

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



Optimalizace regulace plevelů v porostech mrkve a salátu

Bakalářská práce

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

Autor práce: Jaromír Šuk

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Optimalizace regulace plevelů v porostech mrkve a salátu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne: 13. 4. 2016

.....

podpis autora práce

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu bakalářské práce – doc. Ing. Miroslavovi Jursíkovi Ph.D., Ing. Luďkovi Procházkovi za aplikace herbicidů a studentům, kteří mi v rámci praxe pomáhali se založením mého pokusu.

Jaromír Šuk

Optimalizace regulace plevelů v porostech mrkve a salátu

Souhrn

Hlavním cílem této práce bylo vytvoření literárního přehledu o možnostech regulace plevelů v porostech mrkve a salátu. Experimentální část byla zaměřena na optimalizaci herbicidní regulace plevelů v porostu salátu a mrkve. Maloparcelové pokusy byly založeny v roce 2015.

Literární přehled byl zaměřen na shrnutí informací o jednotlivých zkoumaných zeleninách. Dále byla zpracována dostupná literatura v oblasti regulace plevelů v těchto zeleninách, s důrazem na mechanické a chemické (herbicidní) metody regulace. Závěrečná část literárního přehledu je věnována optimalizaci ochrany proti plevelům se zaměřením na testování herbicidních látek, které nejsou ve zkoumaných zeleninách registrovány.

V salátu se sledovala herbicidní účinnost na merlík bílý, laskavec ohnutý, bažanku roční a ježatku kuří nohu a selektivita herbicidů k plodině. V mrkvi byla sledována herbicidní účinnost na laskavec ohnutý, lilek leskloplodý, merlík bílý, ježatku kuří nohu a bažanku roční a selektivita herbicidů k plodině.

Do porostu salátu byly aplikovány herbicidní kombinace s těmito účinnými látkami: před výsadbou nebo postemergentě *pendimethalin*, postemergentě *propryzamide*, postemergentě *phenmediphan*, postemergentě *dimethenamid* a postemergentě *pethoxamide*. Do porostu mrkve byly aplikovány herbicidní kombinace s účinnými látkami: preemergentně *aclonifen*, preemergentně *clomazone*, preemergentně *dimethenamid*, preemergentně *pendimethalin*, postemergentně *linuron* a postemergentně *metribuzin*.

V salátu byly plevele nejlépe regulovány na variantě, kde byla použita herbicidní kombinace účinných látek *pendimethalin* a *dimethenamid*. V mrkvi byly plevele nejlépe regulovány na variantě, kde byly použity účinné látky *aclonifen*, *clomazone* a *dimethenamid*. Avšak po vyhodnocení fytotoxického působení na plodiny bylo u obou testovaných zelenin zjištěno největší poškození právě při použití účinné látky *dimethenamid*.

Klíčová slova: salát, mrkev, regulace plevelů, herbicidy

Optimizing of weed control in carrot and lettuce

Summary

The main aim of this work was to made literary review about possibilities of weed control in carrot and lettuce. The experimental part of this work was focused on optimization of herbicides weed control in lettuce and carrot. Small plot field trials were carried in 2015.

Literary review was focused on the summarizing of information about the particular vegetables. Futhermore, the available literature about weed control in these vegetables were complied, specially with a focus on mechanical and chemical (herbicide) control. The last section of review is dedicated to optimizing use of herbicides that are not registered in tested vegetables.

In lettuce, herbicidal efficacy was assessed on *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Mercurialis annua* and *Echinochloa crus-gali* and selectivity of herbicides to crop. In carrot, herbicidal efficacy was assessed on *Amaranthus retroflexus*, *Solanum physalifolium*, *Chenopodium album*, *Echinochloa crus-gali* and *Mercurialis annua* and selectivity of herbicides to crop.

Lettuce was treated by herbicide combinations with active ingredients: befor planting or postemergence *pendimethalin*, postemergence *propyzamide*, postemergence *phenmediphan*, postemergence *dimethenamid* and postemergence *pethoxamide*. Carrot was treated by herbicide combinations with active ingredients: preemergence *aclonifen*, preemergence *clomazone*, preemergence *dimethenamid*, preemergence *pendimethalin*, postemergence *linuron* and postemergence *metribuzin*.

In lettuce, were on the plots, where were used *pendimethalin* and *dimethenamid*. In carrot, best weed control were on the plots, where were used *aclonifen*, *clomazone* and *dimethenamid*. However, after application these herbicides, highest phytotoxicity was found. The lowest selectivity to both tested vegetables showed *dimethenamid*.

Keywords: lettuce, carrot, weed control, herbicides.

Obsah

1. ÚVOD.....	8
2. VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍL PRÁCE	9
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
3.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ZELENIN	10
3.1.1 Salát.....	10
3.1.2 Mrkev	12
3.2 REGULACE PLEVELŮ	14
3.2.1 Nepřímé metody regulace plevelů.....	14
3.2.2 Přímé metody regulace plevelů	15
3.2.2.1 Mechanická regulace plevelů.....	15
3.2.2.2 Chemická regulace plevelů	16
3.2.2.2.1 Selektivita herbicidů.....	16
3.2.2.2.2 Termíny aplikace herbicidů	19
3.2.2.2.3 Účinnost herbicidů	21
3.2.3 Regulace plevelů v salátu	22
3.2.4 Regulace plevelů v mrkvi.....	24
3.2.5 Optimalizace regulace plevelů v zelenině	25
4. MATERIÁL A METODY	27
4.1 Charakteristika pokusného stanoviště	27
4.2 Založení a průběh vlastního pokusu.....	28
4.2.1 Charakteristika zelenin.....	28
4.2.2 Výsev a výsadba	28
4.2.3 Aplikace herbicidů.....	29
4.2.4 Hodnocení účinnosti herbicidů	31
4.2.5 Hodnocení fytotoxicity herbicidů k zelenině.....	32
4.2.6 Statistické zpracování.....	32

5. VÝSLEDKY.....	33
5.1 Účinnost herbicidů	33
5.1.1. Účinnost v salátu	33
5.1.1. Účinnost v mrkvi.....	34
5.2 Fytotoxicita herbicidů	36
6. DISKUZE.....	37
6.1 Účinnost herbicidů v salátu.....	37
6.2. Účinnost herbicidů v mrkvi	37
6.3. Fytotoxické působení herbicidů v salátu.....	39
6.4. Fytotoxické působení herbicidů v mrkvi	39
7. ZÁVĚR	41
8. SEZNAM LITERATURY	42
9. PŘÍLOHA	47

1. ÚVOD

Z důvodu minoritního pěstování zeleniny v České republice a její vysoké citlivosti k herbicidům, je herbicidní regulace plevelů v ní dosti obtížná. Registrovaných herbicidů je v ČR málo, a často nejsou ani dostatečně účinné na plevele a jejich selektivita k některým zeleninám nemusí být vždy dostatečná..

V roce 2015 byla celková plocha salátu pouze 142 ha, což je oproti předchozím letům méně a plocha mrkve byla 721 ha, což je v porovnání s předchozími roky více. K těmto plochám je nutné ještě připočítat domácnosti, kde se zelenina pěstuje na zahrádkách, ale kde k využívání herbicidů k regulaci plevelů nedochází.

V současné době dochází také ke stále častější restrikci některých účinných látek a proto je třeba neustále zkoumat a nacházet nové herbicidní možnosti regulace, které budou plevele dobře regulovat a jejich selektivita bude pro pěstitele akceptovatelná. Tato práce se snaží přispět k lepší informovanosti o herbicidní regulaci plevelů v porostech salátu a mrkve.

2. VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je vytvoření kvalitního literárního přehledu o možnostech regulace plevelů v porostech salátu a mrkve. Dále jsou v práci popsány dva experimenty v porostů mrkve a ledového salátu zaměřené na optimalizaci herbicidní regulace plevelů v těchto plodinách, v nichž byla hodnocena účinnost a selektivita testovaných variant.

Vědecká hypotéza:

Mezi testovanými herbicidními variantami existují rozdíly v jejich účinnosti a selektivitě.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ZELENIN

3.1.1 Salát

V naší pěstitelské praxi dříve podle Kučery a kol. (1988) převažoval salát hlávkový (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*), u něhož se listová růžice více nebo méně zavíjí v hlávkou, ale v současné době podle Jursíka a kol. (2015) největší plochy zaujímá ledový salát. Ledový salát je dnes nejvíce rozšířený v USA, zejména v Kalifornii, kde se pěstuje v mnohem větším rozsahu než salát hlávkový. Hojně se pěstuje také v zemích jižní Evropy (Itálii, Francii a bývalé Jugoslávii). Velmi dobře se uplatňuje i v ostatních částech Evropy, kde rychle získal oblibu (Pekárková, 2002).

Podle Štambery (1968) je salát nenáročný na pěstování. Salát je jednoletou rostlinou, která se spokojí i s lehčími půdami, ale velmi dobré výnosy dává v hlubších a úrodných půdách, které jsou bohaté na humus. Kořenový systém není příliš mohutný a rozvětňuje se poměrně mělce pod povrchem půdy (Kučera a kol., 1988). Pro rané výsadby jsou vhodné teplejší pěstební oblasti, pro letní výsadby naopak oblasti s nižšími teplotami, které umožňují delší období sklizně, a salát zde vykazuje lepší kvalitu. Při nízkých teplotách a za sucha se může měnit zelená barva listů salátu do červena, v důsledku tvorby antokyanového barviva. Vybíhání do květu podporuje dlouhý den, vysoká teplota a sucho (Petříková a kol., 2012). Moderní odrůdy však nejsou k vybíhání náchylné, ale mohou při přezrání praskat jejich hlávky. Štambera (1968) uvádí, že salát je značně náročný na klimatické podmínky. Vyžaduje sice dostatečnou světelnou intenzitu, avšak daří se mu dobře i při mírném přistínění.

Salát patří k zeleninám s krátkou vegetační dobou. V mimořádně dobrých podmínkách můžeme zeleninu sklízet už za 6 týdnů od výsadby. Podle Petříkové a kol. (2012) se salát pěstuje z předpěstované sadby, méně často z přímého výsevu. Sazenice se nesmí vysazovat hluboko, kořenový krček nesmí být zahrnutý zeminou. Hluboká výsadba zvyšuje nebezpečí napadení houbovými chorobami. Důležité je také minimalizovat při výsadbě kontakt kořenů s herbicidy na povrchu půdy, které byly aplikovány před výsadbou (Jursík a kol., 2015).

Salát není náročný na zařazení do osevního postupu, pěstuje se v druhé nebo třetí trati po organickém hnojení. Patří ke středně náročným zeleninám na živiny, ale vyžaduje dobrou zásobu přijatelných živin v půdě (Vaněk a kol. 2012). Nejvyšší nároky má salát na dusík, avšak při pěstování v systému integrované produkce zeleniny je pro salát povolen maximální limit 65 kg N na hektar (Petříková a kol., 2012). Salát v nadzemních orgánech dosti významně akumuluje nitráty, proto je hnojení dusíkatými hnojivy významným opatřením, které významně ovlivňuje nejen výnos, ale také kvalitu. Při hnojení dusíkatými hnojivy je nutné brát v úvahu množství dusíku v půdě. Dusíkem je třeba hnojit především před sázením, během vegetace se většinou nepřihnojuje. Přihnojuje se pouze v případech špatného vývinu porostu nebo při průběhu nevhodného počasí. Takto je možné přihnojit ledkem vápenatým (nejrychleji působící hnojivo), a to do dávky 20 kg N na hektar, nejpozději však 4 týdny před sklizní (Vaněk a kol., 2007, Vaněk a kol. 2012).

