnotě procent MRL platných pro konkrétní plodinu jsou také akční prahy pro nízkoreziduální produkci. V současné době jsou tyto akční prahy využívány hlavně obchodními řetězci jako limit pro plodiny z nízkoreziduální produkce zelenin.

Někteří pěstitelé však nerespektují ochranné lhůty, což v konečném důsledku vede k překračování maximálních povolených limitů reziduí. Tato překročení často odhalí detekční analýza potravin v akreditovaných laboratořích. Podle Jursíka a kol. (2016) jsou herbicidy s pomalou degradací v zelenině inhibitory ACCasy, které vyjma účinné látky cycloxydim nelze použít pro bezreziduální produkci. Rezidua některých listových graminicidů (fluazifop a quizalofop) byly při polním pokusu v košťálové zelenině detekovány i v případě, že doba od aplikace do sklizně byla delší než 40 dní. Podle SZPI (2020) bylo v zelí z maďarského dovozu na konci roku 2019 nalezeno téměř dvojnásobně překročené povolené množství reziduí (MRL) herbicidu fluazifop.

3.3.3.7 Termíny aplikace herbicidů

3.3.3.7.1 Preemergentní aplikace

Kamrin (1997) uvádí, že herbicidy aplikované preemergentně neboli před vzejitím plodiny po jejím zasetí jsou u jednoděložných plevelů přijímány hlavně kořeny. U dvouděložných plevelů také pomocí podděložního článku (hypokotylu).

Preemergentní herbicidy mají primárně vliv na plevele ve fázi klíčení a vzcházení. Půdní herbicid by měl být aplikován ve větším množství vody (alespoň 300 l/ha) na vlhký a dobře zpracovaný bezhrudovitý pozemek. Aplikace za sucha by byla neefektivní (Spáčilová 2019).

Pro košťálovou zeleninu jsou nejčastěji v tomto aplikačním období používány metazachlor a clomazone. V České republice jsou pro PRE aplikaci v košťálovinách registrované přípravky s účinnými látkami clomazone, napropamide, pendimethalin (eAgri 2020).

3.3.3.7.2 Postemergentní aplikace

Spáčilová (2019) uvádí, že tento typ aplikace se provádí po vzejití plodiny a je výhodný z hlediska cílenosti na již vzešlé plevele.

Nejvhodnější termín pro aplikaci daného herbicidu se určuje dle růstové fáze plodiny a plevelů. Nejvyšší účinnost lze zpravidla dosáhnout na plevele v růstové fázi 2-4 pravých listů. U citlivých plodin, např. u květáku, je vhodné postemergentní ošetření herbicidem (např. s účinnou látkou pyridate), provést v dělených dávkách, které omezí poškození plodiny (Petříková a kol., 2012). Postemergentně aplikované herbicidy mohou být, v závislosti na použitém herbicidu, přijímány pouze listy nebo kořeny a listy zároveň. Kombinovaný způsob

příjmu využíváme u časné posteemergentní aplikace po zakořenění sadby košťálovin (Spáčilová 2019).

3.3.4 Adjuvanty

Adjuvanty jsou přídatné látky, které zvyšují efektivitu ošetření herbicidy, čímž lze dosáhnout snížení potřebného množství účinné látky herbicidu. Pozitivně se podílejí na snížení vlivu nepříznivých povětrnostních podmínek a následného environmentálního dopadu (Jursík a kol., 2018). Některé adjuvanty (především olejové) rovněž napomáhají lepšímu pronikání herbicidu skrz lipofilní struktury na povrchu kutikuly (Cobb a Reade, 2010).

3.4 Charakteristika nejvýznamnějších zástupců brukvovité zeleniny

Košťálová zelenina je významnou součástí jídelníčku v oblastech střední Evropy s mírnými zimami a teplejšími léty, kde je dobře adaptována na klimatické a půdní poměry. Ačkoliv průměrná spotřeba klesá, je tradiční surovinou pro přípravu řady pokrmů a v neposlední řadě je ceněna pro vyvážený obsah vlákniny, vitamínů, minerálních látek a antioxidantů. Růžičková či hlávková kapusta a brokolice vynikají, co se týká obsahu axeroftolu (vit. A), tokoferolu (vit. E), kyseliny L-askorbové (vit. C), sulforafanů a glukosinolátů. Další zdraví prospěšné látky a nutriční složky léčebné povahy jsou prokázány u zelných, brokolicových či kapustových šťáv. U zmíněných komodit je v důsledku těchto zjištění předpokládán spotřební nárůst (Petříková a kol., 2012). V roce 2017 dosahovala celosvětová produkce košťálovin 71,45 mil. tun z celkové rostlinné produkce 802,77 mil. tun. Řadí se tak na čtvrté místo v objemu produkce všech pěstovaných plodin (Statista 2020).

Košťáloviny nemají vysoké nároky na teplotu a některé druhy (zelí, kapusta) se vyznačují dobrou mírou konkurenceschopnosti v zapleveleném pěstebním prostředí (Jursík a kol., 2016). Růžičková kapusta snese teploty velice nízké až k extrémním -15 °C. Optimální teplota pro růst většiny košťálovin se nachází v rozmezí od 16 do 20 °C. Důležitá je vysoká vlhkost prostředí a hnojení organickými hnojivy obohacené o mikroelementy a minerální živiny. Pro pěstování jsou vhodné půdy dobře zásobené vláhou, živinami a humusem, hlinité až hlinitopísčité (Worning, 2018). Podle Vaňka a kol. (2007) snáší košťálová zelenina vyšší hodnoty pH a tím i přímé vápnění. Pokluda (2009) uvádí, že košťáloviny se pěstují převážně z předpěstované sadby a z výsevů prováděných časně zjara. Podle Petříkové a kol., (2012) se v současnosti nejvíce uplatňuje minisadba v buňkách (20-25 mm). Rostliny lze vysazovat od března do počátku července. Rané výsadby je vhodné zakrývat netkanou textilií. Jako předplodiny volíme luskoviny, obilniny a píce. Velmi důležitá je doplňková závlaha po celou dobu vegetace, nejlépe postřikem.

