

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



Optimalizace regulace plevelů v košťálové zelenině

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Michal Ondra

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

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Optimalizace regulace plevelů v košťálové zelenině" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 7.4.2016

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Miroslavu Jursíkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky, konzultace v průběhu studia, za pomoc s experimentálním pokusem na zařízeních katedry agroekologie a biometeorologie a za získané zkušenosti v herbicidní ochraně rostlin.

Optimalizace regulace plevelů v košťálové zelenině

Souhrn

V roce 2015 proběhl na Demonstračním a pokusném pozemku FAPPZ ČZU v Praze-Suchdole maloparcelkový pokus. Cílem pokusu bylo získat nové poznatky o biologické účinnosti a selektivitě vybraných půdních herbicidů (metazachlor a pendimethalin) v porostu kedlubnů, především o vlivu závlahy a půdního adjuvantu Grounded na účinnost a selektivitu výše uvedených herbicidů. Testované herbicidy byly aplikovány 5 dní po výsadbě kedlubnů samostatně (v registrované dávce), v TM kombinaci a v kombinaci s půdním adjuvancem Grounded. Testovány byly dva závlahové režimy po aplikaci herbicidů (základní dávka 15 mm/intenzivní závlaha 65 mm). V průběhu vegetace napršelo 70 mm srážek, což však bylo téměř poloviční množství oproti dlouhodobému normálu lokality. Účinnost herbicidů byla hodnocena odhadovou procentuální metodou. Hodnocena byla účinnost na lilek černý, merlík bílý a penízek rolní. Dále byla sledována fytoxicita (vizuální poškození kedlubnů herbicidy), výnos nadzemní biomasy a hlíz, hmotnost kořenového systému, obsah glukosinolátů, vitamínu C a reziduí herbicidů v hlízách.

Účinnost herbicidu Stomp 400 SC byla oproti herbicidu Butisan 400 SC průkazně vyšší na penízek rolní a merlík bílý, přičemž vyšší intenzita závlahy zvyšovala účinnost, naopak TM kombinace obou výše uvedených herbicidů a TM kombinace s půdním adjuvancem Grounded zvyšovaly účinnost pouze neprůkazně nebo vůbec. Lilek černý byl lépe potlačen na variantách ošetřených herbicidem Butisan 400 SC oproti herbicidu Stomp 400 SC, který vykázal průkazně nižší účinnost (90 %), avšak plevel byl dostatečně regulován.

Herbicid Stomp 400 SC vykázal průkazně vyšší fytoxicitu oproti variantám ošetřeným pouze herbicidem Butisan 400 SC, zejména na intenzivně zavlažovaných parcelách. Při hodnocení kořenového systému kedlubnů byl zaznamenán negativní vliv herbicidu Stomp 400 SC na vývoj kořenů zeleniny, přičemž nejnižší hmotnost kořenů byla zjištěna na intenzivně zavlažovaných parcelách, kde byla hmotnost kořenů o 56 % nižší oproti plečkované kontrole.

Výnosové hodnocení prokázalo, že na parcelách intenzivně zavlažovaných a ošetřených herbicidem Stomp 400 SC, kedlubny nedorostly v hlavním termínu sklizně do tržní velikosti a bylo nutné sklizeň o týden odložit. Rezidua účinné látky metazachlor (Butisan 400 SC) nebyla ve vzorcích detekována. Účinná látka pendimethalin (Stomp 400 SC) byla zjištěna ve všech analyzovaných vzorcích kedlubnů, které byly ošetřeny tímto herbicidem, avšak žádná

z testovaných variant nepřekročila maximální limit reziduí pendimethalinu 0,05 mg/kg. Nejvyšší obsah vitamínu C a glukosinolátů byl zjištěn v kedlubnech, které byly silně stresovány herbicidním ošetřením Butisan 400 SC + Stomp 400 SC, naopak nejnižší obsah byl zjištěn na plečkové kontrole, rozdíly mezi variantami však nebyly statisticky průkazné.

Klíčová slova: kedlubny, selektivita herbicidů, účinnost herbicidů, rezidua herbicidů, závlaha, půdní adjuvanty, pendimethalin, metazachlor, výnos, termín sklizně

Optimizing of weed control in Brassica vegetables

Summary

Small plot field experiment carried out in 2015 on Demonstration and experimental field of Czech University of Life Science in Prague. Objective of the experiment was get new knowledge of efficiency and selectivity of selected herbicides in kohlrabi. Main objective of the experiment was described of influence of irrigation and use of adjuvant on efficiency and selectivity of herbicides. The kohlrabi was grown from transplant. Herbicides were applied five days after transplanting. Herbicides were applied in few variant: separately, with adjuvant, two level of irrigation (basic irrigation 15 mm / intensive irrigation 65 mm). During growing season rained 70 mm. Efficiency and selectivity of herbicides was assessed by estimation method using a percentage scale from 0 to 100 %. Efficiency of herbicides was assessed on weeds: *Thlaspi arvense*, *Chenopodium album* and *Solanum nigrum*. Next objectives were: yield of above – ground biomass and market tubers, weight of roots, contain of vitamin C, glucosinolates and herbicide residues in tuber.

Efficiency of herbicide Stomp 400 SC was significantly higher than efficacy of Butisan 400 SC on *Thlaspi arvense* and *Chenopodium album*. Intensive irrigation caused higher efficiency. On the other side tank mix of herbicides and combination herbicides with adjuvant caused insignificantly higher efficiency. Butisan 400 SC had the highest effectivity on *Solanum nigrum* compared to efficacy of herbicide, Stomp 400, but efficiency efficacy of herbicide Stomp 400 SC was sufficient.

Stomp 400 SC damaged kohlrabi more than Butisan 400 SC, especially on plots with intensive irrigation. Herbicide Stomp 400 SC had negative influence on roots. On plots treated by herbicide Stomp 400 SC was showed lower weight of roots about 56 % compared to hand-weeding plots.

Kohlrabi on plots treated Stomp 400 SC with intensive irrigation produced not market weight of tuber (less than 200 g/plant) in harvest time. From these reason, the harvest time must have been put off one week. Residues of metazachlor (Butisan 400 SC) were not detected in tuber. Residue of pendimethalin (Stomp 400 SC) was found on every plots treated by herbicide Stomp 400 SC. Found concentration of pendimethalin was not higher than maximal residue limit (0,05 mg/kg). The highest concentration of vitamin C and glucosinolates was found in tuber damaged by tank mix combination of Butisan 400 SC + Stomp 400 SC. On the other side

the lowest concentration of vitamin C and glucosinolates was found in tuber from hand-weeding plots, but differences among treatments were not significantly.

Keywords: kohlrabi, selectivity of herbicides, efficiency of herbicides, residues of herbicides, irrigation, soil adjuvants, pendimethalin, metazachlor, yield, harvest time

Obsah

1.	Úvod.....	11
2.	Cíl práce a vědecké hypotézy.....	12
2.1	Cíl práce.....	12
2.2	Vědecké hypotézy.....	12
3.	Literární přehled.....	13
3.1	Biologická charakteristika kedlubnů a jejich význam.....	13
3.2	Nároky na stanoviště a pěstování.....	13
3.3	Význam a uplatnění plevelů.....	14
3.4	Nejvýznamnější plevely košťálové zeleniny a jejich rozdělení.....	15
3.4.1	Plevely jednoleté.....	15
3.4.2	Plevely vytrvalé rozmnožující se převážně vegetativně.....	17
3.4.2.1	Plevely mělčeji kořenící.....	17
3.4.2.2	Plevely hlouběji kořenící.....	17
3.5	Metody regulace zaplevelení v zelenině.....	18
3.5.1	Nepřímé metody regulace plevelů.....	18
3.5.1.1	Vliv střídání plodin na zaplevelení.....	18
3.5.1.2	Vliv používání závlahy na zaplevelení.....	18
3.5.1.3	Vliv hnojení statkovými hnojivy na zaplevelení.....	19
3.5.1.4	Vliv zpracování půdy na zaplevelení.....	19
3.5.1.4.1	Podmítka.....	20
3.5.1.4.2	Orba.....	20
3.5.2	Přímé metody regulace plevelů.....	20
3.5.2.1	Mechanické metody.....	21
3.5.2.2	Fyzikální metody.....	21
3.5.2.3	Termické metody.....	21
3.5.2.4	Biologické metody.....	22
3.5.2.5	Herbicidní regulace plevelů.....	22
3.5.2.5.1	Vývoj herbicidů a jejich vliv na plevelná společenstva.....	23
3.5.2.5.2	Termíny aplikace herbicidů.....	23
3.5.2.5.2.1	Aplikace před setím/výsadbou plodiny se zapravením do půdy.....	24
3.5.2.5.2.2	Aplikace preemergentní.....	24
3.5.2.5.2.3	Aplikace postemergentní.....	25

3.5.2.5.3	Mechanismus účinku herbicidů a možnosti jejich použití v košťálovinách.....	25
3.5.2.5.4	Příjem a translokace herbicidů.....	25
3.5.2.5.5	Selektivita herbicidů.....	26
3.5.2.5.5.1	Poziční selektivita.....	27
3.5.2.5.6	Faktory ovlivňující účinnost herbicidů.....	27
3.5.2.5.6.1	Pokožka rostlin.....	27
3.5.2.5.6.2	Sluneční záření a teplota.....	28
3.5.2.5.6.3	Proudění vzduchu.....	28
3.5.2.5.6.4	Dešťové srážky.....	28
3.5.2.5.6.5	Vlhkost vzduchu.....	29
3.5.2.5.6.6	Vlhkost půdy.....	29
3.5.2.5.6.7	Kvalita vody.....	29
3.5.2.5.7	Adjuvanty.....	29
3.5.2.5.7.1	Rozdělení adjuvantů podle jejich původu.....	30
3.5.2.5.8	Herbicidní ochrana košťálové zeleniny.....	31
3.5.2.5.8.1	Herbicidy používané v košťálové zelenině.....	32
3.5.2.5.8.1.1	Růstové herbicidy (syntetické auxiny).....	32
3.5.2.5.8.1.2	Inhibitory acetylkoenzym-A karboxylázy (ACCáza).....	33
3.5.2.5.8.1.3	Inhibitory syntézy mastných kyselin s dlouhým řetězcem.....	33
3.5.2.5.8.1.4	Inhibitory syntézy diterpenů.....	34
3.5.2.5.8.1.5	Inhibitory stavby mikrotubulů.....	34
3.5.2.5.8.1.6	Inhibitory fotosystému II (PS II inhibitory).....	35
3.5.2.5.8.1.7	Inhibitory acetolaktát syntázy (ALS inhibitory).....	35
3.5.2.5.9	Rezidua herbicidů v potravinách.....	36
3.5.2.5.10	Chování herbicidů v půdě.....	37
3.5.2.5.11	Integrovaná ochrana rostlin.....	38
3.5.2.5.12	Integrovaná ochrana proti plevelům.....	39
3.5.2.5.13	Vývojové trendy v aplikační technice.....	40
3.5.2.5.14	Využití fluorescence pro hodnocení biologické účinnosti herbicidů a optimalizaci jejich dávky.....	42
4.	Materiál a metody.....	44
4.1	Rostlinný materiál.....	44