Nejranější kultury se po výsadbě běžně pokrývají netkanou textilií, čímž se nejen dosáhne dřívější sklizně, ale zabrání se i poškození porostu okusem zvěří a napadení škůdci (mšicemi). Opožděné krytí je málo účinné nebo i neúčinné, při nástupu vysokých teplot může porost dokonce poškodit (Pekárková, 2002). Petříková a kol. (2012) doporučuje textilie odstranit nejméně dva týdny před sklizní, aby v důsledku vyšších teplot nedošlo ke zhoršení zavinování hlávek, případně k popálení listů, které se textilie dotýkají.

Rubatzky a Yamaguchi (1999) poukazují na to, že díky relativně mělkému kořenovému systému je salát náchylný k nedostatku vody v půdě. Optimálního růstu salátu se dosáhne pomocí rovnoměrné a dostatečné závlahy. Ledový salát podle Biggse (1997) snáší lépe nedostatek vláhy než ostatní saláty. V průběhu vegetace je potřeba 140 až 160 mm vody, přičemž závlahou se obvykle dodá 80 až 120 mm. Závlaha by se měla provádět časně ráno (Petříková a kol., 2012). Jursík a kol. (2015) ale varuje, že intenzivní zavlažování může i několik týdnů po aplikaci herbicidu proplavit jeho účinnou látku do hlubších vrstev půdního profilu a často také zvýšit koncentraci herbicidu v půdním roztoku a projevy fytotoxicity herbicidů, které salát nedokáže rychle metabolizovat. Větší riziko proplavení herbicidu je na lehčích půdách, které mají obvykle nižší sorpci a herbicid je v půdním roztoku ve vyšší koncentraci a snadněji se proplavuje do hlubších vrstev půdy.

Salát se sklízí většinou probírkou, na menších pozemcích ručně, na větších plochách sklizňovými plošinami, sklizňovými dopravníky nebo speciálními sklízeči salátu, umožňující přímou úpravu zboží tříděním, čištěním, balením a ukládáním do PE přepravek nebo kartonů pro následný odvoz do chladírny (Bartoš a kol., 2000). Podle Pekárkové (2002) se v létě nesmí sklizeň dorostlých hlávek odkládat, protože vnitřek hlávky, aniž by to bylo na povrchu patrné, by zahrňoval v důsledku fyziologické okrajové nekrózy.

3.1.2 Mrkev

Mrkem (*Daucus carota* L. var. *sativus* Hoffm.) je celosvětově nejpěstovanější miříkovitá zelenina. Mrkev může být rozdělena do dvou skupin: východní (asijské) a západní (Rubatzky a kol., 1999). Mrkev je dvouletá rostlina. V prvním roce se vytvoří dužnatý kořen válcovitého až dlouze kuželovitého tvaru (Petříková a kol., 2012). Podle Malého a Petříkové (1998) se odrůdy mrkve rozlišují podle tvaru, délky vegetace a upotřebení. Mrkev se dá podle typu rozlišit jako Amstrdamská (k rychlení, ranému polnímu pěstování a jako svazečková karotka), Nantéská (rané polní pěstování), Berlicum a Flakheer (pozdní pro uskladnění) a odrůdy typu Chantenay a Pařížská (průmyslové zpracování). Jursík a kol. (2006) uvádí, že doba od výsevu do vzejití trvá v závislosti na teplotě půdy a kvalitě osiva 2 až 3 týdny, čehož je možné využít při ochraně proti plevelům (preemergentní ošetření neselektivními listovými herbicidy).

Dle Petříkové a kol. (2012) jsou vhodné půdy písčitohlinité až hlinitopísčité. Půda musí být bez kamenů a hrud a zpracována do hloubky alespoň 0,25 m (v závislosti na délce kořenů pěstované odrůdy). Nejlépe jí vyhovují půdy dobře zásobené vápníkem. Nevhodné jsou podle Petříkové a kol. (2006) testruční těžké půdy, či půdy kamenité. Mrkev má dobrou toleranci ke kyselému prostředí, optimální pH je mezi 5,5 až 7 (Rubatzky a Yamaguchi, 1999). Mrkev není náročná na klimatické podmínky. Lze ji pěstovat především v kukuřičné a řepašské oblasti, přičemž o vhodnosti rozhoduje spíše struktura a hloubka půdy, než klimatické podmínky (Petříková a kol., 2012).

Anonymus (1986) uvádí, že se mrkev v osevním postupu řadí do II. trati po hnojení organickým hnojivem. Malý a Petříková (1998) proto varují, že k mrkvi se

nehnojí chlévským hnojem, jelikož ten podporuje praskání kořenů, zhoršuje skladovatelnost a zvyšuje výskyt pochmurnatky mrkvové. Vhodné je proto organické hnojení k předplodině. Pozemek se většinou hnojí 75 – 150 kg/ha N, 51 – 100 kg/ha P a 50 – 200 kg/ha K. Aplikace hnojiv se doporučuje při zpracování půdy před setím (Hlušek a kol. 2002). Mrkev má vcelku velké nároky na draslík (Rubatzky a Yamaguchi, 1999). Petříková a kol. (2012) uvádí, že draslík je předpokladem k dosažení dostatečného výnosu a dobré skladovatelnosti. Draslík je významným prvkem proto, že napomáhá syntéze bílkovin a cukrů a posiluje rostliny proti stresům. Při jeho nedostatku významně klesá výnos a skladovatelnost kořenové zeleniny. Z draselných hnojiv minerálních je možno doporučit hnojiva v chloridové formě (Hlušek a kol., 2002). Také dusíkaté hnojení ovlivňuje výnos a kvalitu produkce mrkve. Při nadbytku dusíku se snižuje její skladovatelnost a zvláště u rychlených a ranně sklizených mrkví, mohou být zvýšené obsahy nitrátu v kořeni. Proto musí být celková dávka dusíku v hnojivech stanovena přesně (Vaněk a kol., 2007).

Do osevního postupu se mrkev zařazuje po obilovinách, okopaninách nebo zeleninách s výjimkou čeledi miříkovitých, jako je celer, petržel, fenykl, pastiňák, kmín a koriandr (Malý a Petříková, 1998). Po miříkovitých druzích se podle Petříkové a kol. (2012) zařazuje za 4 až 6 let. Odrůdy s krátkou vegetační dobou (Malý a Petříková, 1998) určené pro svazkování a na trh dodávané s natí (Petříková a kol., 2012) se mohou vysévat jako předplodina nebo jako následná plodina do začátku července (Malý a Petříková, 1998).

Pro karotky i mrkve připravujeme podle Prouzy (1942) půdu velmi pečlivě. Jsou-li tyto plodiny v osevním postupu plodinami hlavními, provádí se na zimu hluboká orba, přes zimu zůstává pole v hluboké brázdě, a teprve časně z jara se plošně zpracovává do hloubky 20-25 cm. Hrůbky se formují hrůbkovačem, a to ve vzdálenosti 0,6 m při výsevu do jednoho řádku anebo vzdálené 0,75 m při výsevu do dvou až tří řádků. Šířka hrůbků může být 0,2 nebo 0,5 m, jejich výška 0,2m. Ideální je spojit formování s vlastním výsevem. Na vrcholu hrůbku musí být připraveno utužené lůžko (Petříková a kol., 2012). Rubatzky a Yamaguchi (1999) publikovali, že pro kvalitní a rovnoměrný výsev mrkve je třeba uniformní kalibrované osivo.

Malý a Petříková (1998) uvádí, že mrkev vyžaduje doplňkovou závlahu, a to zvláště tehdy, když se pěstuje na hrůbcích. Nejčastěji mrkev potřebuje dodat 30 – 50

mm srážek (závlahy) za týden, což odpovídá 450 až 600 mm srážek za vegetaci (Rubatzky a Yamaguchi, 1999).

Ruční sklizeň je náročná a je použitelná pouze u samozásobytelů a v malovýrobě. Mechanizovaná sklizeň se provádí strojem, který kořeny podryje, pásy zachycují nať a rostliny se vytahují ze země na přepravník, kde z nich opadáva zemina (Rubatzky a Yamaguchi, 1999).

3.2 REGULACE PLEVELŮ

Vzhledem ke stále stoupající zaplevelenosti polí je nutné věnovat regulaci plevelů neustále značnou pozornost (Mikulka, 2011). Regulace plevelů je významnou součástí rostlinné produkce (Kristiansen a kol., 2008). Nezbytným předpokladem úspěšné regulace plevelů je schopnost je rozeznávat ve všech růstových fázích. Základem regulace je soubor preventivních metod, který zahrnuje používání čistého osiva, střídání plodin a vytvoření příznivých podmínek pro zvyšování konkurenční schopnosti plodin.

3.2.1 Nepřímé metody regulace plevelů

Za nepřímé metody lze označit takové pracovní postupy, které mají za cíl omezovat výskyt plevelů v budoucích porostech plodin. K nepřímým metodám regulace zaplevelení porostů můžeme řadit již vlastní výběr vhodného pozemku pro pěstování dané plodiny. Plodiny, ve kterých je přímá regulace některého plevelu komplikovaná, nebudeme řadit na takové pozemky, o kterých víme, že výskyt daného druhu je zde hojný. Důležité je rovněž používání čistých osiv bez příměsí semen plevelů. Vážným zdrojem zaplevelení mohou být i statková hnojiva. Jednak může část semen plevelů přežít průchod trávicím traktem a dostávat se na pole s nevyzrálým hnojem. Velmi důležitým preventivním opatřením, které značně snižuje problémy se zaplevelením, je vhodný osevní postup. Zpracování půdy je již od počátku zemědělství prováděno, mimo jiné, i z důvodu snižování výskytu plevelů. Podmítka, orba či kypření, ale i operace předseťového zpracování půdy mají v komplexním systému regulace zaplevelení význam i v současné době. Snižuje-li se

intenzita zpracování půdy, je nutno zvýšit intenzitu přímých metod regulace plevelů (Jursík a kol. 2011b).

3.2.2 Přímé metody regulace plevelů

Přímé metody jsou takové pracovní postupy, které jsou na pozemcích vykonávány primárně s cílem regulovat zaplevelení porostů plodin (Jursík a kol. 2011b).

3.2.2.1 Mechanická regulace plevelů

Z přímých metod regulace plevelů je možné použít mechanická opatření, počínaje ručním pletím a okopávkou přes využívání mechanizačních prostředků - plečky (Malý a kol., 1998). Mechanická regulace je jednou z nejstarších metod odstranění nežádoucích plevelů a kromě mechnického odstraňování plevelů (pletí) zahrnuje i využití mulčovacích materiálů, které zabraňují přístupu světla k semenům plevelů, nebo dokonce využití ohně a tím spalování rostoucích malých plevelů (Ziska a Dukes, 2011).

Nejjednodušším a velice účinným opatřením je ruční pletí či okopávka. Vzhledem k pracovní náročnosti a tedy i ceně zásahu je možné ji využívat jen maloplošně, a to především v zahradnictví při pěstování zeleniny a podobně (Jursík a kol. 2011b).

V porostech zeleniny se nejčastěji používá meziřádková kultivace. Obvykle plečkování a oborávání (nahrnování), přičemž se plevele podřezávají, vytrhávají i zahrnují zeminou (Černuško a kol., 1997) Plečky lze nejlépe používat v porostech širokořádkových plodin. Pasivní plečky podřezávají půdu a narušují kořenový systém plevelů. Nakypřená vrstva půdy ztrácí kapilaritu, v případě suchého počasí vysychá a dochází rovněž k zasychání plevelů. Aktivní (rotační) plečky intenzivně zpracovávají povrchovou vrstvu půdy, přičemž jsou plevele silně mechanicky poškozeny a nemohou pokračovat v růstu.

Mulčováním lze zabránit zaplevelení pěstované plodiny, což je velmi efektivní především v plodinách, kde jsou chemické možnosti regulace plevelů omezené (Šuk

a kol. 2016). Použitím mulče může být dosaženo také lepších vláhových poměrů v půdě. Pro zeleninu, která patří k náročnějším plodinám na vodu, může toto zlepšení vést k výraznému zvýšení výnosu a především jeho kvality (Koudela a kol., 2012). Jako mulč lze použít celou řadu umělých i biologicky degradovatelných materiálů, například polyethylenová fólie, černá netkaná textilie, pšeničná sláma či papírový mulč (Šuk a Šuk, 2015).