Košťáloviny se z hlediska nároků na živiny řadí mezi nejnáročnější zeleniny. Z půdy odčerpávají hlavně dusík, draslík a vápník. Živiny jsou z půdy odebírány rovnoměrně v průběhu celé vegetace. Rozdíly jsou v rychlosti příjmu i celkovém odběru v závislosti na odrůdě a výnosu (Vaněk a kol., 2007). Podle Petříkové a kol. (2012) mají z košťálových zelenin nejvyšší nároky na organické hnojení zelí, květák a kapusta (50 t/ha hnoje). Střední

nároky mají kedlubny (cca 30 t/ha hnoje). Avšak podle Vaňka a kol. (2007) jsou kedlubny pouze zdánlivě méně náročné, protože mají nižší odběr živin. S ohledem na kratší vegetační dobu vyžadují rovněž dostatek živin, jinak rychleji stárnou a dřevnatí. Vaněk a kol. (2007) rovněž uvádí, že nejvyšší odběr dusíku, fosforu i draslíku má z košťálovin bílé zelí (238 kg N, 42 kg P, 266 kg K/ha při výnosu 70 t/ha). Druhou nejnáročnější košťálovou zeleninou je hlávková kapusta. (213 kg N, 33 kg P, 225 kg K/ha při výnosu 30 t/ha). Petříková a kol. (2012) uvádí pro produkci 25 t/ha hlávkové kapusty spotřebu 75 kg N, 12 kg P a 75 kg K. Kedlubny odeberou při výnosu 20 t/ha 100 kg N, 20 kg P a 108 kg K. Množství odběru živin při produkci 25 t/ha brokolice je 140 kg N, 30 kg P, 164 kg K/ha.

Po sklizni košťálovin zůstává na pozemku velké množství posklizňových zbytků, zejména po květáku a brokolici. Tyto zbytky poskytují následně plodině značné množství živin a musí být brány v úvahu při hnojařských opatřeních. Sklizeň 35 t/ha květáku zanechá 45 kg/ha posklizňových zbytků se zůstatkem 160 kg N/ha. Po sklizni 12 tun brokolice zůstane 45 t/ha posklizňových zbytků s obsahem 180 kg N/ha (Vaněk a kol., 2007).

Dusík je pro košťáloviny rozhodující živinou s ohledem na nárůst biomasy. Dávky se stanovují podle odběrového normativu po stanovištní korekci, která zohledňuje zásobenost půdy minerálním dusíkem. Vhodným hnojivem je DAM, močovina či síran amonný, který je důležitým zdrojem síry. Finančně nákladnější, ale výborné hnojivo je dusíkaté vápno, které poskytne žádaný přísun alkalického vápníku a pozvolnější působení dusíku. Dusíkaté vápno má výrazný fyto-sanitární efekt a v některých zemích (Německo) se používá také k regulaci plevelů. Přihnojování během vegetace (hlavně LAV) je vhodné, pokud je třeba hnojit vyššími dávkami dusíku (přes 80 kg) a na lehčích půdách ve stadiu 6-8 pravých listů. Přihnojuje se nejpozději 1 měsíc před sklizní. Při nedostatku dusíku je omezen výnos a nadměrný příjem značně snižuje kvalitu produkce (skladovatelnost, zvýšený obsah nitrátů). Při pěstování košťálovin je důležitý dostatek vápníku a hořčíku. Často se vyskytuje deficit molybdenu (květák a růžičková kapusta). Před nebo těsně po výsadbě se proto hnojí 4 kg/ha molybdenanem sodným ve formě roztoku (postřik, zálivka) (Vaněk a kol., 2007).

3.4.1 Zelí hlávkové

Brassica oleracea var. *capitata*

Petříková a kol. (2012) uvádí, že stejně jako ostatní košťálové zeleniny pochází hlávkové zelí z brukve zelné (*Brassica oleracea*). Nejvyužívanější úpravou zelí je anaerobní mléčné kvašení. Produktem je kysané zelí, které je velmi oblíbené v zemích Evropy. Je využíváno k tepelným úpravám nebo kozumaci v syrovém stavu.

V zelí je obsaženo mimo vitamínů a minerálních látek také nejméně 50 bioaktivních látek, které příznivě působí na zažívací trakt člověka (glykosidy, estery kyseliny sinapové, kyseliny malonové). Červenolisté formy jsou bohaté na anthokyany, tudíž jsou nejen biologicky, ale i z pěstebního hlediska hodnotnější, a to pro svou vyšší chladuodolnost (Kopec, 2010).

Těsně přilehlé listy vlivem jevu, který je nazýván jako epinastie, tvoří hlávky různých tvarů. Setkat se můžeme s kulovitým, zploštělým, kuželovitým tvarem a dalšími variantami

přechodných tvarů a s různou délkou košťálu. Nároky na půdu se u zelí liší podle ranosti. Raným odrudám vyhovuje půda lehčí až středně těžká s dobrou jarní záhřevností a dostatkem humusu. Zelí pozdní pro zpracování (kruhárenské, ke skladování) vyžaduje spíš těžší půdy zásobené sírou a hořčíkem (Kopec, 2010).

Zelí klíčí od teplot 2-3 °C. Jsou-li teploty při vzcházení kolem 20 °C je doba vzcházení až třikrát kratší než při teplotách pod 12 °C. Pokud teploty dlouhodobě klesnou pod -5 °C lze u rostlin mladých i těch ve sklizňové velikosti předpokládat mrazové poškození. Pro hlávkové zelí je vhodná rovnoměrně provlhčená půda. Pokud trpí nedostatkem vláhy projevuje se retardace až zastavení růstu společně s dřevnatěním a zvýšenou mírou napadení škůdci (Petříková a kol., 2012). Malý a kol. (1998) uvádí, že závlaha je v raných růstových fázích pouze 10 mm, později se zvyšuje na 20-25 mm. Období nárůstu hlávek vyžaduje závlahovou dávku 20-25 mm za týden. Zhruba 2-3 týdny před sklizní je vhodné závlahu omezit. (Petříková a kol., 2012).

Do zelí jsou v současné době registrovány přípravky s těmito účinnými látkami: propaquizafop, picloram, pendimethalin, clomazone, quinmerac, napropamide, propyzamid, quizalofop, azoxystrobin, pyridate, ethofumesate, metazachlor, clethodim, cycloxydim, clopyralid (eAgri 2020).