4.2	Testované herbicidy a adjuvanty.....	45
4.3	Charakteristika polního pokusu.....	45
4.3.1	Podmínky stanoviště.....	45
4.3.2	Povětrnostní a klimatická charakteristika.....	46
4.3.3	Zpracování půdy a hnojení.....	47
4.3.4	Založení pokusu.....	47
4.3.5	Aplikace herbicidů.....	49
4.3.6	Simulace intenzivního zavlažování a doplňková závlaha.....	50
4.3.7	Ošetřování porostu během vegetace.....	51
4.3.8	Metodika hodnocení.....	51
4.3.9	Statistické zpracování výsledků.....	53
5.	Výsledky.....	54
5.1	Hodnocení účinnosti.....	54
5.1.1	Penízek rolní.....	54
5.1.2	Merlík bílý.....	54
5.1.3	Lilek černý.....	55
5.1.4	Porovnání účinnosti herbicidů v závislosti na použití adjuvantu a vláhovém režimu.....	56
5.1.5	Hodnocení selektivity.....	57
5.1.6	Porovnání selektivity herbicidů v závislosti na použití adjuvantu a vláhovém režimu.....	58
5.1.7	Hodnocení přírůstku nadzemní biomasy kedlubnů.....	59
5.1.8	Hodnocení hmotnosti kořenového systému.....	60
5.1.9	Hodnocení výnosu kedlubnů.....	61
5.1.10	Hodnocení kvality kedlubnů.....	63
5.1.10.1	Obsah reziduí herbicidů v hlíze kedlubnů.....	63
5.1.10.2	Obsah vitamínu C v hlíze kedlubnů.....	64
5.1.10.3	Obsah glukosinolátů v hlíze kedlubnů.....	64
6.	Diskuze.....	65
7.	Závěr.....	68
8.	Seznam literatury.....	70
9.	Přílohy.....	77

1 Úvod

Zelinářství je tradiční součást českého zemědělství. Osevní plocha zeleniny zaujímá v České republice 0,3 % orné půdy, to je asi 9 200 ha. Zelinářství se ovšem dlouhodobě potýká s velice nepříznivým trendem úbytku ploch a pěstitelů. V průběhu posledních deseti let klesla osevní plocha zeleniny o 2 818 ha. Pokles osevních ploch má několik příčin. Mezi ty hlavní patří zejména zánik zpracovatelských závodů, změny v systému odbytu zeleniny a rozdílná výše národních podpor zemědělství v jednotlivých členských zemích Evropské unie. Z těchto důvodů začala postupně zahraniční zelenina vytlačovat českou produkci. Naši pěstitelé ročně vyprodukují asi 290 tis. tun zeleniny a zhruba 535 tis. tun zeleniny je do České republiky dovezeno.

V současné době českým a moravským zelinářům nahrává fakt, že se pozitivně mění myšlení spotřebitelů. Ti již nenakupují pouze to nejlevnější, ale zejména v důsledku kauz se zdravotně závadnými potravinami zboží často více prohlížejí a zajímají se o jeho původ a kvalitu. I proto je v České republice velice rozšířeno pěstování zeleniny v systému integrované produkce (IPZ). Tento systém hospodaření se snaží být co nejvíce šetrný k životnímu prostředí při zachování vysoké účinnosti ochranných opatření. Pěstitelé, kteří splní přísné podmínky IPZ a jsou certifikováni, dostanou právo označovat svoji produkci ochrannou známkou IPZ. Zelenina je podle pravidel pro IPZ pěstována na 5 500 ha, což je zhruba 60 % celkové osevní plochy zeleniny v České republice.

Zelenina patří mezi plodiny s vysokými nároky na stanoviště, proto mezi největší zelinářské oblasti patří Polabí, Jižní Morava, Nymbursko, Královéhradecko a Olomoucko. V těchto převážně řepářských oblastech jsou úrodnější půdy s optimálními vláhovými a teplotními poměry. Vedle vysokých nároků na živiny, vodu a teplotu většiny zelenin, pěstovaných v širokých řádcích, je značným problémem také regulace zaplevelení. Sortiment herbicidů registrovaných do zelenin je poměrně úzký a pěstitel nemusí vždy těmito prostředky potlačit všechny běžně se vyskytující polní plevely.

V současné době se velkovýrobní produkce polní zeleniny neobejde bez používání herbicidů, pěstitelé však mohou výběrem vhodného přípravku, použitím adjuvantu nebo dávkou závlahy ovlivnit účinnost a selektivitu herbicidního ošetření a obsah reziduí v konzumních částech rostlin. Optimalizace používání herbicidů v zelenině je proto klíčovým faktorem, který významně ovlivňuje efektivitu pěstování a kvalitu produkce.

2 Cíl práce a vědecké hypotézy

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo vypracování postupu pro optimalizaci regulace plevelů v porostech košťálové zeleniny, především v kedlubnech, se zaměřením na eliminaci rizik poškození plodiny, selhání účinnosti a redukci reziduí herbicidů ve sklizených produktech.

2.2 Vědecká hypotéza

1. Použití adjuvantu a závlahy ovlivňuje účinnost a selektivitu herbicidního ošetření v košťálové zelenině.
2. Obsah reziduí herbicidů v košťálové zelenině lze snížit agrotechnickými opatřeními (volbou herbicidu, adjuvantu a dávkou závlahy).
3. Nižší selektivita půdních herbicidů ke košťálové zelenině se projevuje především snížením hmotnosti kořenů.

3 Literární přehled

3.1 Biologická charakteristika kedlubnů a jejich význam

Kedlubny mají původ, podobně jako ostatní košťáloviny, ve Středomoří. Brukev kedlubna vznikla z původní brukve zelné. Konzumní částí je zdužnatělá osní hlíza, přeměněná v zásobní orgán. Hlíza vzniká ze zkrácené epikotylové části stonku. Dřeňové buňky uvnitř hlízy jsou schopny se dělit a zůstávají poměrně dlouho v dužnatém stavu. K dřevnatění dochází nejdříve ve vnějších vrstvách, později i u cévních svazků, které jsou řídce rozvětveny v hlíze. Podle počtu internodií má hlíza různý tvar od plochého až k oválnému (Bartoš a kol., 2000). Listy kedluben jsou dlouze řapíkaté, na bázi rozšířené s patrným žlábkem, čepel je mírně zkadeřená, na okraji mírně vroubkovaná. Spodní část čepele bývá zpeřená a na řapících se vyskytují palisty. Pokožka listů je krytá silnou kutikulou, podobně jako u jiných košťálovin je pro kedlubny typické ojínění listů a hlíz, zvláště u modrých odrůd. Kořenový systém je poměrně slabý a mělký. Ve druhém roce vegetace se tvoří květní stvol vysoký až jeden metr se žlutými květy. Plodem je dvoupouzdrá šešule s charakteristickým zobanem, obsahující hnědá kulovitá semena (Petříková a kol., 2012).

Pěstování této zeleniny je doloženo už ve starověkém Římě a v současné době je nejvíce rozšířeno v západní a střední části Evropy. Konzumuje se jako velmi hodnotná zelenina většinou v čerstvém stavu, ale i různě kuchyňsky upravená, v konzervovaných, sušených i mražených směsích (Bartoš a kol., 2000).

Hlízy kedlubnů obsahují 2,1 % bílkovin, 5,8 % sacharidů, 2 % vlákniny a 0,9 % popelovin, z nichž je nejvíce zastoupen draslík, vápník, fosfor, hořčík, sodík a síra. Dále obsahují některé vitamíny, především vitamín C, provitamin A a řadu bioflavonoidů. Na pokrytí denní dávky vitamínu C v lidské výživě postačuje 120 g kedlubnů v čerstvém stavu. Čerstvost produkce hraje v obsahu vitamínů velkou roli, protože při skladování kedlubnů v ochranné atmosféře CO₂ a etylenu a následném balení do fólie za použití polypropylenu ke konzervaci dochází k rapidnímu poklesu vitamínu C až o 60 % (Park a kol., 2014).

3.2 Nároky na stanoviště a pěstování

Nejvhodnější pro pěstování kedlubnů jsou půdy hlinité, hlinitopísčité, humózní, s dobrou zásobou přijatelných živin. Pro velmi rané výsadby je také velmi důležitá záhřevnost

půdy (vhodnější jsou jižní expozice). Preferujeme spíše zásadité půdy (optimální hodnota pH je 6,0 – 7,3). Kedlubny lze úspěšně pěstovat jen na stanovištích s doplňkovou závlahou, kolísání vláh způsobuje dřevnatění a praskání hlíz. Průměrná dávka závlahy v jarním období pěstování činí 80 mm. Vhodnou předplodinou jsou obilniny a luskoviny. Vegetační doba raných odrůd je 60 – 70 dní od výsadby. Rané výsadby se zakládají z předpěstované sadby do sponu 30 x 30 cm od poloviny března s nakrytím netkanou textilií. Pozdní odrůdy se vysazují od začátku dubna až do začátku července do sponu 30 x 40 cm, porost je možné založit také z přímého výsevu na konečnou vzdálenost přesným secím strojem. Počet jedinců je 100 – 120 000/ha a průměrný výnos hlíz se pohybuje okolo 25 t/ha (Petříková a kol., 2012).

Kedlubny se doporučuje hnojit organickými hnojivy, doporučená dávka kvalitního chlévského hnoje je 35 t/ha. Obsah dusíku v půdě při výsadbě by měl být 70 kg/ha v profilu do 30 cm a ve třetím týdnu pěstování 150 kg/ha v profilu do 60 cm. U raných odrůd je vhodné aplikovat 100 % dávky dusíku před výsadbou (Bartoš a kol., 2000). Petříková a kol., (2012) uvádí, že v systému integrované produkce zeleniny je povoleno maximální množství dodaného dusíku pro kedlubny 125 kg N/ha za celé vegetační období. Podle Vaňka a kol., (2007) 1 tuna produkce odčerpá 5 kg N, 1,75 kg P, 6,5 kg K, 2 kg Ca, 0,3 kg Mg a 1,5 kg S. Podle nároků na fosfor a draslík patří kedlubny mezi středně náročné, osvědčilo se jarní hnojení superfosfátem před výsadbou. Důležitá je také dostatečná zásoba hořčíku v půdě. Významnou roli sehrávají u kedlubnů mikroelementy, zejména molybden a bór. Kedlubny jsou nejvíce citlivé právě na nedostatek bóru, příznakem jeho nedostatku je tvorba korkovitých pletiv a jejich praskání.

3.3 Význam a uplatnění plevelů

Za plevel považujeme všechny rostliny, které rostou v kulturní plodině proti vůli pěstitele. Kulturním plodinám odebírají půdní vláhu, živiny a světlo. Celkově snižují výnosy plodin a úrodnost půdy, dále pak komplikují zpracování půdy, sklizeň a jsou hostiteli mnoha chorob a škůdců. Přítomnost částí rostlin plevelů nebo jejich semen v potravinách a krmivech výrazně zhoršuje jejich kvalitu. Plevelé tvoří velmi početnou skupinu rostlin, které se od sebe odlišují jak morfologicky a anatomicky, tak biologickými vlastnostmi. Kulturní rostliny během procesu šlechtění obvykle ztrácí odolnost a přizpůsobivost k podmínkám prostředí, naopak plevelé se dokonale přizpůsobují agrotechnice a podmínkám prostředí (Hurňák a kol., 1973).

3.4 Nejvýznamnější plevele košťálové zeleniny a jejich rozdělení (dle Kohouta 1997)

3.4.1 Plevelle jednoleté

Plevelle časně jarní – druhy této skupiny vzcházejí časně na jaře při nízkých teplotách (od 1° C). Patří sem konopice polní, opletka obecná, oves hluchý. Z pohledu košťálové zeleniny jsou významné především brukvovité plevele ředkev ohnice a hořčice polní, která způsobuje problémy v raných výsadbách a především výsevech, zejména ředkviček.