3.2.2.2 Chemická regulace plevelů

Herbicidy jsou chemické látky, které pronikají do rostlin (Kohaut, 2008) a které zpomalují nebo přerušují normální růst a vývoj rostlin. Široce se používají především k regulaci plevelů v zemědělství. Použití herbicidů je relativně málo náročné na lidskou práci a většinou bývá také méně nákladné než ostatní možnosti regulace plevelů. Přesto s sebou nese používání herbicidů určitá rizika (Jursík a kol. 2011b). Ze všech faktorů v posledních desetiletích nejvýznamněji ovlivnily druhové složení plevelů na orné půdě. První aplikace herbicidů lze datovat na počátek minulého století. Po zpočátku nevýznamném rozšíření došlo v šedesátých letech minulého století po zavedení organických herbicidů k jejich masovému využívání. Většinu plodin na celém světě by bez aplikací herbicidů nebylo možné velkovýrobním způsobem pěstovat (Kazda a kol., 2010).

Zavedení herbicidů s sebou přineslo zjednodušení a urychlení prací spojených s regulací plevelných druhů na orné půdě i mimo ni. Na druhé straně je však používání těchto látek spojeno s negativním ovlivňováním životního prostředí a přilehlých ekosystémů. V posledních letech je kladen velký důraz na minimalizaci těchto environmentálních rizik. Tato rizika lze do jisté míry snížit šetrným a uváženým používáním těchto látek nejen v zemědělství (Smutný a kol. 2011).

3.2.2.2.1 Selektivita herbicidů

Gall (2007) rozděluje herbicidy z pohledu selektivity do dvou skupin, tj. neselektivní a selektivní. Neselektivní herbicidy při dostatečné aplikační dávce ničí většinu zasažených rostlin. Půdní herbicidy lze rozdělit podle délky reziduálního působení, na herbicidy s dlouhým reziduálním účinkem a s krátkým reziduálním

účinkem. Tyto přípravky se používají hlavně před zakládáním porostu, a při meziřádkové aplikaci (Kohaut, 2008), řada z těchto přípravků se používá také časně postemergentně (např. *linuron* a *metribuzin* v kořenové zelenině). U některých těchto herbicidů je nutno počítat i s delší kontaminací půdy jejich rezidui (škodlivými zbytky) zvláště při předávkování a na těžkých a studených půdách a za sucha (Gall, 2007).

Jursík a kol. (2011b) popisuje, že selektivita herbicidů je schopnost herbicidu poškozovat určité druhy rostlin, aniž by poškozovaly jiné druhy. Selektivita herbicidů k plodinám je většinou podmíněna jejich schopností metabolizovat účinnou látku herbicidu rychleji než plevel. Na metabolizaci herbicidů se podílejí enzymatické komplexy, které jsou schopné molekulu účinné látky strukturálně pozměnit a případně metabolity zabudovat do herbicidně neaktivních sloučenin. Tento proces je však velmi druhově specifický a funguje vždy pouze pro příslušné herbicidy a plodiny (Soukup a kol. 2012). Mezi herbicidy však existují rozdíly v míře selektivity, která se nejčastěji vyjadřuje tzv. kvocientem selektivity (Qs), který je dán poměrem mezi dávkou herbicidu, v jejímž důsledku dochází k 10% poškození plodiny a dávkou potřebnou k zajištění 90% účinnosti na plevel. Čím je herbicid selektivnější, tím je rozpětí hodnot těchto dávek vyšší a také kvocient nabývá větších hodnot. Podle Jursíka a kol. (2011a) je většina herbicidů používaných v zemědělství selektivních, ale selektivita je pouze relativní a závisí na mnoha faktorech (podmínky prostředí, dávka herbicidu, termín aplikace, aplikační technika atd.). Selektivita herbicidů je založena na různých mechanismech, které se mohou vzájemně kombinovat:

1. Fyziologicky podmíněná selektivita (degradace herbicidu v rostlině).

Jedná se o nejběžnější způsob selektivity, který je založen na fyziologických a biochemických odlišnostech mezi rostlinnými druhy. Vlastní zdroje selektivity mohou být: rychlá degradace herbicidu, nadprodukce cílového enzymu či mírná strukturální odlišnost cílového enzymu.

a) Rychlá degradace herbicidu

Enzymatická degradace je nejvýznamnější způsob, jakým se rostliny chrání před toxicitou herbicidů. Odolný rostlinný druh (plodina) má schopnost metabolizovat

herbicid rychleji, než se nahromadí v místě působení, zatímco citlivé plevele herbicid metabolizovat nedovedou, nebo ho metabolizují příliš pomalu.

b) Nadprodukce cílového enzymu, na který má herbicid působit

Koncentrace herbicidu v pletivech odolného druhu (plodiny) nepostačuje k zablokování veškerého množství enzymu.

c) Strukturální odlišnost

Herbicid se nemůže navázat na cílový enzym odolné rostliny z důvodu strukturálně odlišného vazebního místa tohoto enzymu, který pak nemůže být herbicidem blokován.

2. Morfologicko-anatomicky podmíněná selektivita.

Morfologické či anatomické rozdíly mezi kulturní rostlinou a citlivými plevele se mohou významně podílet na selektivě některých herbicidů k plodině.

a) Přilnavost herbicidu

Vyšší přilnavost kapének postřikové jichy k povrchu rostlin je výrazně ovlivněna anatomickou stavbou povrchu listů (vosková vrstvička, hustota trichomů) a jejich postavením. Vosková vrstvička odpuzuje polární látky (postřikový roztok) a dovoluje vzniklým kapičkám snadněji stékat. Na listech a lodyhách bez trichomů nebo jen řídce chlupatých mohou postřikové kapénky snadněji ulpívat než na hustě chlupatých listech, které zabraňují kontaktu kapének s povrchem listu.

b) Další významné morfológico anatomické odlišnosti

Významně ovlivňuje selektivitu herbicidů také umístění meristematických pletiv, která se u dvouděložných rostlin nacházejí ve vzrostlých vrcholech na okrajích listů, zatímco růstové zóny u trav jsou ukryty v listových pochvách, čímž jsou více chráněny. Na selektivě se také podílí rozdíly v anatomické stavbě rostlinných pletiv. Rozdílů v této stavbě je využíváno u syntetických auxinů (růstové herbicidy), jejichž transport vodivými pletivy trav je oproti dvouděložným rostlinám výrazně pomalejší (Jursík a kol. 2011b).

3. Poziční selektivita (selektivita podmíněná místem dopadu herbicidu).

Tohoto typu selektivity bývá využíváno u preemergentních herbicidů. Selektivita spočívá v rozdílné zóně kořenového příjmu herbicidu mezi plevelem a plodinou. Po preemergentní aplikaci půdního herbicidu vzniká na povrchu půdy herbicidní film, který brání vcházení citlivých plevelů. Plevelné druhy tvořící malá semena, která nejčastěji vcházejí z povrchových vrstev půdy (z hloubky do 10-20 mm) jsou tedy při klíčení vystavena vysoké koncentraci herbicidu. Naopak hlouběji zasetá semena plodiny a semena plevelů, která vcházejí z větší hloubky, nejsou herbicidem dostatečně zasažena (Jursík a kol. 2011a).

Selektivní herbicidy, pokud jsou aplikovány v registrované dávce a ve vhodném termínu (růstová fáze kulturních rostlin a plevelů), působí z pravidla především na určitou skupinu rostlin (plevelů) v určitých plodinách, které jimi nejsou poškozovány (Gall, 2007). Kohaut (2008) uvádí, že podle převládajícího účinku na plevele je možné selektivní herbicidy dále dělit na kontaktní listové, systémové působící přes listy a systémové působící přes kořeny. Dokonce velmi často bývají tyto způsoby účinku v jednotlivých přípravcích kombinované (listové kontaktní + systémově působící skrze kořeny). U systémového způsobu účinku herbicidu je účinná látka absorbována rostlinou a posléze rozváděna xylémem, floémem i do těch částí rostliny, jež nebyly látkou přímo zasaženy (Smutný a kol. 2011).

3.2.2.2 Termíny aplikace herbicidů

Obvykle se herbicidy aplikují v počátečních fázích vegetace, kdy se začínají utvářet konkurenční vztahy mezi plevely a plodinou Jursík a kol. (2011b). Herbicidy se mohou podle Zisky a Dukese (2011) aplikovat v různých termínech. Buď preemergentně (nebo před výsadbou či setím) na půdu nebo postemergentně přímo na rostliny. Jursík a kol. (2011b) avšak rozděluje aplikační termíny na tyto skupiny:

Aplikace před setím se zapravením do půdy, je relativně málo rozšířená a lze ji využít pouze u půdních herbicidů. Používá se především u herbicidů, které jsou snadno rozkládány slunečním zářením, mají vysokou těkavost, nebo omezenou pohyblivost v půdě (špatně pronikají k hlouběji klíčícím semenům plevelů). Ovšem po zapravení do půdy je vysoká těkavost těchto látek žádoucí. Tento aplikační termín je využíván především v aridních oblastech, kde preemergentní aplikace herbicidů často selhávají. Pro dokonalé zapravení herbicidů je obvykle třeba dvou pracovních

operací, přičemž směry pracovní jízdy by měli být na sebe kolmé a druhé zapravení by mělo být mělčí než první.

Aplikace před setím bez zapravení do půdy, ke které se podle Jursíka a kol. (2011b) obvykle používají neselektivní listové herbicidy. Tímto způsobem se reguluje především pýr plazivý a další plevely, které se na pozemku vyskytují v době před založením porostu. Pro dosažení vysoké účinnosti a nízké regenerace vytrvalých plevelů je nutné před aplikací maximálně podpořit vzcháživost plevelů agrotechnickými opatřeními. Při výsevu je vhodné minimalizovat narušení povrchové vrstvy půdy (např. použitím kotoučových secích botek), aby se co nejvíce omezilo následné vcházení plevelů.

Aplikace preemergentní se podle Jursíka a kol. (2011b) provádí v období po zasetí plodiny, avšak ještě před jejím vzejetím. Většina preemergentních herbicidů účinkuje na plevely pouze při klíčení a vcházení, max. ve fázi prvních pravých listů. Pro preemergentní aplikaci by měl být herbicid aplikován s větší dávkou vody (min. 300 l/ha), aby došlo k vytvoření rovnoměrného herbicidního filmu na povrchu půdy. Nejlepších výsledků je docilováno při aplikaci na vlhký povrch půdy. Naopak vysoké srážky po aplikaci mohou proplavit tyto herbicidy mimo zónu klíčení plevelů a způsobit poškození obvykle hlouběji vyseté plodiny, případně mohou kontaminovat spodní vody. Velmi důležité je, aby povrch půdy nebyl při aplikaci hrudovitý, protože se vytvářejí aplikační stíny a při rozpadu hrud se dostávají na povrch půdy klíčivá semena. Vzhledem k tomu, že preemergentní aplikace se provádí „na slepo“ je třeba znát druhovou skladbu plevelů ošetřovaného pozemku.

Aplikace postemergentní, při které se herbicidy aplikují po vzejití plodiny. Jursík a kol. (2011b) uvádějí, že tento termín aplikace je nejčastější. Postemergentně se aplikují herbicidy, které jsou přijímány pouze listy, ale je také mnoho herbicidů přijímaných kořeny i listy současně. Postemergentní herbicidy obvykle méně zatěžují životní prostředí, neboť jsou v půdě rychleji odbourávány. Podle typu použitého herbicidu je přesný termín aplikace zpravidla vymezen růstovou fází plodiny a plevelů. Pro dobrou účinnost je třeba zajistit co nejvyšší stupeň pokrytí plevelů postřikovou tekutinou, případně dobrou penetraci účinné látky. Toho lze dosáhnout použitím vyšší dávky, jemnějším spektrem kapének, volbou vhodného termínu aplikace nebo použití adjuvantů.