3.4.2 Brokolice

Brassica oleracea var. *italica*

Petříková a kol. (2012) uvádí, že po stránce výživových hodnot je brokolice velmi zajímavou zeleninou, a to pro vysoký obsah vit. C, tokoferolu, minerálních látek, flavonoidů a glukosinolátu sulphorafanu, který brzdí rakovinové bujení. Ze všech brukvovitých zelenin má nejvyšší obsah tohoto cenného antioxidantu právě brokolice.

Brokolice je jednoletá rostlina s mohutnou podzemní částí, která se vyznačuje neutrální reakcí k délce dne. Konzumní částí jsou růžice (zelené či fialové), které jsou sklizeny s košťálem. Pokud nestihneme brokolici sklídit včas dojde k vykvetení žlutým květenstvím, které díky své chuti není vhodné ke konzumaci. V našich podmínkách je pěstována pouze výhonková brokolice. Ve Středomoří se lze setkat i s kvěťákovou formou. Této plodině vyhovují stejně jako jiným košťálovinám těžší půdy s dobrou schopností zadržnosti vláhy (Petříková a kol., 2012).

Optimální teploty pro pěstování se pohybují okolo 20 °C, ale bez poškození snese brokolice teplotu až do -8 °C. Malý a kol. (1998) uvádí, že je třeba opatrnosti, co se týče dávek dusíku, protože ze všech košťálovin je nejvíce náchylná ke kumulaci nitrátů. Vyžaduje vyšší dávky draslíku. Při teplotě 0 °C lze uchovávat až 2 měsíce, teplota do 4 °C zkrátí dobu uchování na maximálně 1 měsíc. Teplota do 12 °C zaručí uchovatelnost cca 1 týden, 18 °C pouze 2-3 dny (Forney, 1991).

V současné době jsou registrovány přípravky s účinnými látkami pendimethalin, clomazone, napropamide, propyzamid, azoxystrobin, pyridate, picloram, cycloxydim, metazachlor (eAgri 2020).

3.4.3 Květák

Brassica oleracea var. *botrytis*

Petříková a kol. (2012) uvádí, že nejkvalitnější výpěstky pochází z podzimních sklizní z oblastí vyšších poloh (400-500 m n. m.). Fasciované květenství kvěťáku lze pozorovat v bílé, žluté nebo fialové barvě. Specifické jsou odrůdy typu Romanesco s růžicemi pyramidálního tvaru žluté barvy a jemnější máslovité struktury.

Vyhovují mu těžší půdy, které dobře drží vláhu, mají dostatek humusu a pH, které se blíží neutrálním hodnotám (6,8-7,5). Pěstujeme-li raný květák, jsou vhodnější písčitohlinité, záhřevné, humózní a lehčí půdy. Vyžaduje dostatek vápníku, fosforu, draslíku, bóru a v neposlední řadě molybden, jehož deficit způsobuje listové deformace až vyslepnutí. (Vaněk a kol., 2007). K výsadbě koncem května dochází po raných zeleninách (špenát, salát) a v průběhu června po raných bramborách nebo konzervářenském hrášku. Semena klíčí při teplotách od 15 do 20 °C. Následně je pro vegetaci ideální nižší teplota kolem 12-18 °C. Je-li teplota vyšší dochází ke zhoršení kvality a předčasnému zakládání růžic. Pokud stoupne teplota až ke 20 °C naopak se začátek tvorby růžic oddaluje, je-li v případě těchto teplot růžice již založena, značně prorůstá listy. Má vysoké nároky na vzdušnou i půdní vlhkost, největší pak při zakládání růžice. Povýsadbová dávka závlahové vody činí 15-20 mm každé 3-4 dny, později v intervalu 6-10 dní (Petříková a kol., 2012).

V porostech kvěťáku jsou v současnosti registrovány přípravky s účinnou látkou pendimethalin, napropamide, cycloxidim, clopyralid, clomazone, picloram, propyzamid, azoxystrobin, pyridate a metazachlor (eAgri 2020).

3.4.4 Kapusta růžičková

Brassica oleracea var. *gemmifera*

Petříková a kol. (2012) uvádí, že tato plodina je ceněná díky svým výživovým hodnotám a z pěstitelského hlediska pro mrazuodolnost. Růžičková kapusta je někdy také nazývána jako bruselská kapusta. Má mohutný kořenový systém a košťál vysoký až 120 cm. V paždí listů se v prvním roce vegetace tvoří konzumní části - laterální pupeny (růžičky) v počtu 25-60 ks na jednu rostlinu.

Půdy s vysokým obsahem humusu nejsou vhodné, neboť v nich dochází k příliš bujnému růstu na úkor tvorby růžiček. Lze ji úspěšně pěstovat po špenátu nebo raném salátu, zimním póru či raném hrášku. Výsevá se v první polovině dubna a výsadba probíhá v květnu. Sklizeň probíhá mechanizovaně od konce října do prosince. Délka skladování v chladu je maximálně 2 týdny. V současné době se uplatňují ve vyšší míře odrůdy s nižším stonkem (polovysoké), které mají kratší vegetační dobu a nehrozí u nich tak velké riziko vyvrácení.

V růžičkové kapustě jsou povoleny přípravky s účinnými látkami, které jsou shodné jako účinné látky uvedené níže u kapusty hlávkové.

3.4.5 Kedluben

Brassica oleracea var. *gongylodes*

Petříková a kol., 2012 uvádí, že konzumní části této zeleniny jsou osní hlízy kulovitého až ploše kulovitého tvaru. Podle Bartoše a kol. (2002) má podle počtu internodií hlíza různý tvar od plochého až k oválnému. Listy jsou kryty silnou vrstvou kutikuly, což zapříčiňuje jejich ojíňenost. Setkáváme se s bílou i modrou formou této zeleniny. Kedluben má oproti ostatním košťálovinám slabý a mělký kořenový systém.

Čerstvost produkce hraje velkou roli v obsaženém množství vitamínů, protože při skladování kedlubnů v ochranné atmosféře CO₂ a etylenu a následném balení do fólie za použití polypropylenu dochází k rapidnímu poklesu vitamínu C až o 60 % (Park a kol., 2012).