Plevelle pozdní jarní – teplomilnější druhy plevelů, které začínají vzcházet až při vyšších teplotách půdy (kolem 10° C). Uplatňují se v později zakládaných porostech zeleniny. Jsou typické hlavně pro později vysazovaný květák, kapustu, kedlubny, brokolici a zelí. Při zaplevelení ježatkou kuří nohou, merlíkem bílým, laskavcem ohnutým, bažankou roční, béry a pětoury dochází obvykle k vysokému potlačení plodiny konkurenčním působením. Většina pozdních jarních plevelů vytváří mohutné rostliny, které dokážou vyprodukovat desetitisíce, i statisíce semen se středně dlouhou až dlouhou dormancí a životností v půdě. To zabezpečuje jejich dlouhodobé setrvávání v půdě.

Ježatka kuří noha z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) je trávovitý plevelný druh s hustou sítí svazčitých kořenů. Rostliny kvetou od června do podzimu a dozrává na nich několik tisíc obilek, které snadno opadávají. Po dozrání jsou obilky dormantní 3 až 6 měsíců a hromadně vzcházejí až následující rok zjara a v létě při vyšších teplotách půdy. Mohou vzcházet i z hloubky 10 cm, a to i pod vodou (Hron a Kohout, 1988). Mikulka (2014) uvádí, že v posledních letech se tento teplomilný plevel rozšířil i do podhorských oblastí. Holm a kol. (1991) uvádí, že ježatka kuří noha při dostatečné vlhkosti půdy vytváří vysoké rostliny, které produkují velké množství obilek, proto se nejlépe uplatňuje zejména v zavlažovaných zeleninách. V suchých podmínkách vytváří menší rostliny a produkce obilek je značně omezena. Jedná se o neškodlivější trávovitý plevel v porostech polní zeleniny.

Laskavec ohnutý je plevelný druh patřící do čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*), kvete od června do října a vyznačuje se mimořádně vysokou tvorbou semen (plevelle s nejvyšší reprodukční schopností). Jedna jeho rostlina může vyprodukovat až 235 000 semen, které jsou v půdě dlouze životné. Holm a kol. (1991) uvádí, že semena laskavce ohnutého uchovávaná ve skleněné nádobě vykazala po devatenácti letech klíčivost 4 %. U nás se nejčastěji vyskytuje zejména na úrodnějších půdách především v nižších (teplejších) oblastech. Na orné půdě zapleveluje především okopaniny a zeleninu. Hojně se vyskytuje především v druhotném

zaplevelení porostů po zeslábnutí reziduálních účinků herbicidů, z nichž většina potlačuje tento plevel velmi dobře (Hron a Kohout, 1988).

Lilek černý z čeledi lilkovitých (*Solanaceae*) vytváří středně vysoké až vysoké rostliny, kvetoucí od června do podzimu, bobule po dozrání snadno opadávají na půdu a doplňují půdní zásobu. Hromadně klíčí a vzcházejí následující rok z hloubky 3 cm. Na biologicky aktivních půdách nevydrží semena v půdě dlouho životná, a pokud není půda každoročně obohacována o nová semena, velmi rychle tento druh z daného pozemku ustupuje. Vyskytuje se především v teplejších oblastech, ale zasahuje i do vyšších poloh. Zapleveluje okopaniny, zeleninu a ostatní plodiny, které plně nezapojují porost. Nejčastější výskyt je na kompostech, rumišťích a úhorech. Dříve byla významným zdrojem zaplevelení balíčková sadba (Hron a Kohout, 1988).

Merlík bílý z čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*) je vysoký a mohutný plevelný druh s tuhým křovitým, bohatě rozvětveným kořenem. Lodyhy jsou přímé, bohatě olistěné, v závislosti na stanovištních podmínkách jsou i bohatě rozvětvené. Kvetou od června do podzimu. Na jedné rostlině dozrává i přes 100 tisíc nažek (na kompostu až přes 500 tisíc), které mají nestejně dlouhou dormanci a nepravidelnou klíčivost. Nejlépe klíčí z povrchu půdy nebo z hloubky 1 – 2 cm. Klíčící rostliny se objevují již velmi brzy na jaře, ale hromadně vzcházejí teprve při vyšších teplotách půdy až do pozdního podzimu. Merlík bílý patří mezi nejběžnější plevele orné půdy, přičemž se vyskytuje téměř na každém pozemku, kde se pěstuje zelenina. Zapleveluje všechny plodiny, hlavně okopaniny a zeleninu. Je nejrozšířenějším druhem v půdní zásobě semen plevelů, tvoří často i přes 50 % této zásoby (Hron a Kohout, 1988).

Plevele ozimé – mohou klíčit od časného jara až do mírné zimy. Zaplevelují převážně ozimé plodiny, některé zeleniny (ozimé cibuloviny), ale mohou se uplatňovat i v časných výsevech (výsadbách) košťálovin. Semena těchto plevelů mají obvykle krátkou až středně dlouhou dormanci. Mezi významné druhy, které se uplatňují v košťálové zelenině, patří penízek rolní a kokoška pastuší tobolka, které náleží do čeledi brukvovitých, a jejich regulace v brukvovité zelenině je proto složitější. Dalšími významnými zástupci, kteří se uplatňují v košťálovinách, jsou svízel přítula, violka rolní, kakost maličký, heřmánkovec nevonný, zemědělský lékařský, hluchavky (nachová a objímavá), ptačinec prostřední a mnohé další plevele (Jursík a kol., 2011a).

3.4.2 Plevelé vytrvalé rozmnožující se převážně vegetativně

Do této skupiny plevelů patří druhy, které se rozšiřují pomocí nadzemních nebo podzemních orgánů. Na orné půdě mají možnost jak vegetativního, tak generativního rozmnožování, avšak v závislosti na podmínkách prostředí jeden způsob převládá. Podle hloubky pronikání vegetativních orgánů do půdy se tato skupina plevelů dále člení (Kohout, 1997).

3.4.2.1 Plevelé mělčeji kořenicí

Vegetativní orgány těchto plevelů zasahují jen do malé hloubky, nebo jsou na povrchu půdy. Většina kořenového systému je v ornici, proto se tyto plevelé dají účinně regulovat zpracováním půdy.

Plevelé s pevnými a tuhými oddenky – jedná se především o trávy. Vytvářejí hustou síť oddenků. Jsou to plevelé s vysokou konkurenční schopností. Oddenky jsou článkovité, zakončené uzlinou, ze které vyrůstají další podzemní nebo nadzemní orgány, a jsou schopné snadno regenerovat. Hlavním zástupcem této skupiny je pýr plazivý. Lokálně mohou být problémy také s psinečkem výběžkatým a troskudem prstnatým. Mikulka a kol. (1999) uvádí, že na orné půdě převládá vegetativní rozmnožování, naopak v travních porostech a za nepříznivých podmínek také na orné půdě převládá generativní rozmnožování.

3.4.2.2 Plevelé hlouběji kořenicí

Vegetativní orgány značně pronikají do podorničních vrstev, kde vytváří kořenové výběžky, které mohou prorůst do hloubky až několika metrů. Při mechanické kultivaci půdy většina hlouběji uložených výběžků zůstává nezasažena a může tak rychle regenerovat. V zelinářství se nejčastěji setkáváme s podskupinou plevelů vytvářejících křehké a dužnaté kořenové výběžky, které se při mechanické kultivaci snadno lámou a rozpadají, ale z poškozených částí velmi rychle regenerují a šíří se dál. Mikulka a kol. (2005) uvádí, že kořenové výběžky sahají velmi hluboko do půdy, například výběžky lociky tatarské pronikají do hloubky až 5 metrů. Nejvýznamnějším zástupcem této skupiny je pcháč rolní, dále se v zelenině často vyskytuje také svlačec rolní, mléč rolní, rdesno obojživelné, přeslička rolní a vesnovka obecná.

3.5 Metody regulace zaplevelení v zelenině

Cílem regulace plevelů je jejich udržení pod prahem škodlivosti, to znamená, že plevele jsou na pozemku zastoupeny pouze v takové míře, která nezpůsobuje snížení výnosu ani kvality produkce. Při regulaci zaplevelení tedy není důležité plevelné druhy zcela zlikvidovat, ale omezit je tak, aby nemohly plodiny negativně ovlivňovat (Kohout, 1993).

3.5.1 Nepřímé metody regulace plevelů

Za nepřímé metody regulace plevelů lze označit pracovní postupy, které mají za cíl omezovat výskyt plevelů v porostech plodin (Jursík a kol., 2011a). Podle Mikulky a kol. (2005) význam nepřímých metod regulace zaplevelení spočívá v cíleném dlouhodobém udržování společenstev plevelů v požadovaném stavu z hlediska druhového složení a úrovně výskytu, což vytváří lepší výchozí podmínky pro uplatnění a spolehlivost přímých metod ochrany a tím jejich zjednodušení a zlevnění. Mezi hlavní prostředky nepřímé ochrany proti plevelům patří střídání plodin v osevních postupech, zpracování půdy, používání osiva bez příměsí plevelů a péče o statková hnojiva.

3.5.1.1 Vliv střídání plodin na zaplevelení

Vyvážený osevní postup udržuje vhodný poměr mezi ozimými a jarními plevele a mezi jednoděložnými a dvouděložnými druhy. Jakýkoliv posun ve struktuře osevního sledu ve prospěch obilnin nebo okopanin, či ve prospěch ozimých nebo jarních plodin má za následek rychlou reakci plevelných společenstev (Mikulka a kol., 1999).

Košťálová zelenina vyžaduje kvalitně připravený a nezaplevelený pozemek, proto je důležité věnovat se regulaci zaplevelení již v předplodině. Nejvhodnější předplodinou je obilnina, ve které je možné zlikvidovat široké spektrum plevelů jak během vegetace, tak i po sklizni v meziporostním období (Jursík a Soukup, 2006), naopak brukvovité předplodin, především řepka a hořčice nejsou vhodné.

3.5.1.2 Vliv používání závlahy na zaplevelení

Pro dosažení vysoké a kvalitní produkce je v oblasti zelinářství nepostradatelná doplňková závlaha. Většina košťálovin proto vyžaduje průběžnou dodávku vody během celé

vegetační doby (Petříková a kol., 2012). Závlahová voda však také může být zdrojem zaplevelení. Průzkum 27 lokalit v Číně ukázal, že voda v řece Yangtze, která je používána k zavlažování, obsahuje diaspóry 74 druhů plevelů z dvaceti čeledí. 47 % všech nalezených druhů náleželo do tří čeledí: 15 plevelů z čeledi lipnicovitých, 11 hvězdnicovitých plevelů a 9 rdesnovitých. Toto zjištění poukazuje na to, že by filtrace závlahové vody měla být standardním opatřením (Li a Qiang, 2009).