3.2.2.2.3 Účinnost herbicidů

Účinnost herbicidů je ovlivňována celou řadou faktorů. K nejvýznamnějším patří povětrnostní vliv před, během a po aplikaci, ale neméně důležité jsou také aspekty technologické, ale také aspekty morfologické a fyziologické (Smutný a kol. 2011).

Jursík a kol. (2011b) uvádí, že proudění vzduchu (vítr) urychluje zasychání herbicidního filmu na povrchu listů, což může omezovat příjem herbicidu. Vítr během aplikace bezprostředně ovlivňuje také kvalitu práce postřikovače. Při silnějším větru dochází k únosům postřikové jíchy, což se projeví nerovnoměrným ošetřením porostu, případně poškozením okolních kultur.

Vydatné srážky i několik hodin po aplikaci listových herbicidů mohou smýt herbicid z povrchu listů a tím snížit jeho účinnost. Délka bezesrážkového období nezbytná pro dostatečný příjem herbicidu je dána citlivostí herbicidu ke smyku, rychlostí příjmu, intenzitou srážek a velikostí dešťových kapek. Slabé srážky (do 0,5 mm) obvykle nesmyjí herbicidní film z listů, naopak mohou působit pozitivně, tím že redistribují herbicid na celé ploše listu a to i do míst, kam se jinak dostává jen obtížně (listové pochvy trav, adventivní pupeny atd.), navíc při srážkách bývají obvykle velmi vhodné povětrnostní podmínky pro příjem herbicidů. Srážky přes 0,5 mm však obvykle působí negativně tím, že s narůstající intenzitou srážek se snižuje účinnost herbicidu, což platí až do srážkového úhrnu 3 – 5 mm, přičemž další nárůst srážek již dále zásadním způsobem nesnižuje účinnost. Účinnost herbicidu může být ovlivněna také rosou při aplikaci. Kapičky rosy mohou odrážet postřikové kapénky z listů, nebo může dojít po jejich dopadu na vlhký list k odtoku. Navzdory těmto ztrátám nemusí být účinnost herbicidního ošetření rosou vždy snížena. V některých případech může dokonce dojít ke zvýšení účinnosti v důsledku vyššího příjmu. Kutikula listů je totiž při rose hydratovaná, herbicid zůstává v roztoku delší dobu a je plošně redistribuován.

Velmi důležitým aspektem, který má přímou spojitost s účinností herbicidů je růstová fáze plevelů. V případě jednoletých plevelů obecně platí zásada, že menší rostliny jsou k herbicidu citlivější. Do tohoto období, by měl být načasován herbicidní zásah. V případě vytrvalých plevelů je naopak herbicidní ošetření vhodnější načasovat do termínu, kdy mají plevele vytvořené dostatečné množství listů, jež zachytí větší množství účinné látky (Smutný a kol 2011).

I přes veškerou opatrnost při chemické ochraně rostlin dochází každoročně k poškození následných plodin rezidui herbicidů v půdě, které byly aplikovány k předchozí plodině. Tyto škody mohou vznikat následkem předávkování přípravku, nesprávným termínem aplikace, brzkým výsevem následné/náhradní plodiny bez ponechání dostatečné doby k rozložení reziduí v půdě nebo nerespektování jiného doporučení výrobce (Buryšková, 2006).

3.2.3 Regulace plevelů v salátu

Salát je velmi citlivý k herbicidům, a díky úzkému sponu pěstování je obtížné také jeho plečkování (Šuk a Šuk, 2015). Přesto že plevele obvykle nezpůsobí dramatické snížení výnosu salátu, je velmi důležité udržet porost v bezplevelném stavu, neboť plevele nejen konkurují a oddalují termín sklizně, ale mohou i snižovat kvalitu a způsobovat problémy při sklizni (Jursík a kol. 2015).

Podle Petříkové a kol. (2012) se doporučuje pro udržení porostu v bezplevelném stavu jedna kultivace a jedna okopávka. Mechanická kultivace mezi řádky zajišťuje vyšší výnos salátu (Abu-Hamdeh a Abu-Qudais, 2001). Množství plevelů se dá také podle Shem-Tova a kol. (2006) v sušších oblastech, kde plevele vcházejí později, snížit předvysadbovou závlahou a následnou kultivací půdy po vzejití plevelů. Takto provedený postup snížil zaplevelení v porostu salátu až o 77 % v porovnání s nepředzavlaženou variantou a herbicidně neošetřenou variantou. Jako optimální čas mezi závlahou a kultivací půdy doporučují 14 dní, za kterých zvládne vzejít dostatečné množství plevelů, a ty jsou následně redukovány kultivací.

Z nechemických metod lze také podle Šuka a kol. (2016) používat celou řadu mulčovacích materiálů. Z výsledků jejich pokusů vyplývá, že například mulčováním ledového salátu PE folií lze omezit zaplevelení lépe než herbicidním ošetřením při zachování druhové diverzity plevelů. Pšeničná sláma a papírový mulč prokázali podobný regulační efekt na plevele jako herbicid Stomp 400 SC, a proto je lze doporučit do systému integrované ochrany rostlin jako biodegradovatelné mulče, které lze po sklizni snadno zapravit do půdy.

Podle výsledků, které publikovali Nikolich a kol. (2011) jsou v bulharských porostech salátu nejčastěji zastoupeny plevele rdesno blešník, lilek černý, hořčice

polní a durman obecný. Přičemž Jursík a kol. (2015) uvádí, že v porostech raných výsadeb salátu se mohou nejčastěji uplatňovat především ozimé plevelle (ptačinec prostřední, starček obecný, hluchavky, rozrazil, penízek rolní, kokoška pastuší tobolka) a časné jarní druhy plevelů (hořčice rolní, oves hluchý). Z pozdních jarních plevelů se v porostech salátu nejlépe uplatňují merlík bílý, bažanka roční, rdesna, lilky, pěťoury, ježatka kuří noha a durman obecný, které se však uplatňují především u porostů zakládaných až v dubnu a zakrytých netkanou textilií. Velmi dobře se prosazují i vytrvalé plevelle, především pcháč rolní, rukev rolní a jiné. Kužma (1997) zařazoval mezi nejvýznamnější plevelle v kultuře salátu ježatku kuří nohu, béry a další jednoleté trávy (oves hluchý, chundelku metlici) a dvouděložné plevelle, na něž doporučuje aplikovat Kerb 50 W (*propyzamid*) v dávce 2,5 – 3 kg/ha před setím či výsadbou se zapravením do půdy, s čímž se shoduje i Jursík a kol. (2015), který ho doporučuje aplikovat v kombinaci s *pendimethalinem*. *Pendimethalin* vykazuje při dostatečné půdní vlhkosti dobrou účinnost na jednoleté dvouděložné plevelle, vyjma heřmánkovitých (heřmánky, starčky, pěťoury), přičemž na tyto plevelle nepůsobí ani *propyzamid*, což na řadě pozemků způsobuje problémy při pěstování salátu. Henderson a Webber (1993) doporučují k regulaci dvouděložných i trávovitých plevelů použít *pendimethalin* v dávce 2 – 2,5 l přípravku na hektar před výsadbou. Rozrušením herbicidního filmu během výsadby salátu, ale může způsobit snížení účinnosti na plevelle. U ledového salátu se tento efekt Stompu 400 SC projevil pouze krátce před sklizní (Neuwiler a Krauss, 2008). *Propyzamid* je možné využít k regulaci jednoletých a vytrvalých trav, také i biotypů rezistentních k inhibitorům ALS a ACCasy (Wittrock a kol. 2008) a dokonce by bylo možné *propyzamid* podle Jursíka a kol. (2015) použít také po výsadbě (není ale registrováno) a tím by působil především na trávovité plevelle a některé plevelle dvouděložné. V případě, že se nepodaří potlačit jednoleté plevelné trávy půdními herbicidy, lze postemergentně použít listové graminicidy (*fluazifop*). Tento herbicid dobře potlačuje také pýr plazivý a výdrol obilnin. K salátu je poměrně selektivní, nicméně s ohledem na pozdější aplikaci a krátkou vegetační dobu salátu může být sklizený salát kontaminován rezidui herbicidu. Vytrvalé dvouděložné plevelle a zaplevelující brambory nelze v porostu salátu potlačit herbicidy a proto je lepší nezařazovat salát na takto zaplevelené pozemky.

3.2.4 Regulace plevelů v mrkvi

Mrkev je důležitou zelinářskou plodinou a její výnos může být vysoce ovlivněn zaplevelením. Přítomnost plevelů v této plodině může snížit její výnos až o 94% (Coelho a kol. 2009). Podle Sasnauskase a kol. (2012) roste mrkev pomalu a proto je její konkurenční schopnost na počátku vegetace velmi malá. Proto Anonymus (1986) doporučuje pro výsev mrkve vybrat pozemky nezaplevelené vytrvalými druhy plevelů. Nejčastěji bývají porosty mrkve zaplevelovány lipnicovitými druhy plevelů, jako je ježatka kuří noha a béry a některými druhy dvouděložných plevelů, jako jsou laskavce, merlíky, rdesna atd. (Anonymus, 1981). Aplikované herbicidy nebo jejich kombinace mohou podle Kavaliauskaite a kol. (2009) dostatečně redukovat celkové množství plevelů v porostech mrkve. Jursík a kol. (2006) ale varují, že mrkev je při vzcházení vůči herbicidům citlivá.

K regulaci plevelů se nejlépe využívají preemergentní herbicidy (Petříková a kol., 2012) přičemž Jursík a kol. (2006) doporučuje *pendimethalin*, nebo *linuron*. Vyšší účinnosti těchto přípravků dosáhneme, jestliže aplikaci provedeme po mírnějším dešti nebo závlaze. Výrazně se tím zvyšuje účinnost, zejména na plevelné jednoleté trávy. *Pendimethalin* vykazuje v půdě velmi dobrou perzistenci, a proto je při jeho použití vhodnější hlubší výsev mrkve.

Postemergentní aplikace lze provést nejdříve ve fázi 2 – 3 pravých listů v závislosti na účinné látce a zdravotním stavu mrkve. Vysokou selektivitu zde vykazuje herbicid s účinnou látkou *linuron*. Plevelé by však neměli mít více než dva pravé listy. U citlivých plevelů by nemělo být více než 4 – 6 pravých listů.

Další růst a vývoj mrkve je poměrně rychlý a po zapojení porostu se již nově vzešlé plevele uplatňují velmi těžko. V dobře zapojených porostech již nemohou negativně ovlivnit výnos. Určitým problémem však mohou být vytrvalé plevele. Jursík a kol. (2006) publikoval, že mrkev je při vzcházení vůči herbicidům citlivá. Vytrvalé a přerostlé dvouděložné plevele lze v porostu mrkve potlačovat systémicky působícím *fluroxypyrem*. Dávku volíme v závislosti na plevelném druhu a jeho růstové fázi. Z vytrvalých plevelů je k této účinné látce citlivý svízel přítula, mléče a další jednoleté dvouděložné plevele. Bohužel *fluroxypyr* lze použít pouze v semenných porostech mrkve, kde nevedí možné poškození kořenů.

Podle Jursíka a kol. (In press) vykazuje velmi dobrou účinnost na plevely a to i ve vyšších růstových fázích herbicid s účinnou látkou *metribuzin*, nicméně s aplikací je vhodné počkat až po vytvoření 3. listu mrkve, přičemž mezi odrůdami mrkve mohou existovat velké rozdíly v citlivosti k tomuto herbicidu. Velmi citlivé k tomuto herbicidu jsou brukvovité plevely, včetně výdrolu řepky, dále hluchavky, heřmánky, merlíky (do fáze 6 listů) a ptačinec.