Kedluben vyžaduje vzhledem k vegetační době oproti ostatním košťálovinám vyšší dávky dusíku. Pěstují se ze sadby, přičemž výsev se provádí již na začátku února. Na stanoviště vysazujeme koncem března, začátkem dubna. Kedlubny pro letní sklizeň vyséváme v březnu až dubnu. Pro sklizeň podzimní pak koncem května. Bílé odrůdy mají vyšší sklon k praskání hlíz a vybíhání do květu než modré odrůdy. Spotřebiteli jsou preferovány bílé kedlubny (Petříková a kol., 2012).

V současné době se v seznamu registru přípravků na ochranu rostlin nachází metazachlor, napropamide, pendimethalin a cycloxidim. Za nepříliš rozsáhlými možnostmi herbicidní regulace plevelů stojí krátká vegetační doba kedlubnů a tím se zvyšující možnost ohrožení rezidui (eAgri 2020).

3.4.6 Kapusta hlávková

Brassica oleracea var. *sabauda*

Kapusta tvoří hlávky kulovitého, zploštělého nebo zašpičatělého tvaru s volnějším uspořádáním povoskovaných bublinatých listů než např. u hlávkového zelí.

Kořenový systém je středně hluboký a vyznačuje se bohatým větvením.

Je ceněná z nutričního hlediska, neboť obsahuje řadu vitamínů a další významné látky jako jsou glukosinoláty glukoiiberin a sinigrin (Verkerk a kol, 2010).

Ivanič a kol., (1984) uvádí, že nároky na hnojení vápníkem a fosforem jsou poměrně vysoké. Podle Vaňka a kol. (2007) je nutno zvýšit dávky draslíku, pokud je kapusta ve vyšší míře zastoupena v osevním postupu. Zakládáme-li porosty raných odrůd, činíme tak pomocí předpěstované otužované sadby, kterou vyséváme od února do dubna. Po 4-6 týdnech ve fázi 5-6 pravých listů vysazujeme od druhé poloviny března do června na stanoviště (Vytisková a kol., 2006). Petříková, a kol. (2012) uvádí, že kapustu pěstujeme z přímého výsevu, který se provádí v polovině dubna. Tato kapusta je určena především pro průmyslové zpracování.

Výnosy se průměrně pohybují v hodnotách 20-30 t/ha (Lončarič a kol., 2003).

Podobné hodnoty produkce (20 t/ha) předkládá i Vaněk a kol. (2007).

V hlávkové kapustě jsou v současnosti registrovány herbicidy, které obsahují účinné látky: metazachlor, clomazone, propyzamide, napropamide, fluaizifop-P-butyl, quinmerac,

pyridate, ethofumesate, clopyralid, cycloxdim, pendimethalin, picloram, azoxystrobin, clethodim (eAgri 2020).

Nejen v zahraničí se pro regulaci plevelů v košťálové zelenině používají také přípravky určené především do řepky-pethoxamid, metolachlor (pouze zelí), dimethenamid, oxyfluorfen a látka určená především k regulaci plevelů v řepě-ethofumesate. Povoleny jsou také totální herbicidy s obsahem glyfosátu (Jursík a kol., 2016).

4 Metodika

4.1 Charakteristika demonstračního a pokusného pozemku Suchdol

4.1.1 Zeměpisné zařazení

Demonstrační a pokusný pozemek se nachází v lokalitě Praha – Suchdol v nadmořské výšce 285 m n. m., na zeměpisných souřadnicích 50°7'40.588" severní šířky a 14°22'29.023" východní délky.

4.1.2 Meteorologická a půdní charakteristika

Demonstrační a pokusný pozemek spadá do klimatického regionu T2 (mírně teplý), dlouhodobý roční průměr teploty vzduchu je 9 °C a dlouhodobý roční úhrn srážek činí 500 mm. Půdním typem je zde černozem na spraších s vysokým obsahem uhličitánů a s obsahem humusu 1,89 % Cox. Vápník je zde zastoupen v množství 7562 mg/kg, draslík 434 mg/kg, hořčík 208 mg/kg a fosfor 388 mg/kg. Půda je mírně zásaditá (pH 7,5). Kationtová výměnná kapacita (suma bazických kationtů) 251,4 mmol+/kg.

4.2 Pokus ověřující účinnost a selektivitu herbicidů v zelí z přímého výsevu

4.2.1 Údaje o založení

Výsev zelí proběhl 25. 4. 2019. Použita byla odrůda Congama, která má vegetační dobu 100-110 dní a je využívána pro postupné sklizně v létě a na podzim. Tvoří kulovité hlávky o hmotnosti 1-3 kg, které jsou velmi pevné. Tato odrůda je odolná vůči stresu a odolnější k napadení třásněnkami (Reprosam 2020).

Aplikace herbicidů proběhla preemergentně 2. 5. 2019. Herbicid byl aplikován trakařovým bezezbytkovým postřikovačem Shachtner, který byl osazen tryskami Lurmark 015F110. Dávka postřikové jichy byla 300 l/ha.

V průběhu aplikace byla 10 % oblačnost, teplota 14 °C, rychlost větru 1 m/s a půda byla mírně vlhká. Velikost pokusných parcel byla 7,5 m² (3 řádky 1,5 m × 5 m).

4.2.2 Zkoušené herbicidy

Byly testovány tři tank-mix kombinace herbicidů, které byly porovnávány vůči neošetřené kontrole.

Tab. č. 1 Zkoušené varianty herbicidů

varianta	přípravek	Účinná látka g/l	Dávka v g/ha	dávka v l/ha
1	kontrola	-	-	-
2	Successor 600 Devrinol 45 F	pethoxamid 600	1200	2,00
		napropamide 450	1125	2,50
3	Stemat super Devrinol 45 F	ethofumesát 500	500	1,00
		napropamide 450	1125	2,50
4	Successor 600	pethoxamid 600	900	1,50
	Devrinol 45 F	napropamide 450	900	2,00
	Stomp Aqua	pendimethalin 450	450	1,00

Pokus byl založen ve třech opakováních. Uspořádání pokusu bylo ve zcela znáhodněných blocích.

Tab č. 2 Biometrické schéma pokusu

3	4	1	2
4	1	2	3
1	2	3	4

5 Výsledky

12. 6. 2019 bylo provedeno hodnocení pokusu, které spočívalo v odběru a zvážení plevelů z plochy 1 m². Plevely byly vytrženy i s kořenovým systémem, rozděleny dle druhů a za čerstvého stavu zváženy.

Následující tabulka uvádí zjištěné hodnoty.