3.5.1.3 Vliv hnojení statkovými hnojivy na zaplevelení

Zeleniny, zejména košťáloviny, se statkovými hnojivy často hnojí. Hnůj je nejrozšířenějším organickým hnojivem. Produkují se v něm skoro tři čtvrtiny organických látek a jen o něco méně základních živin obsažených ve statkových hnojivech (Šarapatka a kol., 2006). Kohout (1987) uvádí, že při zužitkování objemné píče a způsobu hospodaření se statkovými hnojivy se do oběhu dostává značné množství semen některých plevelných druhů, zvláště těch s dlouhou dormancí (2 – 6 měsíců). Mezi tyto plevele patří především merlík bílý, ježatka kuří noha, bažanka roční, laskavec ohnutý a svízel přítula. Nejvíce semen plevelů na jednotku plochy se vyprodukuje v objemných pícech, jako jsou silážní kukuřice, luční porosty nebo krmné směsky sklízené na zelené krmení. Semena řady plevelů procházejí zaživacím ústrojím skotu neporušena, určitou dobu přežívají na polním hnojišti a po aplikaci hnoje se šíří na pole. Neméně důležitá je také vhodná údržba hnojiště, neboť všechny výše uvedené druhy mohou na hnojišti dobře růst a produkovat velké množství semen, která pak hnůj kontaminují.

3.5.1.4 Vliv zpracování půdy na zaplevelení

Mikulka a kol. (2005) uvádí, že vliv zpracování půdy se neprojevuje ihned, ale v dlouhodobějším horizontu několika let. Hloubka a způsob zpracování půdy rozhoduje především o rozmístění semen a vegetativních orgánů v orničním profilu. Převážná většina semen plevelů vzchází z hloubky 0 – 2 (4) cm. Semena plevelů, která se při zpracování půdy dostávají do hlubších vrstev, mohou reagovat těmito způsoby:

- jsou znehodnocena půdními organismy, tedy procesem samočištění půdy, který představuje podle biologické aktivity půdy roční úbytek cca 25 – 50 % semen v půdní zásobě

- neproduktivně klíčící rostlina není schopna dosáhnout povrchu půdy
- přejdou do stavu sekundární dormance a přetrvávají v půdě i několik let, až do doby, než jsou opět vynesena na povrch do vhodných tepelných, světelných, vzdušných a vlhkostních podmínek, které dormanci přerušují a umožní vzejít

3.5.1.4.1 Podmítka

Kvalitně provedená podmítka omezí výpar půdní vláhy, zapraví do půdy posklizňové zbytky a zlikviduje vzešlé plevely. V důsledku prokypření a promísení svrchní vrstvy půdy dochází k vynášení semen plevelů k jejímu povrchu, kde mají ideální podmínky pro klíčení a po vzejtí mohou být zlikvidovány následující agrotechnikou (Kvěch a Škoda, 1987).

3.5.1.4.2 Orba

Orba je jedním z nejdůležitějších prostředků nepřímé regulace zaplevelení. Při obracení půdy dochází k rozptýlení semen plevelů do celého půdního profilu, proto jejich značná část nemůže vzejít v důsledku některého z výše uvedených procesů. Velmi dobrý efekt má orba především na druhy tvořící semena s krátkou životností v půdě (sveřepy, kakostovité plevely, atd.), které, jsou-li zapraveny hlouběji do půdy, rychle ztrácí životnost. Naopak plevely tvořící semena s dlouhou životností v půdě (merlíky, laskavce, hořčice, atd.) nejsou orbou ovlivněny vůbec, nebo orba podporuje jejich dlouhodobé přežívání na pozemku.

Výborný regulační účinek má orba i na vzešlé plevely, jejichž zaklopením na dno brázdy dochází k téměř úplné regulaci. Hluboká orba také silně potlačuje vytrvalé plevely (Mikulka a kol., 2005). Pokud se jedná o hluboce kořenicí plevely, jako je například pcháč rolní, který má zásobní orgány ve větší hloubce, než na kterou je prováděna orba, je nutné tento způsob regulace doplnit o aplikaci selektivních herbicidů během vegetace (Jursík a kol., 2011a).

3.5.2 Přímé metody regulace plevelů

Přímé metody regulace plevelů jsou představovány zásahy proti existujícímu nebo očekávanému zaplevelení, s cílem nežádoucí plevelnou vegetaci zcela odstranit nebo omezit její škodlivost na akceptovatelnou úroveň za pomoci mechanických, fyzikálních, biologických a chemických způsobů regulace zaplevelení (Mikulka a kol., 2005).

3.5.2.1 Mechanické metody

Do mechanických způsobů regulace zaplevelení řadíme většinu kultivačních prací během vegetace plodiny. Při širokořádkovém systému pěstování košťálovin se převážně využívá plečkování pomocí pasivních nebo aktivních (rotačních) pleček. Pasivní plečky půdu podřezávají a částečně mísí, tím narušují kořeny plevelů, pokud je plečkování prováděno za vysoké půdní vlhkosti, mohou plevele regenerovat. Aktivní plečky velmi intenzivně zpracovávají vrchní vrstvu půdy, mechanicky silně poškozují rostliny plevelů a částečně je zapravují do půdy (Jursík a kol., 2011a). Moderní inteligentní plečky, vybavené snímačem obrazu, jsou schopné na základě odrazu světelných paprsků rozpoznat v řádku kulturní rostlinu od plevele podle velikosti rostliny, to umožňuje kultivaci jak v meziřadí, tak v řádku mezi rostlinami. Tyto plečky mají pracovní orgány pro kultivaci mezi rostlinami uložené na výkyvném rameni, které je ovládáno pneumaticky podle impulsů z řídicí jednotky snímače rostlin a umožňuje tak vyhýbání se plodině v řádku (van der Weide a kol., 2008). V raných růstových fázích plevelů je vysoce účinné použití kartáčových pleček, které pracují na principu otáčení kartáčů v horizontální nebo vertikální ose, a dochází k vytahování plevelů na povrch půdy (Mikulka a kol., 1999). Peruzzi a kol. (2007) uvádí, že pomocí kombinovaných plečích strojů založených na výše uvedených principech lze potlačit 65 – 90 % plevelů a oproti ruční okopávce snižuje časovou náročnost ošetřování až o 40 %. Účinnost plečkování je podle Jursíka a kol. (2011a) závislá na vlhkostních podmínkách, přičemž o úspěšnosti zásahu rozhoduje také včasný termín. Plečkování kromě regulace plevelů také upravuje povrch půdy, obnovuje ochranou izolační vrstvu a zlepšuje přístup vody i vzduchu do půdy. Na povrch půdy se však mohou dostat semena plevelů a dochází k porušení herbicidního filmu (Kvěch a Škoda, 1987).

3.5.2.2 Fyzikální metody

Mezi fyzikální metody regulace plevelů patří řada postupů, které bývají velmi účinné, ale jsou technicky a energeticky natolik náročné, že jejich používání je ve velkovýrobě neefektivní. Uplatňují se proto především v ekologickém zemědělství (Šarapatka a kol., 2006).

3.5.2.3 Termické metody

Nejvíce používaným strojem jsou plamenové plečky, které spalováním propan – butanu pomocí hořáků ohřívají povrch půdy. Při ohřevu plamenem nedochází k výraznému poškození

povrchu půdy, protože teplota povrchu půdy se zvýší pouze o 5 - 6 ° C. Plamen musí zvýšit teplotu povrchových pletiv plevelů na 70 °C. Pak se zvětší objem buněčné šťávy rostliny, což vede k roztržení buněčných stěn, následně dochází k degradaci bílkovin, dehydrataci rostliny a jejímu odumření. Využití tohoto způsobu regulace je nejvíce účinné na vzházející plevel, v praxi se provádí plošně 2 – 3 dny před vzejitím plodiny, využívá se i po vzejití v mezířádkovém prostoru, ale účinnost na plevel většího vzrůstu není tak uspokojivá, proto je důležité provedení ve správný čas (Šarapatka a kol., 2006). Energetická náročnost je značná a výrazně převyšuje energetickou náročnost herbicidní ochrany.

3.5.2.4 Biologické metody

Biologické metody regulace plevelných rostlin spočívají v záměrném využívání antagonistických organismů (hub, mikroorganismů, fytofágního hmyzu, roztočů a podobně) k omezení populace plevelných druhů (Kohout a Mentberger, 1992). Podle Kostelanského (2004) je nutné při výběru organismů vhodných pro biologickou regulaci plevelů prokázat, že poškozují pouze plevel a nezpůsobují škody na pěstované plodině. V porostech polní zeleniny se tento způsob ochrany proti plevelům zatím nedá vůbec použít.

3.5.2.5 Herbicidní regulace plevelů

Herbicidy jsou chemikálie, 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, zejména při nevhodném používání mohou herbicidy způsobovat poškození pěstované plodiny (fytotoxicity), zejména zeleniny jsou k těmto látkám hodně citlivé. Dále mohou mít negativní vliv na obsluhu postřikovačů a dalších osob, které přicházejí do kontaktu s těmito látkami, zejména při dlouhodobé depozici. Herbicidní látky nebo meziprodukty jejich rozkladu často přetrvávají v půdě, mohou být transportovány do podzemních či povrchových vod, případně mohou být rezidua herbicidů obsažena i v potravinách a tím zatěžují životní prostředí (Jursík a kol., 2011a).

3.5.2.5.1 Vývoj herbicidů a jejich vliv na plevelná společenstva

Ze všech faktorů nejdůležitějšími ovlivnily v posledních desetiletích druhová složení plevelů na orné půdě právě herbicidy. První používání herbicidních látek lze datovat na počátek minulého století, kdy se jednalo o anorganické herbicidy. Používání organických herbicidních látek začalo po skončení druhé světové války (Mikulka, 2014). Revolučním počinem bylo objevení herbicidního účinku syntetických auxinů 2,4-D, 2,3,5-T a MCPA na začátku 40. let 20. století. Velký význam při vývoji těchto herbicidů sehrála druhá světová válka, neboť tyto látky byly tajně vyvíjeny jako potencionální chemické zbraně. Šlo o první opravdu selektivní a velmi účinné herbicidy. Zavedení těchto herbicidů otevřelo nové možnosti selektivní regulace dvouděložných plevelů a řada z těchto látek se používá úspěšně doposud (Jursík a kol., 2010).

V šedesátých letech minulého století došlo k masovému používání herbicidů. Velkoplošné a opakované používání herbicidů má však celou řadu rizik. Kromě rizik ekologických a jejich vlivu na zdraví zvířat a lidí jsou jejich dlouhodobému působení vystavena i plevelná společenstva, která na používání herbicidů bezprostředně reagují (Mikulka a kol., 2010).

V současnosti existuje asi jen dvacet míst působení herbicidu v rostlině. Znalost mechanismů účinku herbicidů je významná z hlediska prevence vzniku rezistence v plevelných společenstvech, volby správného termínu ošetření, výběru vhodných kombinačních partnerů a při diagnostice symptomů poškození plodin herbicidy (úlet, rezidua herbicidů v půdě, předávkování, špatné vypláchnutí nádrže postřikovače, atd.) (Jursík a kol., 2010). Přestože existuje velké množství herbicidních přípravků na většinu plevelných druhů, pěstitelé používají jen oblíbené herbicidy s velmi dobrým účinkem a v jednotlivých letech nepoužívají herbicidy s rozdílným mechanismem účinku. Dlouhodobým používáním těchto herbicidů však podporují selekci plevelných druhů. Tímto způsobem již v minulosti došlo vlivem opakovaného používání růstových herbicidů typu MCPA k přemnožení chundelky metlice, heřmánků, hluchavek, svízele přituly a dalších. Později dlouhodobým používáním sulfonylmočoviny došlo k přemnožení zemědělského a dnes obtížně regulovatelné violky rolní (Mikulka, 2014).