3.2.5 Optimalizace regulace plevelů v zelenině

V poslední době začíná být stále více kladen důraz na rozvoj udržitelného zemědělství a racionálnější používání herbicidů a dalších přípravků na ochranu rostlin (Jursík a kol. 2011). Tématická strategie udržitelného používání pesticidů nás posouvají blíže k udržitelnému a stabilnímu zemědělství, kde se využívá integrovaná ochrana rostlin, kterou praktikuje celá Evropská unie (Garcia-German a kol., 2014).

Množství použitého herbicidu (na rozdíl od jiných pesticidů např. fungicidů, insekticidů) se udává v přesných dávkách na jednotku plochy, tj. litrů a nebo kilogramů na hektar s jasně stanoveným množstvím vody na jednotku plochy. Překročení předepsané dávky herbicidu už jen o 10 % může výrazně poškodit ošetřovanou plodinu (důležité zejména u zelenin). Nemožné je aplikovat i menší než stanovenou dávku protože následkem, kromě výraznější účinnosti, může být i vytvoření podmínek pro vznik rezistence plevelů (Kohaut, 2008)

Fennimore a kol. (2011) testovali v salátu herbicid s účinnou látkou *flumioxazin*. Herbicid byl aplikován v dávkách 75, 105 a 211 g účinné látky na hektar. Pokud byl přípravek aplikován v nižší dávce, byl k salátu selektivní a nedošlo ke snížení výnosu. Ve vyšší dávce (211 g/ha) bylo poškození viditelné a výnos byl snížen. Dále také zkoumali působení účinné látky *oxyfluorfen* v dávce 280 a 560 g/ha. Ani jedna z těchto dávek nezpůsobila poškození rostlin a dokonce ani nesnížila výnos salátu.

Preemptivně aplikovaný *metolachlor* způsoboval v dávkách větších než 1,75 kg/ha zpomalení růstu a snížení množství prodejných hlávek. I při snížení dávky na 1,44 kg/ha bylo množství prodejných hlávek sníženo o 30 % v porovnání s ručně plnou variantou (Henderson a Webber, 1993). Stajner a kol. (2003) zaznamenali v důsledku působení *metolachloru* snížení obsahu pigmentu v listech salátu, což se projevilo snížením výnosu a zhoršením kvalitativních parametrů hlávek salátu. Avšak

Lati a kol. (2015) testovali preemergentně *metolachlor* v dávkách v rozmezí 0,6 až 5,6 kg/ha. Při dávkách do 2,8 kg/ha zaznamenali pouze velmi malé, nebo žádné fytotoxické projevy a ani nedošlo ke snížení výnosu. Dobrou regulační schopnost na plevely prokázal *metolachlor* již od dávky 0,7 kg/ha. V České republice však není *metolachlor* do salátu registrován a v jiných plodinách ho lze použít pouze do dávky 1,1 kg/ha.

Kavaliauskaite a kol. (2009) testovali v porostu mrkve účinnost herbicidů *prometryn*, *metribuzin*, *linuron* a jejich kombinace. Účinnost *metribuzinu* aplikovaného v dávce 0,5 l/ha snížila množství plevelů o 84%. Kombinace *metribuzinu* a *linuronu* snížila zaplevelení o 85 – 87%. Největšího snížení zaplevelení bylo dosaženo po aplikaci samotného *linuronu* v dávce 1 l/ha. Plevely byly redukovány až z 94 %.

Podle Sediya a kol. (2008) prokázali *fluazifop-p-butyl*, *linuron*, *metolachlor* a *metribuzin* dobrou účinnost na plevely a v jihoamerických podmínkách nijak extrémně neovlivnili výnos.

Jursík a kol. (2006) zjistili, že po aplikaci *fluroxypyru* dochází k deformacím listů mrkve, ale tyto příznaky brzy odezní a většinou nedochází ke snížení výnosu. U citlivých odrůd může dojít k větší či menší deformaci kořene.

4. MATERIÁL A METODY

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Polní pokusy zakládáné za účelem optimalizace regulace plevelů v porostech salátu a mrkve byly realizovány na pokusném pozemku České zemědělské university v Praze.

Pokusný pozemek se nachází v nadmořské výšce 285 m n. m. Spadá do klimatického regionu T2. Tato oblast se vyznačuje dlouhým teplým a suchým létem, mírně teplým až teplým jarem a podzimem. Zimy zde bývají krátké, mírně teplé, suché až velmi suché s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Dlouhodobá průměrná roční teplota vzduchu je 9 °C a dlouhodobý úhrn ročních srážek činí 500 mm.

Tabulka č. 1 uvádí průměrné měsíční úhrny srážek a průměrné měsíční teploty v průběhu vegetace v roce 2015 (data byla získána z meteorologické stanice katedry agroekologie a biometeorologie na ČZU) ve srovnání s dlouhodobým normálem klimatických hodnot jednotlivých měsíců.

Rok 2015	Úhrn srážek (mm/měsíc)	Průměrná měsíční teplota (°C)	Dlouhodobý normál srážek (mm/měsíc)	Dlouhodobý normál teplot (°C)
duben	26,4	9,1	43	8,1
květen	31,9	13,7	70	13
červen	38,6	16,8	75	16,3
červenec	31,6	21,6	72	17,8
srpen	59,7	22,9	73	17,2

Tabulka č. 1 Měsíční úhrny srážek a průměrné měsíční teploty v průběhu vegetace v roce 2015 v porovnání s dlouhodobým normálem.

Na pozemku pokusného stanoviště se vyskytuje půdní typ černozem. A dle výsledků rozboru půd provedených Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy v roce 2012 je pH půdy 7,97, množství Ca podle Meh3 8491 mg/kg, množství Mg podle Meh3 135 mg/kg, množství K podle Meh3 291 mg/kg, množství P podle Meh3 206 mg/kg a množství celkového N 0,179%. Obsah humusu je 2,37 %, poměr C/N je 7,7. Podíl jílu je 38,1 %, prachu 38,4 % a písku 23,5 %.

4.2 Založení a průběh vlastního pokusu

4.2.1 Charakteristika zelenin

Při realizaci této práce byl pěstován salát ledový odrůdy Elenas od firmy ReproSam a mrkev odrůdy Dordogne od firmy Saga Seed.

4.2.2 Výsev a výsadba

Salát ledový byl vysázen z předpěstované sadby dne 9. 4. 2015. Zakládalo se celkem 5 variant se třemi opakováními, ve zcela znáhodněných blocích. Velikost parcel byla 1,5 x 4 m (6m²). Spon byl 30 x 30 cm a tím bylo na jedné parcele 60 rostlin salátu ledového. Biometrické schéma pokusu je znázorněno v tabulce č. 2. Jednotlivá čísla znázorňují popsané varianty pokusu uvedeného níže.

2	3	4	5	1
3	5	1	2	4
1	2	3	4	5

Tabulka č. 2 Biometrické schéma pokusu v ledovém salátu.

Mrkev byla vysetá dne 8. 4. 2015. Zakládalo se celkem 7 variant se třemi opakováními, ve zcela znáhodněných blocích. Velikost parcel byla 2,25 x 6 m (13,5m²). Na jedné parcele bylo ve třech hrůbcích 6 m dlouhých vyseto 780 rostlin. Biometrické schéma pokusu je znázorněno v tabulce č. 3. Jednotlivá čísla znázorňují popsané varianty pokusu uvedeného níže.

5	4	6	7	1	3	2
3	7	1	6	4	2	5
1	2	3	4	5	6	7

Tabulka č. 3 Biometrické schéma pokusu v mrkvi.

Plodina	Velikost parcely	Spon	Počet rostlin na parcele
Salát	1,5 x 6 m (9 m ²)	30 x 30 cm	100
Mrkev	2,25 x 6 m (13,5 m ²)	dvouřádky (15 cm) na 75 cm širokém hrůbku	cca 1040 (75 % vzcházivost)

Tabulka č. 4 Velikost parcel, spon a počet rostlin pěstovaných zelenin na parcele.

4.2.3 Aplikace herbicidů

Aplikace herbicidů byla prováděna maloparcelovým bezezbytkovým postřikovačem Schachtner. Postřiková kapalina byla aplikována pod tlakem 0,3 MPa v dávce 300 l/ha. Byly použity trysky Lurmark 015F110. Do pokusů byly vybrány přípravky povolené v ČR do zeleniny, z neregistrovaných přípravků ty, které jsou povolené v okolních zemích a které by mohly být v budoucnu registrovány i u nás, ale také přípravky, které se v zahraničí testují a nejsou v zeleninách dosud povoleny. Přesné údaje o termínech aplikace herbicidů, do porostů ledového salátu a mrkve, spolu s údaji o počasí při aplikaci a růstové fázi plodin a plevelů jsou uvedeny v tabulce č. 5.

Termín aplikace	Datum aplikace	Počasí při aplikaci				BBCH plodiny	BBCH plevelů
		Oblačnost (%)	Teplota (°C)	Vlhkost půdy	Rychlost a směr větru		
Ledový salát							
PP	8.4.2015	100	10	vlhká	S 3 m/s	00	00
POST 1	16.4.2015	50	22	suchá	S 2,5 m/s	16	00-10
POST 2	5.5.2015	50	20	suchá	S 0 m/s	18	10-12
Mrkev							
PRE	21.4.2015	0	18	suchá	S 1 m/s	05	00-09
POST	2.6.2015	0	19,6	suchá	S 0 m/s	13	12-16

Tabulka č. 5 Data aplikací, počasí při aplikaci a růstové fáze plodin a plevelů.

První aplikace herbicidů u salátu proběhla před výsadbou bez zapravení do půdy (PP). Další přípravky označené termínem aplikace POST 1 a POST 2, byly aplikovány po výsadbě a vzejití plevelů (postemergentně). Zkoušené herbicidní varianty, termíny aplikací a dávky znázorňuje tabulka č. 6.

Varianta	Herbicidy	Účinná látka	Termín aplikace	Dávka herbicidu (l/ha, kg/ha)
1	Neošetřená kontrola	-	-	-
2	Stomp 400 SC	pendimethalin	PP	1,75
	Kerb 400 SC	propyzamide	POST 1	3,50
3	Stomp 400 SC	pendimethalin	POST 1	1,25
	Betasana SC	phenmediphan	POST 2	1,00
4	Stomp 400 SC	pendimethalin	PP	1,25
	Outlook	dimethenamid	POST 1	0,70
5	Stomp 400 SC	pendimethalin	PP	1,25
	Successor 600	pethoxamide	POST 1	1,00

Tabulka č. 6 Testované varianty v porostu salátu.

První aplikace herbicidů k mrkvi proběhla preemergentně (PRE). Zbylé účinné látky byly aplikovány po vzejití mrkve a plevelů postemergentně (POST), mrkev měla v době aplikace 3 pravé listy. Data aplikací a zkoušené herbicidní varianty, včetně dávky znázorňuje tabulka č. 7.

Varianta	Herbicidy	Účinná látka	Termín aplikace	Dávka herbicidu (l/ha, kg/ha)
1	Neošetřená kontrola	-	-	-
2	Bandur	aclonifen	PRE	3,00
	Command 36 SC	clomazone	PRE	0,20
	Outlook	dimethenamid	PRE	1,00
3	Bandur	aclonifen	PRE	3,00
	Command 36 SC	clomazone	PRE	0,20
	Afalon 45 SC	linuron	POST	1,50
4	Bandur	aclonifen	PRE	3,00
	Command 36 SC	clomazone	PRE	0,20
	Sencor 70 WG	metribuzin	POST	0,30
5	Stomp 400 SC	pendimethalin	PRE	3,00
	Command 36 SC	clomazone	PRE	0,20
	Afalon 45 SC	linuron	POST	1,50
6	Stomp 400 SC	pendimethalin	PRE	3,00
	Command 36 SC	clomazone	PRE	0,20
	Sencor 70 WG	metribuzin	POST	0,30
7	Plečkovaná kontrola	-	-	-

Tabulka č. 7 Testované varianty v porostu mrkve.