Tab. č. 3 Množství plevelů na 1 m² v gramech

Varianta	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4C
bažanka roční	24	20	27	33	56	88	6	38	10	1	12	13
ježatka kuří noha	9	16	131	1	2	2	17	185	23	6	0	0
lilek leskloplodý	742	896	510	437	577	402	771	777	1652	1	6	0
merlík bílý	508	471	455	0	1	20	6	7	14	0	0	0
celkem	1283	1403	1123	471	636	512	800	1007	1699	8	18	13

Následující tabulka uvádí průměrné hodnoty množství plevelů (zaokrouhлено na celé gramy).

Testované varianty ošetření:

1 neošetřeno

2 pethoxamid + napropamide

3 ethofumesate + napropamide

4 pethoxamid + napropamide + pendimethalin

Tab. č. 4 Hmotnost plevelů v testovaných variantách:

Varianta	1	2	3	4
bažanka roční	24 g	59 g	18 g	9 g
ježatka kuří noha	52 g	2 g	75 g	2 g
lilek leskloplodý	716 g	472 g	1067 g	2 g
merlík bílý	478 g	7 g	9 g	0 g
celkem	1270 g	540 g	1169 g	13 g

Tab. č. 5 Procentuelní vyjádření hmotnosti biomasy sledovaných plevelů oproti neošetřené kontrole:

Varianta	1	2	3	4
bažanka roční	100 %	246 %	75 %	37,5 %
ježatka kuří noha	100 %	4 %	144 %	4 %
lilek leskloplodý	100 %	66 %	149 %	0,3 %
merlík bílý	100 %	1,5 %	2 %	0 %
celkem	100 %	42,5 %	92 %	1 %

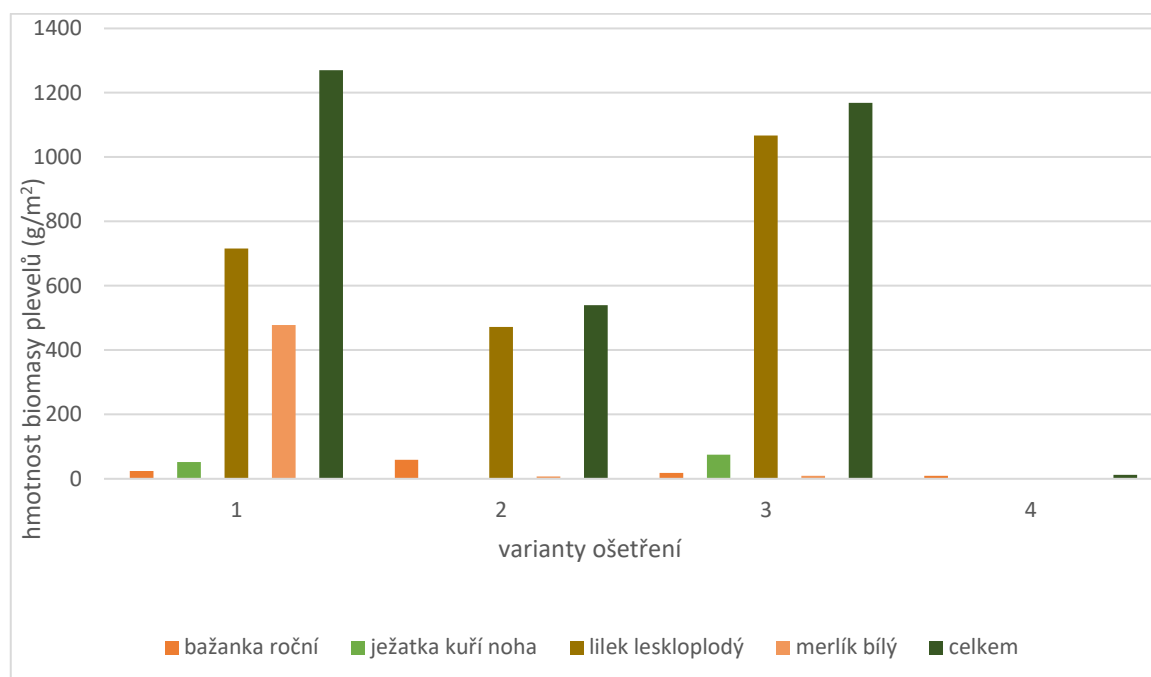
Následující graf porovnává hmotnost biomasy jednotlivých plevelů varianty ošetření:

1 neošetřeno

2 pethoxamid + napropamide

3 ethofumesate + napropamide

4 pethoxamid + napropamide + pendimethalin



Obr. č. 1 Graf znázorňující průměry zjištěných hodnot množství plevelů v jednotlivých variantách ošetřených různými kombinacemi herbicidů

6 Diskuze

V provedeném maloparcelním pokusu byl ze všech sledovaných plevelů nejhojněji zastoupen lilek leskloplodý, který také vykazoval nejvyšší odolnost vůči použitým herbicidním TM kombinacím. K přemnožení lilku leskloplodého na pokusném pozemku došlo v důsledku intenzivního pěstování zeleniny a brambor, kde je herbicidní regulace tohoto plevelu velmi komplikovaná, což se projevilo také na našem pokusu. Oproti lilku černému si lilek leskloplodý v teplé klimatické oblasti udržuje dobrou vzcházivost i během letních měsíců. Lilek leskloplodý nebyl v pokusu dostatečně potlačen herbicidem pethoxamid, ani napropamide. Podle Jursíka a kol. (2018) jsou tyto herbicidy účinné především na heřmánkovité plevely, pethoxamid také na trávovité plevely a laskavec ohnutý. Zvýšení dávek tedy není efektivní ani vhodné z důvodu možného poškození plodiny při preemergentní aplikaci. Naopak velmi dobrý účinek se projevil u TM kombinací s obsahem pendimethalinu. K pendimethalinu je citlivý příbuzný druh – lilek černý. Toto tvrzení mezi mnoha dalšími autory uvádí na základě pokusů v porostu zelí i Xiao Xue-ming a kol. (2012). Před výsadbou byla v pokusu Zemědělské univerzity v jižní Číně (2011-2012) použita doporučená dávka (630-765 g/ha) pendimethalinu (30 % SC). Předpokládaná vysoká citlivost lilku leskloplodého k pendimethalinu byla tedy potvrzena.