3.5.2.5.2 Termíny aplikace herbicidů

Herbicidy se aplikují obvykle v počátečních fázích vegetace, kdy se začínají utvářet konkurenční vztahy mezi plevely a plodinou. Výběr aplikačního termínu se řídí především sortimentem herbicidů na trhu pro danou plodinu, typem a úrovní zaplevelení, selektivitou pro

kulturní rostlinu, převažujícím způsobem příjmu a půdně klimatickými podmínkami (Jursík a kol., 2011a).

3.5.2.5.2.1 Aplikace před setím/výsadbou plodiny se zapravením do půdy

Málo rozšířený způsob aplikace, který se v současné době využívá minimálně. Půdní herbicidy, které jsou na světle nestabilní nebo špatně pronikají hlouběji ke klíčícím semenům plevelů, se po aplikaci zapravují mělkým kypřením do půdy. Touto metodou se například aplikoval přípravek Treflan s účinnou látkou trifluralin. Nevýhodou této aplikace je časová a technická náročnost, protože herbicid je zapotřebí zapravit do půdy okamžitě po aplikaci (Mikulka a kol., 1999). V současné době se před výsadbou košťálové zeleniny zapravují do půdy registrované herbicidy Devrinol (napropamide) a Stomp (pendimethalin) (Kurent, 2015).

3.5.2.5.2.2 Aplikace preemergentní

Provádí se v období po zasetí plodiny, ale ještě před jejím vzejitím. Většina půdních herbicidů účinkuje na plevele ve fázi klíčení a vzházení, maximálně ve fázi prvních pravých listů. Pro vytvoření rovnoměrného herbicidního filmu na povrchu půdy je důležité aplikovat herbicid s větší dávkou vody (min. 300 l/ha). Důležitým faktorem, který ovlivňuje účinnost těchto herbicidů, je vlhkost půdy a struktura jejího povrchu. Za sucha mají preemergentní herbicidy silně omezenou účinnost, protože jsou přijímány rostlinou především ve formě vodného roztoku. Voda je také velmi důležitá pro vytvoření kompaktního herbicidního filmu pomocí difuze. Pokud je pozemek hrudovitý, dochází ke vzniku aplikačních stínů a při rozpadu hrud se na povrch půdy dostávají klíčivá semena plevelů. Hrudovitý povrch má také větší povrch a koncentrace herbicidu na větším (hrudovitém) povrchu je nižší než na rovném povrchu bez hrud. Nejrozšířenějšími účinnými látkami používanými v tomto aplikačním termínu jsou v košťálovinách metolachlor, metazachlor, clomazone a další (Soukup, 2005). Z uvedených látek je v České republice do košťálové zeleniny zaregistrovaný pouze herbicid Butisan 400 SC (metazachlor) a Command 36 CS (clomazone) (Kurent, 2015). Nevýhodou tohoto aplikačního termínu je aplikace „naslepo“. Je tedy potřeba znát druhovou skladbu plevelů na pozemku, intenzitu výskytu některých problémových druhů však přesně odhadnout nelze, a často proto bývají nutné opravné zásahy (Jursík a kol., 2011a).

3.5.2.5.2.3 Aplikace postemergentní

Provádí se po vzejití plodiny. Podle typu použitého herbicidu je přesný termín aplikace vymezen růstovou fází plodiny a plevelů. Někdy je z této skupiny zvlášť vydělována časná postemergentní aplikace (C-POST), která se v košťálovinách provádí po zakořenění sadby, kdy se používají některé půdní herbicidy, přičemž se využívá jejich listový i kořenový příjem plevely.

Pro klasické postemergentní ošetření brukvovité zeleniny je k dispozici poměrně malé množství herbicidů. Hlavní předností postemergentní aplikace je cílenost zásahu na konkrétní plevele. Nevýhodou této aplikace je rizikovější používání za nevhodných povětrnostních podmínek, kdy může u méně selektivních herbicidů docházet k poškození (fytotoxicitě) zeleniny. Při nepříznivém počasí se často stává, že se nepodaří uskutečnit aplikaci v optimálním termínu, plevele přerostou a účinnost ošetření nemusí být dostatečná a není možné použít opravný regulační zásah (Mikulka a kol., 2005). V současné době lze použít pro postemergentní aplikaci v košťálové zelenině registrované herbicidy proti trávovitým plevelům Gramin a Targa Super 5 EC (quizalofop-P-ethyl), Stratos ultra (cycloxydim). Další graminicidy Garland forte a Agil 100 EC (propaquizafof) jsou registrovány pouze v porostech hlávkového zelí. Z postemergentních herbicidů proti dvouděložným plevelům je v České republice registrovaný Lentagran WP (pyridate), jeho registrace však nezahrnuje porosty kedlubnů. Herbicid Galera (clopyralid, picloram) je registrován pouze do porostu zelí a kapusty (Kurent, 2015).

3.5.2.5.3 Mechanismus účinku herbicidů a možnosti jejich použití v košťálovinách

Podstatou biologické aktivity herbicidů je narušení některého z životně důležitých biochemických pochodů v cílové (plevelné) rostlině. Zpravidla se jedná o inhibici jednoho nebo více enzymů, které katalyzují některou z reakcí při biosyntéze organických sloučenin – aminokyselin, karotenoidů, lipidů a podobně (Mikulka a kol., 2005). Následně však může docházet k druhotným projevům na místech, kde jsou sloučeniny zapotřebí v navazujících biochemických procesech či jako stavební jednotky buněčných organel (Jursík a kol., 2011a).

3.5.2.5.4 Příjem a translokace herbicidů

Aby mohl herbicid účinkovat, musí být plevelnou rostlinou přijat a transportován do místa účinku. Herbicid může být přijímán kořenem, hypokotylem nebo listy, případně může

být příjem kombinovaný. Transport účinné látky probíhá kanálky mezi jednotlivými buňkami (plazmodezmami), mezibuněčnými prostory a prostřednictvím vodivých pletiv (xylémem a floémem). Intenzita příjmu a translokace herbicidu závisí jednak na fyzikálně-chemických vlastnostech účinné látky (velikost molekuly, polarita, rozpustnost) a jednak na morfologicko-anatomických vlastnostech rostliny (Soukup, 2005).

3.5.2.5.5 Selektivita herbicidů

Selektivita herbicidů je vlastnost, která umožňuje poškozovat určité druhy rostlin (plevelé), aniž by docházelo k negativním projevům a ztrátám na kulturní rostlině (Haden a kol., 1987). Jednotlivé herbicidy však vykazují rozdíly v míře selektivity, která se vyjadřuje tzv. kvocientem selektivity (Qs), který je dán poměrem mezi dávkou herbicidu, při níž dochází k 10 % poškození kulturní rostliny, a dávkou potřebnou pro zajištění 90% účinnosti na plevelé (Jursík a kol., 2011a). Nejčastěji je selektivita založena na fyziologických a biochemických rozdílech mezi rostlinnými druhy. Tolerantní druhy jsou schopny v krátkém čase herbicid metabolizovat, mohou mít změněnou strukturu cílového enzymu, nebo reagují nadprodukcí cílového enzymu ve srovnání s citlivými druhy (Jursík a kol., 2011c). Na podporu tohoto typu selektivity herbicidů jsou často používány herbicidní safenery, což jsou látky přidávané k méně selektivním účinným látkám za účelem zvýšení jejich selektivity k plodině při zachování vysoké účinnosti na cílové plevelé. Safenery lze charakterizovat jako látky, jež různými způsoby zvyšují aktivitu enzymů, které se podílejí na deaktivaci herbicidu a tím zmírňují fytotoxicitu. Mezi nejpoužívanější herbicidní safenery patří mefenpyr-diethyl, isoxadifen, cyprosulfamide a dichlormid (Jursík a kol., 2011a). Podle výsledků Eklera a Stephensona (1990) je právě dichlormid nejvhodnější safener pro účinnou látku metazachlor.

Morfologicko anatomické rozdíly (povrch listů a jejich postavení, anatomická stavba rostlinných pletiv, pozice meristemických pletiv atd.) mezi kulturními druhy a plevely mají rovněž významný vliv na selektivitu herbicidů, zejména při používání syntetických auxinů, jejichž transport vodivými pletivy trav je oproti dvouděložným rostlinám výrazně pomalejší (Jursík a kol., 2011c). Přílnavost herbicidu k povrchu listů je významně ovlivněna listovými bariérami, zejména voskovou vrstvičkou, která odpuzuje postřikovou kapalinu a dochází tak k jejímu stékání. Podobně tomu tak je s pokrytím listů trichomy, na kterých postřiková kapalina ulpívá a její kontakt s pokožkou listu je značně omezený (Butselaar a Gonggrijp, 1993).

Z pohledu selektivity herbicidů je tedy nutné respektovat vývojovou fázi plevelů a brát ohled na stav porostu zeleniny. Aplikace herbicidů v košťálové zelenině musí být po vydatných

srážkách nebo závlaze nad 5 mm provedena s odstupem minimálně tří dnů, a to z důvodu obnovení voskové vrstvičky na povrchu listů zeleniny, která byla vlivem srážek smyta (Jursík a Crha, 2014).

3.5.2.5.5.1 Poziční selektivita

V herbicidní ochraně košťálové zeleniny je nejvíce využíváno poziční selektivity, což je velmi důležitá vlastnost preemergentních herbicidů. Po aplikaci půdních herbicidů vzniká na povrchu půdy herbicidní film, který zasahuje hlavně vzcházející plevely z povrchové vrstvy půdy (1 – 2 cm). Díky odlišné vzdálenosti herbicidu (4 – 10 cm) od kořenové zóny rostlin je tak zabráněno příjmu herbicidu rostlinou a nedochází tak často k poškození zeleniny jako při aplikaci kontaktních listových herbicidů. Po aplikaci půdních herbicidů může u herbicidů s vyšší rozpustností ve vodě docházet po vyšších srážkách nebo intenzivním zavlažování k jejich proplavení ke kořenům zeleniny a u zelenin se zvýšenou citlivostí k těmto herbicidům může docházet k fytotoxickým projevům. Poziční selektivita může být narušena také nevhodným termínem aplikace. Některé půdní herbicidy, například Stomp s účinnou látkou pendimethalin, je možné aplikovat ještě před výsadbou zeleniny. Tady ovšem hrozí nebezpečí kontaktu kořenového balu sazenic s herbicidem, a to zejména při ruční výsadbě (Jursík a Crha, 2014).

3.5.2.5.6 Faktory ovlivňující účinnost herbicidů

Účinnost herbicidů je ovlivňována celou řadou faktorů. K nejvýznamnějším z nich patří povětrnostní vlivy před, během a po aplikaci, stejně tak důležité jsou aspekty technologické, ale také morfologické a fyziologické.

3.5.2.5.6.1 Pokožka rostlin

Důležitým faktorem rozhodujícím o účinnosti herbicidů při ošetřování porostů jsou bariéry na povrchu listů. Pokožka je velmi složitá membrána pokrytá různě silnou voskovou vrstvičkou, která nejvíce ovlivňuje příjem herbicidů a jejich selektivitu. Fyzikálně chemické vlastnosti pokožky mají vliv na chování postříkové kapaliny při dopadu na povrch listů a rozhodují tak o rychlosti příjmu herbicidu rostlinou a jeho účinnosti (Kirkwood, 1997).