4.2.4 Hodnocení účinnosti herbicidů

Účinnost herbicidů na plevele v porostech salátu a mrkve byla hodnocena vizuálním posouzením (0 – 100 %) dle metodik EPPO a následně statisticky zpracována pomocí analýzy rozptylu. V porostech salátu se hodnotila účinnost na merlík bílý (20-40 ks/m²), bažanku roční (4-8 ks/m²), laskavec ohnutý (10-20 ks/m²) a ježatku kuří nohu (10-20 ks/m²). V porostech mrkve se hodnotila účinnost herbicidů na laskavec ohnutý (10-20 ks/m²), lilek leskloplodý (10-20 ks/m²), merlík bílý (10-20 ks/m²), ježatku kuří nohu (4-8 ks/m²) a bažanku roční (4-8 ks/m²). Hodnocení účinnosti se provádělo 3 týdny po posledním herbicidním ošetření.

4.2.5 Hodnocení fytotoxicity herbicidů k zelenině

Fytotoxicita způsobená herbicidy aplikovanými do salátu a mrkve byla hodnocena vizuálním posouzením dle metodik EPPO a následně získaná data byla statisticky zpracována pomocí analýzy rozptylu.

4.2.6 Statistické zpracování

Získaná data byla statisticky zpracována v programu STATISTICA. Ke zjištění odlišností mezi zkoumanými variantami, byla použita jednofaktorová ANOVA Tukeyho HSD testu se zobrazením homogenních skupin. Podle homogenních skupin bylo následně stanoveno, zda se jedná o statisticky významné odlišnosti mezi variantami či nikoliv.

5. VÝSLEDKY

5.1 Účinnost herbicidů

5.1.1. Účinnost v salátu

Po statistickém zpracování dat pomocí analýzy rozptylu byly zjištěné výsledky účinnosti herbicidů na plevele v porostu salátu zaznamenány pro přehlednost do tabulky č. 8.

Plevel	Varianta	Účinnost (%)	Homogenní skupina dle $\alpha = 0,05$
CHEAL	2	93,33	a
CHEAL	3	90	a
CHEAL	4	91,66	a
CHEAL	5	88,33	a
MERAN	2	76,66	ab
MERAN	3	76,66	ab
MERAN	4	86,66	a
MERAN	5	66,66	b
AMARE	2	100	a
AMARE	3	90	a
AMARE	4	100	a
AMARE	5	100	a
ECHCG	2	95,33	a
ECHCG	3	95,66	a
ECHCG	4	100	a
ECHCG	5	93,33	a

Tabulka č. 8 Statisticky zpracované výsledky účinnosti herbicidních variant na plevele v salátu.

Sledované plevele jsou uvedeny pod Bayer kódy.

Jak vyplývá z tabulky č. 8, rozdíl v účinnosti zkoumaných herbicidních variant na merlík bílý, laskavec ohnutý a ježatku kuří nohu nebyl statisticky průkazně významný.

Statisticky průkazný vliv na účinnost na bažanku roční byl zaznamenán pouze mezi herbicidní variantou 4 (kombinace účinných látek *pendimethalin* a *dimethenamid*), kde byla účinnost na tento plevel nejvyšší a herbicidní variantou 5 (kombinace účinných látek *pendimethalin* a *pethoxamid*), která regulovala bažanku roční nejméně. Zbylé dvě herbicidní varianty účinkovali na bažanku roční podobně,

sice více než varianta 5 a méně než varianta 4, avšak při statistickém porovnání nebyl tento rozdíl průkazný.

Z výsledků vyplývá, že hodnocené plevele nejlépe regulovala herbicidní kombinace *pendimethalinu* a *dimethenamidu*. Podobně dobrou regulační schopnost vykazala i kombinace *pendimethalinu* a *propyzamidu*. Nejméně byly plevele regulovány na variantě, kde byl použit *pendimethalin* s *pethoxamidem*. Celková účinnost herbicidních variant na vybrané plevele v porostu ledového salátu je uvedena v grafu č. 1 (příloha).

5.1.1. Účinnost v mrkvi

Po statistickém zpracování dat pomocí analýzy rozptylu byly zjištěné výsledky účinnosti herbicidů na plevele v porostu mrkve zaznamenány pro přehlednost do tabulky č. 9.

Rozdíl v účinnosti zkoumaných herbicidních variant na merlík bílý a ježatku kuří nohu nebyl statisticky průkazný.

Statisticky průkazně nižší účinnost na laskavec ohnutý (90 resp. 92 %) byla prokázána u varianty 5 (kombinace účinných látek *pendimethalin*, *clomazone* a *linuron*) a varianty 6 (kombinace účinných látek *pendimethalin*, *clomazon* a *metribuzin*), oproti ostatním testovaným variantám (přes 99 %).

Účinnost herbicidů na lilek leskloplodý byl statisticky významně nižší (pod 80 %) u herbicidních variant 3 (kombinace účinných látek *aclonifen*, *clomazone* a *linuron*) a 4 (kombinace účinných látek *aclonifen*, *clomazone* a *metribuzin*) v porovnání s ostatními variantami (přes 95 %), u kterých nebyl zaznamenán významný rozdíl mezi nimi navzájem.

Herbicidní varianty 5 a 6 prokázaly také statisticky významně nižší účinnost na bažanku roční než zbylé varianty, mezi kterými nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl.

Z výsledků vyplývá, že hodnocené plevele nejlépe regulovala herbicidní kombinace preemergentně aplikovaného *aclonifenu*, *clomazonu* a *dimethenamidu*. Nejméně byly plevele regulovány při použití účinných látek *pendimethalin*,

clomazone (obě preemergentně) a *metribuzin* (následně postemergentní ošetření). Celková účinnost herbicidních variant na vybrané plevele v porostu mrkve je uvedena v grafu č. 2 (příloha).

Plevel	Varianta	Účinnost (%)	Homogenní skupina
AMARE	2	99,33	a
AMARE	3	99,33	a
AMARE	4	99,66	a
AMARE	5	91,66	b
AMARE	6	90	b
SOLPH	2	96,33	a
SOLPH	3	76,66	b
SOLPH	4	78,33	b
SOLPH	5	95,66	a
SOLPH	6	95,66	a
CHEAL	2	100	a
CHEAL	3	100	a
CHEAL	4	100	a
CHEAL	5	99,33	a
CHEAL	6	99	a
ECHCG	2	100	a
ECHCG	3	93,33	a
ECHCG	4	93,33	a
ECHCG	5	93,33	a
ECHCG	6	93,33	a
MERAN	2	99,33	a
MERAN	3	97,33	a
MERAN	4	96,33	a
MERAN	5	86,66	b
MERAN	6	81,66	b

Tabulka č. 9 Výsledky účinnosti herbicidních variant na plevele v mrkvi. Sledované plevele jsou uvedeny pod Bayer kódy.

5.2 Fytotoxicita herbicidů

Po statistickém zpracování dat pomocí analýzy rozptylu byly zjištěné výsledky fytotoxicity herbicidů na zeleniny zaznamenány pro přehlednost do tabulky č. 10.

Plodina	Varianta	Fytotoxicita %	Homogenní skupina
Salát	2	5	b
Salát	3	5	b
Salát	4	15	a
Salát	5	10	ab
Mrkev	2	28,33	a
Mrkev	3	0	b
Mrkev	4	0	b
Mrkev	5	0	b
Mrkev	6	0	b

Tabulka č. 10 Výsledky fytotoxicity herbicidních variant na plodiny.

Statisticky významný rozdíl ve fytotoxicitě herbicidů byl u salátu zaznamenán mezi variantou 4, kde bylo poškození salátů největší (15 %) a variantami 2 a 3, kde byly projevy fytotoxicity nejnižší (5 %). Fytotoxicita herbicidní varianty 5 nebyla statisticky významně odlišná od ostatních. Příznaky fytotoxicity se nejčastěji projevovaly jako zpomalení růstu salátu, žluté barevné skvrny na listech nebo celkově světlejší barvou listů salátu.

Projev fytotoxicity herbicidů v porostu mrkve byl zaznamenán pouze u herbicidní varianty 2 (28 %). Ostatní pokusné varianty nepoškozovaly porost tak, aby tato změna byla na pohled patrná. Poškození se projevovalo deformacemi listů salátu a horší vzcházivostí (výpadky rostlin).

6. DISKUZE

6.1 Účinnost herbicidů v salátu

Rozdíly v účinnosti mezi variantami v porostu salátu na merlík bílý, laskavec ohnutý a ježatku kuří nohu nebyly průkazné. Účinnost na tyto plevely byla na všech testovaných variantách dobrá (nad 90 %), pouze na variantě ošetřené úč. látkami *pendimethalin* (před výsadbou) + *pethoxamid* (postemergentně), byla účinnost na merlík bílý nižší (88,33 %).

Nejméně ze všech plevelů byla všemi herbicidními variantami regulována bažanka roční. Nejvyšší účinnost vykázala varianta ošetřená před výsadbou úč. látkou *pendimethalin* a postemergentně úč. látkou *dimethenamid*, kde byla zaznamenána účinnost na tento plevel 86,66 %. Naopak nejnižší účinnost vykázala varianta ošetřená úč. látkami *pendimethalin* (před výsadbou) + *pethoxamid* (postemergentně) jejíž účinnost byla 66,66 %. Používání dalších herbicidů do salátu při nedostatečné účinnosti *pendimethalinu* v krátké době po jeho aplikaci doporučuje i Garcia-Germana a kol. (2014). Avšak pokud by byla doba od preemergentní aplikace delší, nelze z důvodu nedostupnosti alternativních herbicidů, ať už pro to, že nejsou registrovány nebo proto, že jejich reziduální působení je dlouhé a tím mohou ohrozit konečného spotřebitele, aplikovat jiný herbicid. *Pendimethalin* podle Hendersona a Webbera (1993) výborně reguluje většinu důležitých dvouděložných plevelů a dokonce účinkuje i na trávovité plevely. V pokusech, které prováděli Lati a kol. (2015), vyšla účinnost *pendimethalinu* v porovnání s ostatními jako nejvyšší, a proto ho doporučují k regulaci plevelů v porostech salátu. Účinnost *propyzamidu*, který testovali v dávce 1,3 kg/ha byla vůči plevelům dobrá avšak nižší než účinnost *pendimethalinu*. Pro lepší účinnost *propyzamidu* doporučují Tickes a Kerns (1996) jeho zapravení do půdy a následnou závlahu. Batts a kol. (2008) zaznamenali po takto zapraveném herbicidu jeho vysokou účinnost dokonce i na přezimující jednoleté plevely, stejně tak na jednoleté trávy a dvouděložné plevely.

6.2 Účinnost herbicidů v mrkvi

Rozdíly v účinnosti mezi variantami v porostu mrkve na merlík bílý a ježatku kuří nohu nebyly průkazné.

Merlík bílý nebyl na variantě preemergentně ošetřené úč. látkami *aclonifen*, *clomazone* a *dimethenamid* zaznamenán. Stejného výsledku bylo docíleno i na variantách ošetřených preemergetnně úč. látkami *aclonifen* a *clomazon* a následně postemeentně úč. látkou *linuron* nebo *metribuzin*. Pokud byly preemergentně aplikovány úč. látky *pendimethalin* a *clomazone* a následně postemergentně *linuron* nebo *metribuzin* byla účinnost na merlík vysoká (99 %).

Ježatka kuří noha nebyla v porostu mrkve zaznamenána na variantě, kde byly preemergentně aplikovány herbicidy s úč. látkami *aclonifen*, *clomazone* a *dimethenamid*. Ostatní zkoumané varianty vykázaly na ježatku kuří nohu nižší účinnost (93,33 %).