Merlík bílý byl ke všem testovaným TM kombinacím nejcitlivější, všechny jej úspěšně potlačily. Nejvyšší účinnost (100 %) vykázal TM pethoxamid + napropamide + pendimethalin. Nejvyšší podíl na vysoké účinnosti měla pravděpodobně účinná látka pendimethalin, která je podle Whitwella (1984) mezi preemergentně aplikovanými vůbec neúčinnějším herbicidem na široké spektrum plevelů včetně merlíku. Tento názor sdílí i Jabran a kol. (2010). Při preemergentně aplikované dávce pendimethalinu 1,2 kg/ha byla v řepce 40 dní od výsevu hmotnost biomasy merlíku bílého o téměř 90 % nižší než v neošetřené kotrole. Na základě vědeckých prací Waligora a kol. (2008) vykazuje i pethoxamid velmi dobrou účinnost při regulaci merlíku bílého. Roger a kol. (2008) uvádí, že napropamide je účinný především na trávovité a několik dvouděložných plevelů, mezi které řadí i merlík bílý. V pokusu byla u většiny testovaných variant prokázána uspokojivá účinnost právě na merlík bílý a ježatku kuří nohu.

Ježatka kuří noha jako jediný trávovitý zástupce sledovaných plevelů byla nejcitlivější k TM kombinacím s obsahem pethoxamidu (obě kombinace 96% účinnost), který je často používán k regulaci trávovitých plevelů. Podle Jursíka a kol. (2018) pethoxamid aplikovaný preemergentně v průběhu let 2010-2016 vykázal průměrnou účinnost na ježatku kuří nohu 93 %. Výsledky pokusu Skrzypczaka a kol. (2007) z průběhu let 2005-2006 (Zemědělská univerzita Poznaň) v porostu kukuřice uvádí 98% účinnost při regulaci ježatky kuří nohy TM kombinace pethoxamid + therbuthylazin. Ethofumesate – jediná účinná látka ze skupiny benzofuranů registrovaná v ČR, určená především k regulaci dvouděložných plevelů k úspěšné regulaci ježatky kuří nohy pravděpodobně nepříspěla.

Jelikož byla bažanka roční zastoupena ze všech sledovaných plevelů v nejnižší intenzitě zaplevelení, nemusí být získané výsledky platné pro lokality s vysokou intenzitou zaplevelení tímto plevellem. Nejvyšší účinnost vykázala TM kombinace pethoxamid +

napropamide + pendimethalin (62,5 %). Jursík a kol. (2018) uvádí ve výsledcích maloparcelních pokusů (2010–2016) 83% účinnost pendimethalinu na bažanku roční. V porostu slunečnice vykázal pethoxamidu účinnost 23 % (Jursík a kol. 2013). Lze tedy předpokládat, že při použité kombinaci pethoxamid + napropamide (bez pendimethalinu) by byl regulační efekt výrazně nižší. Právě ve variantě ošetřené herbicidy s obsahem pethoxamid + napropamide byla hmotnost biomasy bažanky roční 2,5× vyšší než v neošetřené kontrole, ve které neměla bažanka roční možnost se prosadit z důvodu výskytu dalších plevelů s vyšší konkurenceschopností. Naopak souhra nedostatečné účinnosti na bažanku roční a současně uspokojivá regulace většiny ostatních plevelů umožnila bažance roční dobře se v porostu zelí prosadit. Pro regulaci bažanky roční je strategické časné postemergentní ošetření. Toto tvrzení lze podložit pokusy Andra a kol. (2014), který při preemergentním ošetření bažanky roční kombinací pendimethalin + dimethenamid uvádí 10% účinnost a při časném postemergentním ošetření s použitím stejné kombinace účinnost 82 %.

7 Závěr

- Nejúčinnější TM kombinace byla pethoxamid + napropamide + pendimethalin.
- TM kombinace pethoxamid + napropamide uspokojivě potlačila pouze ježatku kuří nohu a merlík bílý.
- TM kombinace ethofumesát + napropamide dostatečně potlačila pouze merlík bílý.
- Nejcitlivějším plevelem k použitým herbicidům byl merlík bílý.
- Plevelem nejodolnějším k testovaným herbicidům byl lilek leskloplodý.

Závěrem je třeba zmínit, že není vhodné spoléhat se pouze na chemické metody ochrany rostlin, ale je důležité v maximální možné míře využívat také mechanické způsoby regulace a nepřímá agrotechnická opatření, která výskyt jednotlivých druhů plevelů omezují. Při využívání chemické ochrany plodin je důležitá snaha o nejvyšší efektivitu s co nejnižšími náklady. Je proto vhodné aplikovat důsledně vybrané TM kombinace s účinnými látkami pro regulaci nejširšího možného spektra plevelů, ve vhodném termínu. Pokud je preemergentní herbicidní ošetření účinné, nemusí se provádět opravné zásahy, což v konečném důsledku vede k menšímu zatížení prostředí pesticidy.

8 Literatura

AGROPROTEC, *Successor 600* [cit. 2020-4-16] dostupné z: <http://www.agroprotec.cz/data/Successor.pdf>

AHMAD, R., JAMES, T. K., RAHMAN, A., HOLLAND P.T., *Dissipation of herbicide clopyralid in allophanic soil: Laboratory and field studies*. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 38:6, 683-695, 2003, DOI: 10.1081/PFC-120025553

ANDERSON, R.L., *Synergism: A rotation effect of improved growth efficiency*. Advances in agronomy, 2011. DOI: 10.1016/B978-0-12-385538-1.00005-6

ANDR J., HEJNÁK V., JURŠÍK M., FENDRYCHOVÁ V., *Effects of application terms of three soil active herbicides on herbicide efficacy and reproductive ability for weeds in maize*, Agriculture Journals Vol. 60, No. 10: 452–458, 2004.

ANZDOC, *Stemat Super* [cit. 2020-5-8] dostupné z: <https://adoc.tips/pipravek-na-ochranu-rostlin-herbicid015f88e45ec51f58eb5ea02a70e246b534662.html>

BARBERI, P., *Weed management in organic agriculture: are we addressing the right issues?* Weed research, 42, 177-193, 2002.