3.5.2.5.6.2 Sluneční záření a teplota

Pro dosažení nejvyšší účinnosti herbicidního ošetření porostu jsou velmi důležité povětrnostní podmínky při aplikaci. Většina herbicidů je velmi citlivá na intenzitu slunečního záření, při kterém rychle degradují, a na teplotu vzduchu, která ovlivňuje výpar účinné látky. Během prvních 24 hodin po aplikaci dochází odpařováním herbicidu ke ztrátám 12 – 90 % (Boehncke a kol., 1990). Podle Mikulky a Kneifelové (2004) s rostoucí teplotou stoupá účinnost herbicidů. Při vyšších teplotách (nad 22 – 25 °C) mohou některé herbicidy způsobovat rostlinám stres a za extrémně vysokých teplot (nad 30 °C) přestávají účinkovat na některé druhy plevelů.

3.5.2.5.6.3 Proudění vzduchu

Nadměrné proudění vzduchu výrazně ovlivňuje kvalitu práce postřikovače, případně znemožňuje aplikaci. Při úletu postřikové kapaliny dochází k nerovnoměrnému ošetření porostu, případně k poškození okolních kultur (Kohout, 1997). Jursík a kol., (2011a) uvádí, že vlivem proudění vzduchu dochází k rychlému vysychání postřikových kapek na listech, což omezuje příjem herbicidu.

3.5.2.5.6.4 Dešťové srážky

Dešťové srážky v menším množství neovlivní účinek herbicidů, naopak u preemergentních aplikací napomáhají k rozptýlení herbicidů v povrchové vrstvě půdy. U postemergentních aplikací se opakovaným ovlhčením listů zlepšuje příjem herbicidu z povrchu listů do rostlinných pletiv (Mikulka a Kneifelová, 2004). Vydatné srážky působí negativně i několik hodin po aplikaci, kdy ještě může u některých herbicidů docházet ke smytí z povrchu listů a snížení účinnosti. Podobně tomu může být u preemergentních herbicidů, kterým hrozí vyplavení do spodních vrstev půdy, k němu však dochází až po velmi intenzivních srážkách (přes 30 mm) a pouze na lehčích půdách. V současné době je možné tato rizika výrazně omezit přidáním vhodného adjuvantu (Mikulka, 2014).

3.5.2.5.6.5 Vlhkost vzduchu

Relativní vzdušná vlhkost ovlivňuje příjem herbicidu do rostliny, a to především u herbicidů se systémovým působením. Při vyšší vzdušné vlhkosti jsou průduchy rostlin otevřené, tím je celkově urychlen příjem herbicidu do rostliny touto cestou (Smutný a kol., 2011). Při nižší vzdušné vlhkosti je možné podpořit příjem herbicidu vhodným smáčedlem (Hess a Foy, 2000).

3.5.2.5.6.6 Vlhkost půdy

Stupeň nasycení půdních agregátů vodou má velmi významný vliv na účinek herbicidů působících přes půdu. V suché půdě je účinnost herbicidu snížena, naopak v půdě vlhké roste jejich aktivita (Kohout, 1997). Vlhkost půdy má také podstatný vliv na účinnost postemergentních herbicidů. Rostliny stresované nedostatkem vláhy vytvářejí menší listovou plochu, kutikula a vosková vrstvička na povrchu listů jsou daleko silnější než u rostlin rostoucích v optimálních vláhových podmínkách, a to má za následek nižší příjem herbicidu (Jursík a kol., 2011).

3.5.2.5.6.7 Kvalita vody

Kvalita vody používané pro přípravu postřikové jíchy má velký význam, může ovlivňovat účinnost herbicidů a kvalitu aplikace. Největší vliv se přisuzuje tvrdosti vody, pH, ale i znečištění vody (koloidní látky). Například voda obsahující jílovité částice může naprosto znehodnotit herbicidní účinnost některých listových herbicidů (Smutný a kol., 2011).

3.5.2.5.7 Adjuvanty

Adjuvanty jsou přídavné látky, jejichž úkolem je zvýšení účinnosti a bezpečnosti pesticidů (Green a Green, 1993). Bývají buď vestavěné v herbicidu jako jedna ze složek formulace nebo se přimíchávají do TM kombinace s pesticidy v nádrži postřikovače. Při použití adjuvantu je možné snížit dávku herbicidu o 30 – 50 % (Mikulka a kol., 1999). Adjuvanty mohou ovlivňovat postřikovou jíchu a aktivitu herbicidu. Některé adjuvanty mohou přechodně nebo trvale ovlivňovat permeabilitu buněčných membrán a aktivitu některých rostlinných enzymů (Hess a Foy, 2000).

Členění adjuvantů je velmi složité a jejich přesná terminologie dosud chybí. Nejpočetnější skupinou jsou surfaktanty. Jedná se o látky, které zvyšují biologickou účinnost pesticidů vyšší smáčivostí postřikové kapaliny a zlepšují tím pokrytí cílového povrchu. Adjuvanty zlepšují adhezi postřikových kapek, zvyšují jejich disperzi, prodlužují dobu vysychání a zvyšují odolnost vůči smytí deštěm atd. (Jursík a kol., 2011a).

3.5.2.5.7.1 Rozdělení adjuvantů podle jejich původu

Neionogenní přípravky na bázi nonyl-fenol alkoholů a mastných kyselin snižují povrchové napětí a zlepšují pokrývnost a přilnavost k listu. Přínosné jsou především, pokud je aplikace provedena za nižší vzdušné vlhkosti (Jursík a kol., 2011a).

Organosilikátové přípravky velmi výrazně snižují povrchové napětí kapének aplikačního roztoku. Významně zabraňují vysychání a odpařování herbicidu z cílového povrchu po aplikaci, čímž výrazně zlepšují příjem herbicidu do rostliny. Významně se uplatňují při aplikaci málo rozpustných herbicidů a také pro zajištění dostatečné účinnosti preemergentních herbicidů v sušších podmínkách (Jursík a kol., 2011b).

Olejové koncentráty na bázi parafinového oleje, obvykle doplněné ještě dalšími aktivními látkami (Atplus, Grounded), jsou významnými adjuvanty. Minerální oleje používané jako adjuvanty musí nejprve projít výraznou rafinací, při níž jsou odstraněny nežádoucí příměsi. Předpokládá se, že minerální oleje způsobují změknutí povrchových vosků nebo vznik trhlinek v pokožce listů, což vede k vyššímu příjmu účinné látky herbicidů. Jejich používání však může v některých případech způsobovat fytotoxicitu (Hess a Foy, 2000).

Rostlinné oleje se získávají lisováním, nebo extrakcí rozpouštědly. Tyto adjuvanty snižují odpařování aplikačního roztoku, zvyšují jeho penetraci skrze voskovou vrstvičku a zvyšují odolnost vůči srážkám. Penetrační účinek není tak výrazný, ovšem nedochází ke snížení selektivity herbicidu vůči plodině (Jursík a kol., 2011b). Prokop a Kejklíček (2002) uvádějí, že přidáním adjuvantu na bázi řepkového oleje do postřikové jichy dochází při aplikaci k tvorbě až o 30 % větších kapek oproti kontrole s průměrem postřikových kapek 139 µm. Přidáním adjuvantu bylo také docíleno snížení úletu postřikové kapaliny.

Esterifikované rostlinné oleje se získávají esterifikací rostlinných olejů (především kyseliny olejové a linolové) methylalkoholem. Složení esterifikovaných olejů se liší v závislosti na plodině, ze které vznikly. Poměr mastných kyselin v jednotlivých esterifikovaných olejích obvykle nemá vliv na účinnost smáčedel. Pro jednotlivé herbicidy se však různí jejich optimální dávka (koncentrace), která musí být zjištěna experimentálně. Oproti rostlinným olejům lépe udržují lépe pokrytí povrchu listu a zvyšují penetraci herbicidu (Sieverdich a Fleute-Schlachter, 2008).

Podle Włodarczyka (2014) mají vedle potravinářského využití také výborné vlastnosti jako půdní smáčedla alginátové želírovací hmoty vyrobené z mořských řas. Při preemergentní aplikaci s metazachlorem výrazně omezují vertikální pohyb účinné látky v půdním profilu a zabraňují tak možnému proplavení do spodních vod. Nevýhodou těchto látek je ovšem složitá příprava aplikační kapaliny a problematická aplikace.

Při pěstování kedlubnů je možné částečně využít pomocné látky pro lepší hospodaření rostlin s vodou, v kombinaci s herbicidy k ochraně rostlin proti plevelům. V Polsku se podle intenzity pěstování kedlubnů používá závlaha jen v omezené míře, značná část ploch je bez závlahy. Z tohoto důvodu jsou k sazenicím aplikovány hydroabsorbenty, látky, které jsou schopny zadržovat velké množství vody v půdě pro potřeby rostlin. Významný pozitivní vliv mají také na účinnost půdních herbicidů. Aplikace hydrogelu v kombinaci s preemergentními herbicidy, které obsahují účinnou látkou clomazone, podstatně zvyšuje jejich účinnost (Włodarczyk a kol., 2010). Kosterna a kol. (2011) uvádí, že samostatná aplikace hydrogelu do kořenové zóny rostlin kedlubnů je velmi efektivní pro dosažení výnosu a kvality hlíz, navíc dochází ke zvýšení obsahu jednoduchých cukrů a kyseliny askorbové (vitamín C) v konzumních částech rostlin.

3.5.2.5.8 Herbicidní ochrana košťálové zeleniny

Pro úspěšné zvládnutí herbicidní ochrany v košťálové zelenině je základem kvalitně připravená půda s drobtovitou strukturou bez hrud a včasná aplikace půdního herbicidu (Jursík a Crha, 2014). To potvrzují Mikulka a Kneifelová (2004), kteří uvádějí, že účinnost preemergentních herbicidů může být na hrudovitém povrchu snížena o 30 – 60 %. Podle Jursíka a kol. (2011a) je možné ztráty herbicidu za sucha omezit zapravením do půdy, nebo závlahou.

Také některé formulační typy nebo velikost postřikových kapének mohou omezit těkání herbicidu.

Herbicidní film na povrchu půdy nejvíce působí na klíčící semena plevelů, která jsou uložena v povrchové vrstvě půdy (10 - 20 mm). Naopak hlouběji uložená semena nebo vysázená sadba zeleniny není herbicidem zasažena. Vlivem vysokých srážek nebo neuváženou nadměrnou závlahou po aplikaci může být účinnost těchto půdních herbicidů výrazně snížena, v důsledku proplavení účinné látky do půdního profilu navíc může docházet k fytotoxicitě plodiny. Za optimálních vlhkostních podmínek je možné v této situaci provést mechanickou regulaci plevelů proplečkováním porostu a tím zamezit sekundárnímu zaplevelení. Po odbourání herbicidního stresu plodiny je možné podle prahu škodlivosti porost dočistit postemergentním herbicidem (Jursík a Crha, 2014). Mikulka a kol. (2010) uvádí, že v plodinách citlivých na herbicidy, jako jsou zeleniny a cukrová řepa, lze provést také dělenou postemergentní aplikaci herbicidů. Výhodou dělené aplikace je zasažení širšího spektra vzcházejících plevelů a zároveň nedochází k tak výraznému herbicidnímu stresu plodiny, jako je tomu při jednorázové aplikaci. Podle Jursíka a Crhy (2014) jsou ale postemergentní aplikace u zelenin s krátkou vegetační dobou (především kedlubny a salát) nevhodné, a to z důvodu možné kontaminace reziduí herbicidů v konzumních částech rostlin. V takových případech je třeba používat pouze přípravky, které v rostlině rychle degradují. Bartoš a kol. (2000) uvádí, že pro regulaci plevelů během vegetace v porostech kedlubnů je vhodná pouze mechanická kultivace nebo okopávka. Naopak u pozdního zelí či kapusty je riziko zvýšeného obsahu reziduí podstatně nižší. Mezi environmentální faktory, které mohou výrazným způsobem ovlivnit rychlost degradace pesticidů v rostlině, patří především teplota (za nízkých teplot je degradace pomalejší) a průběh srážek během vegetace. Intenzivní srážky před sklizní mohou kořenům zpřístupnit herbicid, který byl sorbovaný v půdě vlivem suchých podmínek vegetačního období, a rostliny jej tak nemusí stihnout metabolizovat (Jursík a Crha, 2014).