Účinnost na laskavec ohnutý byla u herbicidních variant, kde byl preemergentně aplikován *aclonifen*, *clomazone* a *dimethenamid* nebo preemergentně aplikován *aclonifen* a *clomazon* s postemergentně přidaným *linuronem* nebo *metribuzinem* vysoká (přes 99 %). Statisticky významně se od nich ale lišila účinnost varianty, kde byl preemergentně aplikován *pendimethalin* a *clomazone* a následně postemergentně *linuron* a varianty kde byl preemergentně aplikován *pendimethalin* a *clomazone* a následně postemergentně a *metribuzin*. Účinnost těchto variant na laskavec ohnutý byla sice nižší, ale stále dobrá (90 %).

Výbornou účinnost na lilek leskloplodý (nad 95 %) vykazala varianta s preemergentně aplikovaným *aclonifenem*, *clomazonem* a *dimethenamidem* a varianty kde byly preemergentně aplikovány úč. látky *pendimethalin* a *clomazone* a následně postemergentně *linuron* nebo *metribuzin*. Statisticky významně nižší účinnost (pod 80 %) na lilek leskloplodý byla zaznamenána na variantách kde byl v kombinaci preemergentně aplikován *aclonifen* a *clomazon* s *postemergentně* přidaným *linuronem* nebo *metribuzinem*.

Preemergentně aplikovaná heribicidní kombinace úč. látek *aclonifen*, *clomazone* a *dimethenamid* prokázala na bažanku roční nevyšší účinnost (99 %). Varianty s preemergentně aplikovanánými úč. látkami *aclonifen*, *clomazone* a postemergentně přidaným *linuronem* nebo *metribuzinem* měly účinnost lehce neprůkazně nižší (97 a 96 %). Statisticky nižší účinnost byla pouze na variantách kde byly preemergentně aplikovány úč. látky *pendimethalin* a *clomazone* a následně postemergentně *linuron* nebo *metribuzin* (81 a 86 %).

Pro vysokou účinnost především na merlíky, laskavce ale i na bažanku roční doporučuje Jursík a kol. (In press) aplikovat preemergentně herbicid s účinnou látkou *aclonifen*. Ten může dobře regulovat také výdrol řepky, hluchavky a zemědým lékařský. Jeho účinnost na trávovité plevely je ale za sucha nižší, podobně jako na lilkovité plevely.

Postemergeně aplikovaný *linuron* v pokusech, které prováděli Bell a kol. (2000) a Main a kol. (2013) dosáhl vysoké účinnosti na merlíkovité plevely. Herbicidní účinnost byla v porovnání s ručním pletím jen nepatrně menší.

6.3. Fytotoxické působení herbicidů v salátu

Selektivita testovaných herbicidů k salátu byla poměrně vysoká. Kombinace úč. látek *pendimethalin*, *propyzamide* nebo *phenmediphan* vykazovaly poškození okolo 5 %. Lze tedy konstatovat, že tyto přípravky sice mohou lehce poškozovat rostliny salátu, ale toto poškození lze považovat za nevýznamné. Pokud byl k *pendimethalinu* přidán postemergentně *pethoxamid*, zvýšil se projev fytotoxicity na 10 % a největších fytotoxické působení bylo pozorováno na variantě, kde byla k *pendimethalinu* přidána postemergentně účinná látka *dimethenamid* (až 15 %). Oproti tomu Neuwieler a kol. (2008) zjistili, že projevy fytotoxicity u herbicidu s účinnou látkou *pendimethalin* v dávce 4 l/ha byly v porostech salátu vysoké (52 %). Takto poškozené rostliny nebyly vyvinuté a neuzavíraly hlávku. Dokonce i při snížené dávce na 2,5 l/ha zaznamenaly vysoké poškození (okolo 35 %). S ním se ale neshodují Henderson a Webber (1993) ani Lati a kol. (2015), kteří fytotoxicitu v salátů po aplikaci *pendimethalinu* nezaznamenali.

U přípravku s úč. látkou *propyzamide* je často diskutován jeho dopad na životní prostředí, proto Wittrock a kol. (2008) doporučují používání herbicidu Kerb (R) Flo, který má mnohem přijatelnější formulaci *propyzamidu* a prokázal i lepší účinnost na plevely s vysokou selektivitou k salátu.

6.4. Fytotoxické působení herbicidů v mrkvi

Fytotoxicita v porostu mrkve se projevila pouze na variantě, kde byl použit preemergentně herbicid obsahující účinnou látku *dimethenamid*. Vysoké poškození

mrkve při použití úč. látky *dimethenamid* a zejména při intenzivních srážkách, zaznamenal také Jursík a kol. (In Press).

Lze tedy konstatovat, že účinné látky *aclonifen*, *clomazone*, *pendimethalin* (všechny preemergentně) a *linuron* a *metribuzin* (postemergentně) nemusí při správném použití v porostech mrkve způsobovat viditelné fytotoxické projevy, s čímž se Main a kol. (2013) shoduje u účinné látky *linuron*.

S nízkou fytotoxicitou a vysokou selektivitou *aclonifenu* k mrkvi se shoduje i Jursík a kol. (In press). U účinné látky *pendimethalin* ale varuje, že na lehčích nebo slévavých půdách po intenzivních srážkách může být selektivita k mrkvi snížena. Proto doporučují použití nižších než registrovaných dávek (600- 800 g/ha úč. látky). Protože selektivita *pendimethalinu* vůči mrkvi je do značné míry podmíněna pozičně, je třeba provést hlubší výsev mrkve, minimálně do hloubky 2 cm.

7. ZÁVĚR

Po vyhodnocení získaných dat byla potvrzena hypotéza, že existují rozdíly v účinnosti herbicidů na sledované plevely. Následně byla také potvrzena hypotéza, že existují rozdíly v selektivitě herbicidů k pěstované zelenině – ledovému salátu a mrkvi.

V porostu salátu byly nejlépe plevely regulovány na variantě, na které byla použita herbicidní kombinace účinných látek *pendimethalin* a *dimethenamid*. V mrkvi byly nejlépe plevely regulovány na variantě, na které byly aplikovány účinné látky *aclonifen*, *clomazone* a *dimethenamid*, tyto kombinace však vykázaly největší poškození u obou testovaných zelenin. *Dimethenamid* není do salátu a mrkve registrován a po zvážení nedostatků, není vhodné ho pro registraci a používání v těchto zeleninách doporučovat.

Velmi dobrou regulační schopnost na plevely a selektivitu k salátu prokázala kombinace před výsadbou aplikovaného *pendimethalinu* a k němu postemergentně dodaného *propyzamidu*. Přípravek s účinnou látkou *propyzamide* není k takovéto aplikaci registrován, avšak po zvážení těchto výsledků jí lze pro postemergentní aplikaci doporučit k registraci.

Nejnižší účinnost na plevely a nízká selektivita k salátu byly zaznamenány po aplikaci kombinace *pendimethalinu* s *pethoxamidem*. Z tohoto důvodu není vhodné tuto kombinaci v salátu používat.

Dobrou účinnost na plevely v porostu mrkve prokázala kombinace *aclonifenu*, *clomazonu* a *metribuzinu*. Na této variantě nebyly pozorovány žádné projevy poškození mrkve, a proto tuto kombinaci lze doporučit k používání. Avšak pokud byl v této kombinaci *aclonifen* zaměněn za *pendimethalin*, byla sledovaná účinnost na plevely nižší.

8. SEZNAM LITERATURY

Abu-Hamdeh, N., Abu-Qudais, M. 2001. The economics of mechanical versus chemical weed control in peas and lettuce under different tillage systems and irrigation regimes. *Journal of agricultural engineering research*. 79. 2. 177-185. ISSN: 0021-8634.

Anonymus. 1981. Výzkumný a šlechtitelský ústav zelinářský v Olomouci – kolektiv výzkumné racionalizační brigády. Normativ pro velkovýrobní technologii pěstování mrkve. Olomouc. 48 s.

Anonymus. 1986. Výzkumný a šlechtitelský ústav zelinářský v Olomouci – kolektiv výzkumné racionalizační brigády pro pěstování mrkve. Výrobní systémy zeleniny – mrkev. Tisk, knižní výroba Brno. 34 s.

Bartoš, J., Kopec, K., Mydlil, V., Peza, Z., Rod, J. 2000. Pěstování a odbyt zeleniny. Agrospoj. Praha. 323 s.

Batts, Roger, B., Monks, David, W., Mitchem, Wayne, E., Jennings, Katie, M. 2008. Lettuce. Weed management in north carolina. 3 s. 700-03.

Bell, Carl, E., Boutwell, Brent, E., Ogbuchiekwe, Edmund, J., McGiffen, Milton, E. 2000. Weed control in carrots: the efficacy and economic value of linuron. *HortScience*. 35(6). 1089-1091.

BIGGS, M. 1997. Complete book of vegetable. Kyle Cathrie Limited. London. 632 s.

Buryšková, L. Citlivost plodin na rezidua herbicidů v půdě. *Agromanuál*. 2. 60-63.

Coelho, M., Bianco, S., Carvalho, L. B. 2009. Weed interference on carrot crop (*Daucus carota*). *Planta daninha*. 27. SI. 913-920. ISSN: 0100-8358.

Černuško, K., Líška, E., Týr, Š. 1997. Buriny a čo s nimi. NOI. Nitra. 108 s. ISBN: 80-85330-39-3.

Fennimore, S. A., Rachuy, J. S., Valdez, J. A. 2011. Seft lettuce planting intervals following herbicide use on fallow beds. *Weed technology*. 25. 1. 103-106. ISSN: 0890-037X.

Gall, J. 2007. Herbicidy a podmínky použití. *Agromanuál*. 3. 14.

- Garcia-German, S., Bardaji, I., Garrido, A. 2014. New pesticide regulation: potencial economic impacts of the withdrawal of Pendimethalin in horticultural crops. Spanish journal of agriculture research. 12. 1. 29-43. ISSN: 1695-971X.
- Henderson, C. W. L., Webber, M. J. 1993. Phytotoxicity to transplanted lettuce (*Lactuca-sativa*) of 3 preemergence herbicides- metolachlor, pendimethalin and propachlor. Australian journal of experimental agriculture. 33. 3. 373-380. ISSN: 0816-1089.
- Hlušek, J., Richter, R., Ryant, P., Kolář, L. 2002. Výživa a hnojení zahradních plodin. 81 s. ISBN: 80-902413-5-2.
- Jursík, M., Soukup, J., Klamová, J. 2006. Regulace plevelů v kořenové zelenině z čeledi miříkovitých. Agromanuál. 0. 4 – 6.
- Jursík, M., Soukup, J., Holec, J., Andr, J. 2011a. Způsoby založení selektivity herbicidů vůči plodině. Listy cukrovarnické a řepařské. 127. 5 – 6. 178 - 183 s.
- Jursík, M., Holec, H. Hamouz, H. Soukup, J. 2011b. PLEVELE Biologie a regulace. Kurent. České Budějovice. 232 s. ISBN: 978-80-87111-27-7.
- Jursík, M., Crha, J., Šuk, J. 2015. Regulace plevelů v porostech salátů – 1. díl Zahradnictví. 8. 24-26.
- Jursík, M., Šuk, J., Crha, J. In press. Regulace plevelů v kořenové zelenině. Zahradnictví.
- Kavaliauskaite, D., Starkute, R., Bundiniene, O., Jankauskiene, J. 2009. Chemical weed control in carrot crop. Acta horticulturae. 830. 385-389. ISSN: 0567-7572.
- Kazda, J., Mikulka, J., Prokinová, E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press, Praha. 179 s. ISBN: 978-80-86726-60-1.
- Kohaut, P., 2008. Způsob účinku a aplikácie herbicidov. Agrotip. 2. 1-3.
- Koudela M., Šuk J., Hnilička F., Svozilová L., Martínková J., Kubíček M. 2012. Vliv mulčování slámou na výnos a kvalitu okurek nakladaček. Zahradnictví. 9. 5. 20-22.