BARTOŠ, J., KOPEC, K., MYDLIL, V., PEZA, Z., ROD, J. *Pěstování a odbyt zeleniny*. Agrospoj. Praha, 2000. ISBN 80-239-4242-5

COBB, A.H., READE, P.H. *Herbicides and Plant Physiology, Second Edition*, 2010. ISBN: 978-1-405-12935-0

CZECH AGRICULTURE AND FOOD INSPECTION, *Zelí hlávkové bílé rané* [cit. 2020-3-14] dostupné z: <https://www.potravinynapranari.cz/Detail.aspx?id=57161&lang=en&design=default&archive=actual&listtype=table>

DAYAN, F.E., DUKE, S.O. *Overview of protoporphyrinogen oxidase inhibiting herbicides*, Brighton Crop Protection Conference, 1997.

EAGRI, *Registr přípravků na ochranu rostlin* [cit. 2020-5-12] dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx>

EAGRI, *Seznam povolených přípravků a pomocných prostředků na ochranu rostlin 2019* [cit. 2020-3-1] dostupné z: eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Files/VESTNIK_2019_LEDEN.pdf

EKLER, Z., STEPHENSON, G.R. *Comparative Effectiveness and mode of action of safeners for chloracetamide herbicides in maize seedlings*. Zeitschrift fur naturforschung C-A Journal of Biosciences, 1990. ISSN: 0939-5075

FLOWERDEW, B., *Jak na plevel bez chemie*, Metafora s.r.o., 2011. ISBN 978-80-7359-275-2

FORNEY, CH., MATTHEIS, J., RODNEY, A. *Volatile compounds produced by broccoli under anaerobic conditions*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 39, 1991. DOI: 10.1021/jf00012a032.

GARSDIE M., *Export value of herbicides based on dinitroanilines in the United Kingdom (UK) between 2010 and 2019* [cit. 2020-4-24] dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/382961/dinitroanilines-based-herbicides-trade-value-in-the-united-kingdom-uk/>

GUNASEKARA, A.C., DELA CRUZ, I.D.P., CURTIS, M.J., CLAASSEN, V.P., TJEERDEMA R.S. *Behavior of clomazone in the soil environment*. Pest management Science, 65: 711-716., 2009. DOI:10.1002/ps.1733

HAMOUZ, P., HAMOUZOVÁ K. *Atlas klíčních rostlin polních plevelů*. České Budějovice: Kurent, 2015. ISBN 978-80-87111-48-2.

HAMOUZ, P. *Metody regulace zaplevelení pro precizní zemědělství: certifikovaná metodika*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2014. ISBN 978-80-213-2538-8.

HNÍZDIL, M. *Volají po bezpečnějších potravinách*. Zemědělec 23, 51. s., 2015.

HOFSTETTER, W. *Untersuchungen zur Schadwirkung und zur Populationsdynamik von Einjährigem Bingelkraut (Mercurialis annua L. = MERAN)*. Biologischen Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem, 1986.

CHEMONT BA s.r.o., *Devrinol 45 F* [cit. 2020-4-16] dostupné z: <https://www.chemontba.sk/pripravok/devrinol-45-f/>

JABRAN, K., CHEEMA, Z.A., FAROOQ, M., HUSSAIN, M. *Lower Doses of Pendimethalin Mixed with Allelopathic Crop Water Extracts for Weed Management in Canola (Brassica napus)* Department of Agronomy, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan, 2010. ISSN: 1814-9596 08-144/AWB/2010/12-3-335-340

JURSÍK, M., CRHA, J. *Možnosti regulace plevelů v košťálové zelenině – 1. díl*. Úroda, 62, 4. s. 82-85, 2014.

JURSÍK, M., KOČÁREK, M., HAMOUZOVÁ, K., SOUKUP, J., VENCLOVÁ, V., *Effect of precipitation on the dissipation, efficacy and selectivity of three chloroacetamide herbicides in sunflower*, Faculty of Agrobiolgy, Food and Natural Resources, Czech University of Life Sciences Prague, Prague, Czech Republic, Vol. 59, No. 4: 175-182, 2013.

JURSÍK, M., SOUKUP, J., HOLEC, J., *Mechanizmy účinku herbicidů a projevy jejich působení na rostliny*. Listy cukrovarnické a řepařské. 1, 126, s. 14-15, 2010.

JURSÍK, M., SOUKUP, J. Regulace plevelů v košťálové zelenině. Agromanuál 1 (1), s. 10-12, 2006.

JURSÍK, M., ŠUK, J., HAMOUZOVÁ, K., SUCHANOVÁ, M., HAMOUZ, P., KOCOUREK, F., KYSILKOVÁ, K. *Optimalizace regulace plevelů v systému integrované produkce košťálové, cibulové, kořenové zeleniny a salátu: certifikovaná metodika*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2016. ISBN 978-80-213-2656-9.

JURSÍK, M., HOLEC, J., HAMOUZ, P., SOUKUP, J. *Biologie a regulace plevelů*. České Budějovice: Kurent, 2018. ISBN 978-80-87111-71-0.

KAMRIN, M. *Pesticide Profiles*. Boca Raton: CRC Press, 1997. DOI: 10.1201/9780367802172

KLOFÁČ BRTNICE, *Katalog* [cit. 2020-4-29] dostupné z: <https://www.klofac-hnojiva.cz/katalog/insenol/>

KOCOUREK, F., KOUDELA, M., JURŠÍK, M., HOLÝ, K., ROD, J., KOVAŘÍKOVÁ, K., *Technologie pěstování a ochrany zelí, květáku, cibule, salátu a mrkve při ekologickém pěstování zeleniny*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha, 2016. ISBN 978-80-7427-216-5.

KOHOUT, V. *Plevele polí a zahrad*. Praha: Agrospoj, 1997.