3.5.2.5.8.1 Herbicidy používané v košťálové zelenině

3.5.2.5.8.1.1 Růstové herbicidy (syntetické auxiny)

Mechanismus účinku těchto herbicidů je velice podobný jako u rostlinných růstových hormonů auxinoidní povahy. Na rozdíl od auxinů přírodního původu jsou syntetické auxiny v plevelných rostlinách špatně degradovány, narušují fytohormonální koordinaci, což se projevuje nerovnoměrným růstem, deformací listů a stonku, tím dochází k vyčerpání

a odumírání rostliny (Soukup, 2005). Z chemického hlediska je lze rozdělit na fenoxykyseliny, deriváty kyseliny benzoové, pyridin-karboxylové a kyseliny chinolin-karboxylové. Většina růstových herbicidů je velmi rychle přijímána listy rostlin a rozváděna především floémem do pletiv s vysokou růstovou aktivitou, takže tyto herbicidy vykazují vynikající a dlouhodobou účinnost na vytrvalé plevely. Herbicidy s účinnými látkami MCPA, MCPP, 2,4-D, dicamba, fluroxypyr a další se používají převážně k regulaci dvouděložných plevelů v obilninách. Některé růstové herbicidy lze použít také v košťálové zelenině. Jde o herbicidy obsahující účinné látky clopyralid (Lontrel) a picloram (Galera), které je možné používat postemergentně k regulaci některých dvouděložných plevelů, například pcháč rolní, heřmánkovité plevely a další. Účinnost těchto herbicidů je závislá na teplotě vzduchu, aplikace je proto možná až při vyšších teplotách (8 – 12 °C) a při intenzivním růstu plevelů (Jursík a kol., 2011a).

3.5.2.5.8.1.2 Inhibitory acetylkoenzym-A karboxylázy (ACCáza)

ACCáza je enzym, který katalyzuje biosyntézy mastných kyselin nezbytných například k tvorbě fosfolipidů, základu buněčných membrán. Herbicidy z této skupiny se používají proti trávovitým plevelům. Zasažené rostliny během 2 – 3 dní po aplikaci přestávají růst a nevytvářejí nové listy. První příznaky účinku herbicidu jsou představovány žloutnutím a nekrotizací apikální části meristému, poté se projevují na starších listech a dochází k usychání listů a odumírání celé rostliny. Popsaný účinek vykazují tři chemické skupiny – aryloxyfenoxypropionáty (např. Fusilade Forte, Gallant Super, Garland Forte) cyklohexandiony (Stratos Ultra) a phenylpyrazoliny (pinoxaden – Axial - v košťálové zelenině se nepoužívá). Příjem těchto herbicidů probíhá poměrně rychle prostřednictvím listů, ve vyšších dávkách účinkují i na vytrvalé plevely, například pýr plazivý (Mikulka a kol., 2005). Kukorelli a kol. (2013) uvádí, že při dlouhodobém používání výše uvedených účinných látek může dojít k vývoji rezistence a zdůrazňuje, že v současné době je popsána rezistence k těmto látkám již u 42 trávovitých druhů.

3.5.2.5.8.1.3 Inhibitory syntézy mastných kyselin s dlouhým řetězcem

Jde o herbicidně bohatou skupinu, kterou z chemického hlediska řadíme k acetamidům. Dvouděložné plevely přijímají tyto herbicidy především kořeny, zatímco trávy vrcholovou částí klíčku. Citlivé trávy často ani nevzejdou. Poškození dvouděložných plevelů se projevuje zakrňováním pravých listů a krabacením jejich okrajů. Působí především na klíčící plevely,

na plevěle ve vyšších vývojových fázích jsou obvykle nedostatečně účinné. Používají se proto převážně preemergentně s možností mělkého zapravení do půdy, případně časné postemergentně. Hlavní využití těchto herbicidů je v ozimé řepce, ale některé účinné látky se také používají v košťálových zeleninách, například metazachlor (Butisany, Fuego, atd.), napropamide (Devrinol), metolachlor (Dual), dimethenamid (Outlook, Butisan Duo a Max) a další (Jursík a kol., 2011a). Metazachlor je možné v ČR použít na pozemek maximálně jednou za tři roky a dávka by neměla přesahovat jeden kilogram účinné látky na hektar, z důvodu jeho nežádoucích ekotoxických vlastností. Rouchaud a kol. (1992) uvádí, že při zkoumání obsahu metazachloru v půdě v porostech póru, kapusty a tuřínu naměřil hodnoty nižší než 0,1 mg/kg ve hloubce 0 – 10 cm. Po sklizni pěstovaných zelenin byly testovány konzumní části jednotlivých zelenin na obsah reziduí metazachloru a jeho metabolitů s limitem citlivosti 0,02 mg/kg. Výsledek testování prokázal, že u žádného ze zkoumaných druhů zeleniny nebyl obsah reziduí detekovatelný.

3.5.2.5.8.1.4 Inhibitory syntézy diterpenů

Herbicidey z této skupiny inhibují syntézu pomocných rostlinných barviv (karotenoidů). Diterpeny jsou prekurzory giberelinů a tvoří také koncovou část molekuly chlorofylu. Účinná látka clomazone (Command) blokuje enzym 1-deoxy-D-xylulózo-5-fosfát syntéza, který katalyzuje přeměnu farnesyl-pyrofosfátu na geranyl-pyrofosfát (Jursík a kol., 2011a). Clomazone se používá v řepce ozimé a košťálovinách preemergentně (i před výsadbou), proniká do vzcházejících rostlin kořeny, působí především na svízel přítulu, kokošku pastuší tobolku, penízek rolní, ptačinec prostřední a další. Používá se obvykle jako partner v TM kombinaci (tank mix) s účinnou látkou metazachlor (Butisan) dimethenamid, atd. (Jursík a Soukup, 2006).

3.5.2.5.8.1.5 Inhibitory stavby mikrotubulů

Herbicidey z této skupiny inhibují polymeraci jednotek tubulinu nezbytnou k výstavbě vláken mikrotubulů při přímém dělení somatických buněk (mitóze) v meristemických pletivech. Jsou přijímány především kořeny a hypokotylem vzcházejících rostlin. Translokace do nadzemních částí je velmi omezená, proto je jejich účinek nejefektivnější v nejranějších růstových fázích, pokud možno ve fázi klíčení až děložních listů plevelů. Zasažené rostliny nevzcházejí, případně vytvoří pouze děložní listy a vegetační vrchol se dál nevyvíjí. Kořenové

špičky tloustnou a kořeny jsou často retardované a deformované (Soukup, 2005). Jursík a kol. (2011a) uvádí, že nejrozšířenějšími inhibitory mikrotubulů jsou nitroderiváty anilinu (dinitroaniliny), z nichž se v ČR v současné době používá pouze pendimethalin (Stomp) a do roku 2007 také trifluralin (Treflan). Pendimethalin (Stomp) se používá preemergentně v mnoha plodinách (obilniny, kukuřice, slunečnice, některé luskoviny a zeleniny včetně košťálovin), kde hubí jednoděložné i dvouděložné plevely (merlíky, svízel přítulu, violky, bažanku roční a další). Podle Jursíka a Soukupa (2006) je možné provést aplikaci pendimethalinu ještě před výsadbou zeleniny. Za suchých podmínek lze herbicid mělce zapravit do půdy předseťovou přípravou. Pro zasažení širšího spektra plevelů lze herbicid Stomp aplikovat v kombinaci s vhodným herbicidním partnerem, který má odlišný mechanismus účinku, například Butisan 400 SC (metazachlor). Soukup a kol. (2005) uvádí, že velkou předností herbicidů z této skupiny je minimální riziko vzniku rezistentních populací plevelů k těmto herbicidům.

3.5.2.5.8.1.6 Inhibitory fotosystému II (PS II inhibitory)

Herbicidey inhibující fotosyntézu ve fotosystému II zamezují přenosu elektronů, které se uvolňují při fotolýze vody, přes tylakoidní membránu chloroplastů v PS II. Volné elektrony se hromadí a vzniklá energie je absorbována chlorofylem a karotenoidy, čímž dochází ke chlorózám listů. Volná energie dále iniciuje tvorbu chlorofylových tripletů, které reagují s kyslíkem a způsobují destrukci lipidových membrán, vylití obsahu buněk do mezibuněčných prostor a dochází k desikaci pletiv (Jursík a kol., 2011a). Z této skupiny herbicidů se v košťálové zelenině používá pouze účinná látka pyridate (Lentagran). Jde o kontaktní listový herbicid, aplikace se proto provádí postemergentně, nejlépe 3 – 4 týdny po výsadbě nebo po vytvoření 6 pravých listů zeleniny (u porostů pěstovaných z přímých výsevů) (Jursík a Soukup, 2006).

3.5.2.5.8.1.7 Inhibitory acetolaktát syntázy (ALS inhibitory)

Acetolaktát syntáza (ALS) je klíčovým enzymem při syntéze esenciálních aminokyselin valinu, leucinu a isoleucinu. Na tento enzym se vážou herbicidey ze skupiny sulfonylmočoviny, imidazolinonů a triazolopyrimidinů. Zablokování funkce ALS se projeví zastavením tvorby jmenovaných aminokyselin a následně i proteinů, druhotným důsledkem je inhibice syntézy DNA, zastavení buněčného dělení a následně i růstu (Soukup, 2005). Účinná látka

ethametsulfuron methyl (Salsa) ze skupiny sulfonylmočoviny byla vyvinuta k regulaci dvouděložných plevelů (merlíky, laskavce, hořčice polní a další) v porostech Canoly - jarní řepka pěstovaná na severu USA a Kanadě (Lichtner a kol., 1995). Následně se ethametsulfuron methyl začal používat také v brukvovitých zeleninách (zelí, kapusta, květák a další). V roce 2013 byl zaregistrován do řepky také v ČR. Van Eerd a Hall (2000) uvádí, že po aplikaci ethametsulfuronu v 30 g/ha v porostu tuřinu nebyla ve sklizených rostlinách tato látka detekována a obsah metabolitů byl do 1,3 mg/kg. V EU se však jeho registrace do zeleniny nepředpokládá.

Pokud je pozemek osetý obilninou, která je předplodinou pro košťálovou zeleninu, a je ve větší míře zaplevelen brukvovitými plevele (tyto plevele se v porostech košťálové zeleniny problematicky potlačují), může se stát, že při teplém průběhu zimního období tyto plevele mohou intenzivně růst a jarní aplikace herbicidů v tomto případě již jen desikuje plevele s dozralými semeny (platí především pro peníze rolní). Proto je vhodné ošetřovat obilní předplodinu již na podzim některou účinnou látkou ze skupiny sulfonylmočoviny, například iodosulfuron (Husar), amidosulfuron (Sekator) nebo jiným vhodným půdním herbicidem s vysokou účinností na brukvovité plevele s odlišným mechanismem účinku. Často se používá Cougar forte (diflufenican, flufenacet), Trinity (diflufenican, pendimethalin, chlorotoluron) a podobně (Jursík a Soukup, 2006).