- Kučera, J., Baumbachová, D., Horký, J., Indrák, P., Janýška, A., Jarošová, J., Kopřiva, I., Pokorná, M., Polách, J., Rod, J. 1988. Výrobní systémy zeleniny hlávkový salát. Sempra. Výzkumný a šlechtitelský ústav zelinářství. Olomouc. 155 s.
- Kužma, Š., a kol. 1997. Metodická příručka pro ochranu rostlin. Mze ČR. Praha. 397 s.
- Lati, R. N., Mou, B. Q., Rachuy, J. S., Smith, R. F., Dara, S. K., Daugovish, O., Fennimore, S. A. 2015. Weed management in transplanted lettuce with pendimethalin and S-metolachlor. Weed technology. 29. 4. 827-834. ISSN: 0890-037X. eISSN 1550-2740.
- Main, D. C., Sanderson, K. R., Fillmore, S. A. E., Ivany, J, A. 2013. Comparison of synthetic and organic herbicides applied banded for weed control in carrots (*Daucus carota* L.). Canadian journal of plant science. 93. 857-861.
- Malý, I., Petříková, K. 1998. Základy pěstování kořenové zeleniny. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. Praha. 48 s. ISBN: 80-7105-162-4.
- Malý, L, a kol. 1998. Polní zelinářství. Agrospoj. Praha. 196 s.
- Mikulka, J. 2011. Metody regulace pcháče rolního (*Cirsium arvense* L. Scop.) na zemědělské půdě. Výzkumný ústav rostlinné výroby Praha – Ruzyně. 28 s.
- Neuweiler, R., Krauss, J. 2008. Effect of different planting techniques on the efficacy and phytotoxicity of Pendimethalin in lettuce (*Lactuca sativa* L.). Jurnal of plant diseases and protection. 21. 575-579. ISSN: 1861-3829.
- Nikolich, L., Dzigurski, D., Ljevnaich- Masich, B., Cabilovski, R., Manojlovich, M. 2011. Weeds of lattuce (*lactuca sativa* L. subsp *secalina*) in organic agriculture. Bulgarian jurnal of agricultural science. 17. 6. 736-743. ISSN: 1310-0351.
- Pekárková, E. 2002. Pěstujeme salát, špenát a další listové zeleniny. Grada Publishing. Praha. 90 s.
- Petříková, K., Jánský, J., Malý, I., Peza, Z., Poláčková, J., Rod, J. 2006. Zelenina: pěstování ekonomika prodej. Profi Press s. r. o. Praha. 237 s. ISBN: 80-86726-20-7.

Petříková, K., Hlušek, J., Jánský, J., Koudela, M., Lošák, T., Malý, I., Pokluda, R., Poláčková J., Rod, J., Ryant, P., Škarpa, P. 2012. Zelenina. Profi Press. Praha. 191 s. ISBN: 978-80-86726-50-2

Prouza, R. 1942. Pěstování mrkve a karotky. Zemědělské knihkupectví A. Neubert. Praha. 27 s.

Rubatzky, V. E., Quiros, C. F., Simon, P. W. 1999. Carrots and related vegetable umbelliferae. University press. Cambridge. 294 s. ISBN: 0-85199-129-7

Rubatzky, V. E., Yamaguchi, M., 1999, World Vegetables Principles, Production and Nutritive Values. Aspen publishers. Gaithersburg. 843 s. ISBN: 0-8342-1687-6.

Sasnauskas, A., Kavaliauskaite, D., Karkleliene, R., Bobinas, C. 2012. Weed control by herbicides and their combination in carrot crop. Acta horticulturae. 936. 295-298. ISSN: 0567-7572.

Sediyama, M. A. N., Freitas, R. de S., Pereira, P. C., Sediyama, T., Mascarenhas, M. H. T., Ferreira F. A. 2008. Herbicide efficiency in controlling weeds in peruvian carrot. Bragantia. 68. 4. 921-926. ISSN: 1678-4499.

Shem-Tov, S., Fennimore, S. A., Lanini, W. T. 2006. Weed management in lettuce (*Lactuca sativa*) with preplant irrigation. Weed technology. 20. 4. 1058-165. ISSN: 0890-037X.

Smutný, V., Vondra, M., Kocourek, V. 2011. Stanovení optimálních dávek herbicidů s využitím přístrojů založených na měření změn v absorbanci záření a fluorescence chlorofylu. Mendelova univerzita v Brně. 38 s. ISBN: 978-80-7375-551-5.

Soukup, J., Jursík, M., Venclová, V., Kolářová, M. 2012. Regulace plevelů v řepce s využitím odrůd s tolerancí k herbicidům. Sborník Hluk 2012. 49-52. ISBN: 978-80-87065-43-3.

Stajner, D., Popovic, M., Stajner, M. 2003. Herbicide induced oxidative stress in lettuce, beans, pea seeds and leaves. Biologia plantarum. 47. 4. 575-579. ISSN:0006-3134.

Štambera, J. 1968. Pěstování hlávkového salátu v průběhu celého roku. Ústav vědeckotechnických informací. 21 s.

Šuk, J., Šuk, J. 2015. Vliv mulčovacích materiálů na druhové spektrum plevelů v salátu. Kostecké inspirování. 35-36. ISBN: 978-80-213-2593-7.

Šuk, J., Kysilková, K., Jursík, M. 2016. Vliv mulčovacích materiálů na druhové spektrum plevelů v salátu. Zahradnictví. 4.

Tickes, B. R., Kerns, D. L. 1996. Lettuce injury from preplant and preemergence herbicides. University of Arizona. 9. 7 s. 196007.

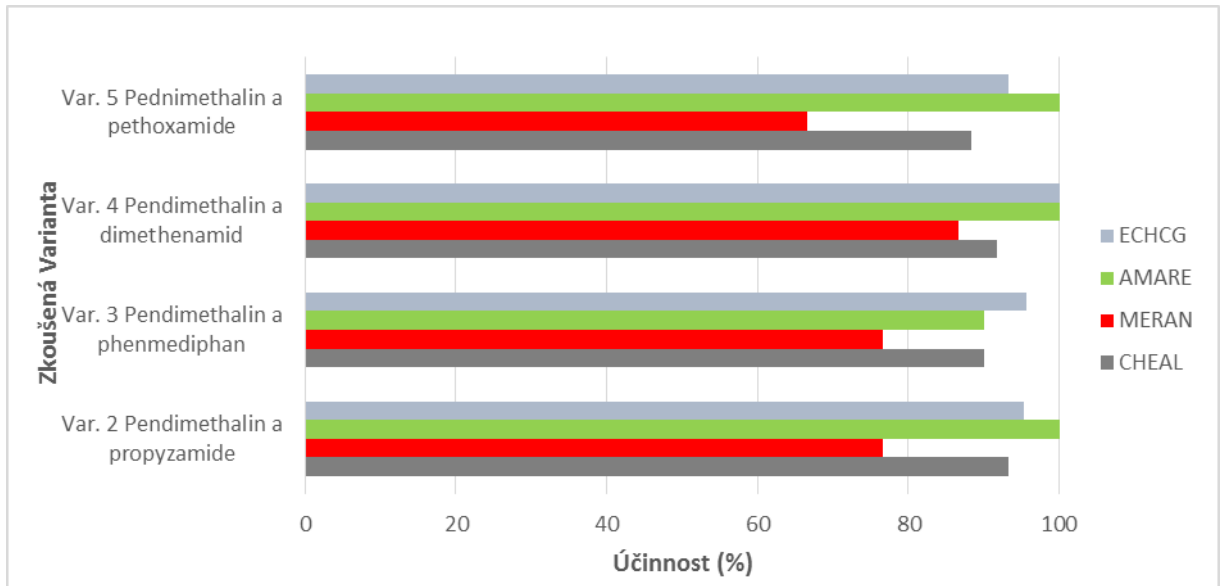
Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi press. Praha. 176 s. ISBN: 976-80-86726-25-0.

Wittroc, A., Hentsch, T., Bonin, J. 2008. Kerb (R) Flo a new, user-friendly propyzamide formulation active against hard-to-control grasses and broad-leaved weeds in many crops. Journal of plant diseases and protection. 21. 665-669. ISSN: 1861-3829.

Ziska, L. H., Dukes, J. S. 2011. Weed biology and climate change. Wiley-Blackwell. 235 s. ISBN: 978-0-8138-2718-6.

9. PŘÍLOHA

V příloze jsou uvedeny výsledné grafy účinností herbicidních variant, grafy projevů jejich fytotoxicity a grafy uvádějící vliv použité herbicidní kombinace na hmotnost výnosu zeleniny.



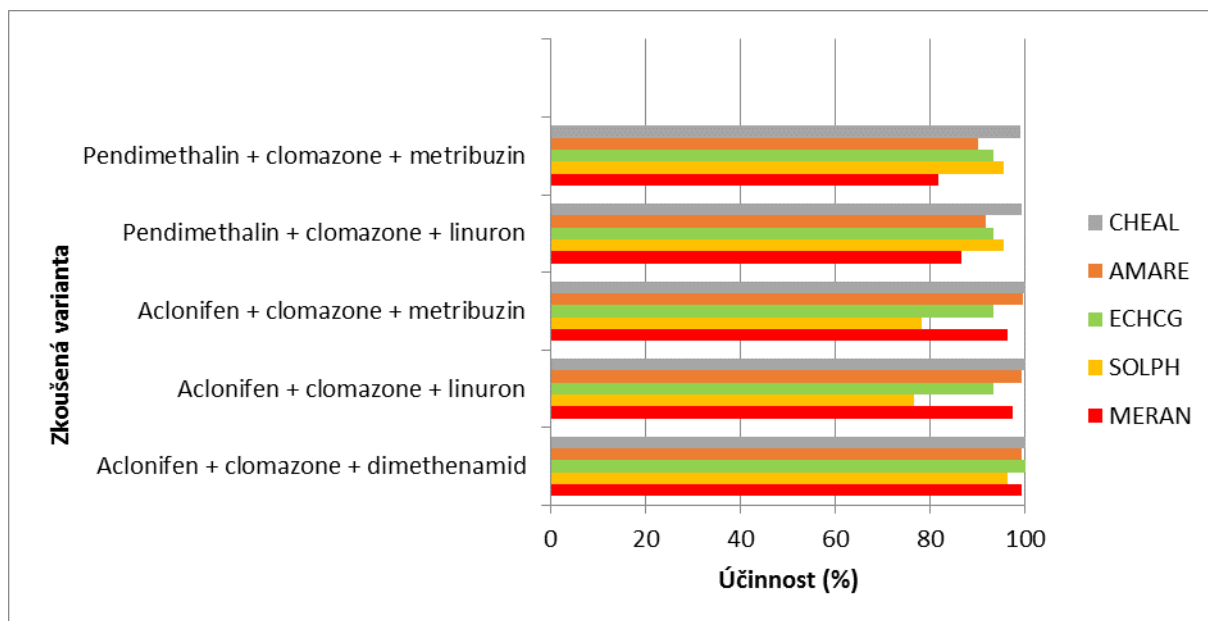
Graf č. 1: Účinnost herbicidních variant na testované plevele v porostu salátu.

ECHCG- *Echinochloa crus-galli* (ježatka kuří noha)

AMARE- *Amaranthus retroflexus* (laskavec ohnutý)

MERAN- *Mercurialis annua* (bažanka roční)

CHEAL- *Chenopodium album* (merlík bílý)



Graf č. 2: Účinnost herbicidních variant na vybrané plevele v porostu mrkve.

CHEAL- *Chenopodium album* (merlík bílý)

AMARE- *Amaranthus retroflexus* (laskavec ohnutý)

ECHCG- *Echinochloa crus-galli* (ježatka kuří noha)

SOLPH- *Solanum physalifolium* (lilek leskloplodý)

MERAN- *Mercurialis annua* (bažanka roční)