KOPEC, K., *Zelenina ve výživě člověka*. Grada, Praha, 2010. ISBN 978-80-247-2845-2

KUKORELLI, G., REISINGER, P., PINKE, G. *ACCase inhibitor herbicides-selectivity, weed resistance and fitness cost: a review*. International journal of pest management. 59:3, 165-173, 2013. DOI: 10.1080/09670874.2013.821212

KURENT S.R.O. *Stomp Aqua* [cit. 2020-5-8] dostupné z: https://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_stomp_aqua.pdf

KURENT S.R.O., *Devrinol 45 F* [cit. 2020-5-8] dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/herbicity/herbicid/devrinol-45-f>

KURENT S.R.O., *Stemat Super* [cit. 2020-5-8] dostupné z: https://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_stemat_super.pdf

LONČARIĆ, Z., TEKLIĆ, T., PARADJIKOVIĆ, N., JUG, I., *Influence of fertilization on early savooy cabbage yield*, Acta Hort, 627, 145-152, 2003. DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.627.18

- MALÝ, I. a kol. *Polní zelinářství*. Praha: Agrospoj, 1998.
- MALÝ, I. *Pěstujeme květák, zeli a další košťálové zeleniny*. Praha: Grada Publishing a.s., 2003. ISBN 80-247-0409-9
- MALÝ, I., PETŘÍKOVÁ, K. *Možnosti pěstování chladuodolných a přezimujících zelenin*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996.
- MAREČEK, F., *Zahradnický slovník naučný 5 R-Ž*, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001. ISBN 80-7271-075-3
- MIKULKA, J. a kol. *Plevele polí, luk a zahrad*. V Praze: Farmář a zemědělské listy, 1999. ISBN 80-902413-2-8
- MIKULKA, J. *Plevele polních plodin*. Praha: Profi press, 2014. ISBN 978-80-86726-60-1
- PETŘÍKOVÁ, K., HLUŠEK, J. a kol., *Zelenina: pěstování, výživa, ochrana a ekonomika*, Profi Press, Praha, 2012. ISBN 978-80-86726-50-2
- PARK, Me-Hea., CHOI, Ji-Weon., KIM, Yong-Bum., KIM, Myeong-Hae., WON, Hee-Yeon., SHIN, Sun-Young., KIM, Ji-Gang. *Effect of modified atmosphere packaging on postharvest quality of kohlrabi*. Korean journal of horticultural science and technology, 32, 5. s. 655-665, 2012. ISSN: 1226-8763
- POKLUDA, R., *Pěstujeme zeleninu*. TeMi, Velké Bílovice, 2009. ISBN 978-80-87156-36-0
- PRICE, A., KELTON J., SARUNAITE J., *Herbicides agronomic crops and weed biology*, InTech Croatia, 2015. ISBN 978-953-51-2218-0
- READE, P.H., COBB, A.H. *Herbicides: Mode of Action and Metabolism*. In: Naylor R.E.L. Weed Management Handbook. British Crop Protection Council, Blackwell Science, Oxford, 2002. ISBN 0632057327
- REPROSAM, *Congama RZ F1* [cit. 2020-2-3] dostupné z: <http://www.reposam.cz/osiva-zeleniny/kostalova-zelenina/zeli/congama/>
- ŘEHÁK, V. *Bezpečnější používání pesticidů*. Zemědělec 27, 23, 46. s., 2015.
- SHAHBANDEH M., *Global production of vegetables in 2017* [cit. 2020-4-24] dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/264065/global-production-of-vegetables-by-type/>
- SKRZYPCZAK, G.A., PUDEŁKO, J.A., WANIOREK, W., *Assessment of the tank mixture of mesotrione and pethoxamid plus terbuthylazine efficacy for weed control in maize (Zea mays l.)*, Journal of plant protection research vol. 47, no. 4, 2007.

SONDHIA, S. *Harvest time residues of pendimethalin in tomato, cauliflower, and radish under field conditions*. Toxicological and Environmental Chemistry, 95, 2. s. 254-259, 2013. ISSN: 0277-2248

SOUKUP, J., *Metody regulace zaplevelení*, Profi Press, Praha, 2005. ISBN 80-86726-02-9

SPÁČILOVÁ, V., *Vliv termínu aplikace na výnos a kvalitativní parametry pšenice ozimé* [cit. 2019-11-7] dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/vliv-terminu-aplikace-herbicidu-na-vynos-a-kvalitativni-parametry-psenice-ozime>

STALL, W. *Weed Control in Cole or Brassica Leafy Vegetables (Broccoli, Cabbage, Cauliflower, Collards, Mustard, Turnips, Kale)*. UF Department of Horticultural Sciences, EDIS, 2010.

ÚKZÚZ, *Brukev zelná regulace plevelů* [cit. 2020-5-8] dostupné z: http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c721aa8%22#r|p|plodiny|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c721aa8|plevele

VANC, P. *Zahrada bez plevelu*. Praha: Grada, Česká zahrada, 2001. ISBN 80-247-0072-7.

VANĚK, V., BALÍK J., PAVLÍKOVÁ, D., TLUSTOŠ P., *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Press, Praha 2007. ISBN 976-80-867-2625-0

VENCILL, W.K., *Herbicide handbook*, Weed Science Society of America, 2002. ISBN 978-189-1276-33-0

VERKERK, R., TEBBENHOFF, S., DEKKER, M., *Variation and distribution of glucosinolates in 42 cultivars of Brassica oleracea vegetable crops*. Acta hort, 63–70, 2010. DOI: 10.17660/ActaHortic.2010.856.7

VYTISKOVÁ, M., CERKAL, R., MALÝ, I. *Influence of seedlings quality on consumer parts of selected species of cabbages*, Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelinae Brunensis, 54, 147-158, 2006. DOI: 10.11118/actaun200654020147

WALIGORA, H. SZULC, P. SKRZYPCZAK, W., *Skuteczność chemicznego zwalczania chwastów w kukurydzy cukrowej bez użycia triazyn*, Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań. Katedra Uprawy Roli i Roslin, Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura (Poland), 2008. ISSN: 1644-0625

WHITWELL, J.D., SENIOR, D., JONES, A.G. *Weed control programmes for transplanted early summer cauliflower*. In: Proceedings of a Conference: Crop Protection in North Britain, Dundee, 1981. Agriculture Development Advisory Service, Stockbridge House Experimental Horticulture Station, Selby, Yorks YO8 0TZ, UK, pp. 313–318, 1981.

WONNING, P.R., *Gardener's Guide to Those Other Brassica Crops: Growing Kale, Brussels Sprouts, Kohlrabi and Collards*, Independently published, 2018. ISBN 978-17-292-26-9

XIAO Xue-ming, SHEN Xue-feng, CHEN Yong, XU Zheng, *Experiment of Pendimethalin 30% SC on Weeds in Cabbage Field*, College of Agriculture, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China, *Agrochemicals Journal* 11, 2012. ISSN: 1006-0413