3.5.2.5.9 Rezidua herbicidů v potravinách

Přípravky na ochranu rostlin jsou významným faktorem stability výnosů (Sondhia, 2013). Průměrná výše ztrát výnosu v důsledku škodlivých organismů je 36,4 %. Laická veřejnost o ochraně rostlin ví bohužel jen málo, přitom ochrana rostlin neznámá pouze aplikaci pesticidů, ale celou škálu postupů včetně agrotechnických a biologických při respektování požadavků konzumenta. Navíc při schvalovacím procesu přípravků na ochranu rostlin má poslední slovo Státní zdravotní ústav (Řehák, 2015).

Hajšlová (2015) uvádí, že zdravotní rizika reziduí pesticidů, případně veterinárních farmak nepatří u potravin mezi hlavní problémy. Větší roli hrají mikrobiální kontaminanty, nevyvážená dieta, environmentální kontaminanty, přírodní toxiny a teprve poté jsou na řadě právě rezidua pesticidů. Pohled na tyto chemické látky se ale s nástupem lepších způsobů detekce mění, například není zcela jasné, jaké riziko představuje současný výskyt reziduí více přípravků najednou (takzvaný koktejlový efekt), zvláště pokud má několik pesticidů shodný mechanismus účinku, případně pokud jsou konzumovány malé koncentrace dlouhodobě. Proto

se zvažuje zavedení limitů reziduí pro celou skupinu účinných látek se shodným mechanismem účinku. Mezi další zdroje kontaminace, kterými rezidua pronikají do potravin, patří například pitná voda, atmosférická depozice, prach a podobně.

Bezpečnost potravin v České republice je podle Hnízdila (2015) na velmi vysoké úrovni, naprostá většina potravin na tuzemském trhu splňuje maximální limit pro obsah reziduí pesticidů (MRL). Podle kontroly Státní zemědělské a potravinářské inspekce provedené v roce 2014 bylo odebráno 1564 vzorků potravin, u kterých nevyhovělo nadlimitnímu nálezu reziduí 38 vzorků, což představuje 2,4 %, přičemž mezi nevyhovující komodity patřily zahraniční produkty, jako jsou čaje, koření, tropické ovoce a zelenina.

Podle Lozowické a kol., (2012) se pro detekci reziduí pesticidů v košťálové zelenině používá plynová chromatografie s duálním detekčním systémem, který analyzuje vzorky elektronovou detekcí (ECD) a detekcí sloučenin na bázi dusíku a fosforu (NPD). Tímto systémem lze rozpoznat několik chemických skupin (organické sloučeniny chloru a fosforu, strobiluriny, amidy, imidazoly, triazoly, neonikotinoidy a podobně) v koncentračním rozsahu 0,001 – 2,5 mg/kg.

Obsah reziduí herbicidů v konzumních částech zeleniny je závislý především na termínu aplikace, volbě dávky a rychlosti degradace herbicidu. Velkou roli hraje také rostlinný druh (plodina), jeho životní cyklus, vývojová fáze a metabolismus. Od těchto vlastností se odvíjí ochranná lhůta (doba od ošetření do sklizně), která se může u některých zelenin výrazně lišit a musí být dodržována, aby nebyly překračovány limity reziduí. To dokazují výsledky pokusů na obsah reziduí herbicidů v zelenině. Při aplikaci pendimethalinu v dávce 1 kg/ha před výsadbou kvěťáku a ředkvičky byly v době sklizně naměřeny obsahy reziduí 0,001 mg/kg v kvěťáku a 0,014 mg/kg v ředkvičkách (Sondhia, 2013).

3.5.2.5.10 Chování herbicidů v půdě

Volba herbicidu by neměla vycházet jen účinnosti na plevele. Rovněž je důležité respektovat odlišné chování účinných látek herbicidů v půdě a jejich vliv na následné plodiny v osevním postupu a v neposlední řadě celkový dopad na životní prostředí. Na lehkých půdách s nízkou sorpční kapacitou se herbicid velmi snadno pohybuje v půdním profilu a hrozí jeho vyplavování do podzemních vod. Herbicid se v těchto půdách projevuje vyšší fytotoxicitou vůči plodinám, proto je v takových půdách nutné aplikovat nižší dávky (Mikulka, 2014). Bacmaga a kol. (2014) uvádí, že na písčitých půdách s nízkým obsahem organické hmoty v půdě může

vést kontaminace metazachlorem k inhibici látkových přeměn dusíku a fosforu a způsobit rostlinám deficit živin.

Těžké jílovité půdy s vysokou sorpční kapacitou vážou herbicidy velmi silně a vyplavování do podzemních vod nehrozí. Na těchto půdách je možné aplikovat množství herbicidu v horním rozpětí povolené dávky (Mikulka, 2014). Jursík a Crha (2014) uvádějí, že rezidua některých herbicidů v půdě, především sulfonylmočovín, mohou způsobovat fytotoxicitu brukvovité zelenině ještě několik měsíců po jejich aplikaci. Větší riziko perzistence herbicidů v půdě je zejména v sušších letech, a proto je vhodné na těžších půdách s vyšším pH používat k regulaci plevelů v předplodině herbicidy přijímané pouze listy.

Během čtyřletého experimentu provedeného v polních a laboratorních podmínkách Kucharski a Sadowski (2011) zkoumali chování účinné látky metazachlor v půdě. Metazachlor byl aplikován samostatně, dále pak ve směsi s adjuvanty na bázi parafinového oleje. V době sklizně v půdních vzorcích odebraných z pozemků, kde byl metazachlor použit samostatně, činila rezidua 0,0072 mg/kg. Přidáním adjuvantu došlo ke zvýšení reziduí metazachloru v půdě na hodnotu 0,0082-0,0108 mg/kg. Adjuvanty navíc způsobily zpomalení proplavování herbicidu v půdním profilu. Směs metazachloru a parafinového oleje byla v půdě odbourávána o 16 dní déle oproti variantě, kdy byl herbicid aplikován samostatně. Bacmaga a kol. (2014) uvádí, že po aplikaci metazachloru do půdy navíc dochází ke snížení biologické aktivity půdy, vlivem omezeného množení půdních mikroorganismů. Podobné výsledky uvádí Chopra a kol. (2015), který upozorňuje, že obsah reziduí pendimethalinu po 90 dnech v půdě je přímo úměrný aplikované dávce.

3.5.2.5.11 Integrovaná ochrana rostlin

V České republice začalo zavádění integrované ochrany rostlin v roce 2012. Cílem této metody je přimět pěstitele hospodařit takovým způsobem, který využívá všechny ekonomické, ekologické a toxikologicky přijatelné metody k regulaci škodlivých organismů a jejich udržení pod prahem škodlivosti s přednostním záměrným využíváním přirozených omezujících faktorů. Tímto způsobem lze snížit spotřebu pesticidů a docílit tak zdravější produkce potravin. Obecně lze říci, že ochranu rostlin není možné považovat za izolovanou pracovní operaci, ale měla by být chápána v souvislostech se všemi pěstitelskými opatřeními. Všechna opatření směřující k dosažení produkce zdravějších potravin musí být vzájemně propojena tak, aby byla podpořena přirozená odolnost plodin, udržena úrodnost půdy a chráněna rozmanitost živočišných

i rostlinných druhů. Přednostně by se měly využívat přirozené ochranné faktory. Teprve když tato opatření nedostačují, lze uvažovat o přímých metodách ochrany (Ackermann a kol., 2013).

3.5.2.5.12 Integrovaná ochrana proti plevelům

V rámci společné zemědělské politiky EU mohou zemědělci od roku 2007 vstoupit do systému Integrované produkce zeleniny (IPZ), který je zařazen mezi Agroenvironmentálně – klimatická opatření. Obecně lze říci, že IP představuje způsob zemědělského hospodaření, jehož základním cílem je zajištění trvale udržitelného hospodaření. Takový způsob hospodaření umožňuje zachovat současným i budoucím generacím možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce agroekosystémů a ostatních ekosystémů, které jsou zemědělskou produkcí přímo či nepřímo ovlivňovány. IP je založena na důsledném systémovém přístupu k celé technologii pěstování a zpracování při optimalizaci ekonomických a ekologických aspektů produkce. IP se tedy orientuje komplexně na agroekosystém a je zaměřena na zemědělský podnik jako celek. Základem celého systému je efektivní ochrana před chorobami, škůdci a plevely, jež zajišťuje stabilní výnos a kvalitní produkci zemědělských produktů, přičemž je kladen důraz na snížení rizik dopadu vlivu pesticidů na lidské zdraví a životní prostředí (Makovský a Samsonová, 2015).

Významným předpokladem pro uplatnění integrované produkce zeleniny (IPZ) je výběr vhodné půdy, substrátů, odrůd a pěstitelských technologií. Nedílnou součástí jsou povolené způsoby integrované ochrany zeleniny před chorobami, živočišnými škůdci a plevely v souladu s NV 79/2007Sb. v posledním novelizovaném znění. Pravidla jsou vyvíjena v souladu s novými poznatky, zejména v návaznosti na vývoj technologických postupů šetrných vůči životnímu prostředí, které umožní při minimalizaci rizik produkovat vysoce jakostní zeleninu. Zelenina vypěstovaná v systému IPZ podléhá systematické kontrole nezávislého odborného kontrolního orgánu (ZUČM, 2014).

Preventivní opatření

- Osevní postupy – základem je rotace plodin pro zabránění narůstajícího výskytu konkrétních chorob, škůdců a plevelů.
- Používání zdravého osiva a sadby vysoké kvality.

- Zabránění výsevu plodin, které jsou hostiteli škůdců a chorob zeleniny, na sousední plochy (např. výsev řepky v sousedství košťálových zelenin).
- Výběr odrůd rezistentních nebo tolerantních k chorobám a škůdcům.
- Provádění testů půdy na výskyt závažnějších v půdě se vyskytujících chorob nebo škůdců, pokud existuje riziko jejich škodlivého výskytu a metody detekce a diagnostiky jsou dostupné.

Přímá ochranná opatření

K správnému nastavení ochrany porostů vede cesta přes sledování a vyhodnocování výskytu škodlivých organismů a klimatických faktorů, které výskyt těchto nežádoucích činitelů ovlivňují. Pokud je sledování prováděno nedostatečně nebo nesprávně a dojde ke špatnému vyhodnocení údajů ze sledování, může dojít k nevhodným ochranným zásahům. Efekt nevhodné ochrany se může projevit snížením biodiverzity nebo třeba vznikem reziduí pesticidů v půdě či produktech. Při ochraně rostlin nesmí pěstitel na celé výměře plochy pro pěstování v IPZ použít přípravky na ochranu rostlin, obsahující alespoň jednu z následujících zakázaných účinných látek: bifenthrin, bifenox, carbofuran, carbosulfan, dichlobenil, dimethoate, diquat dibromide, fenazaquin, fenpyroximate, fipronil, chlorpyrifos, pirimiphos-methyl, pyrethriny (směs přírodních pyrethroidů), terbuthylazine, triazamate, zeta-cypermethrin (Makovský a Samsonová, 2015).

3.5.2.5.13 Vývojové trendy v aplikační technice

Pořízení nového postřikovače vždy znamená značný investiční náklad, nicméně je třeba si uvědomit, že žádný jiný zemědělský stroj v současné době neovlivňuje svou prací výnos a jeho kvalitu jako právě postřikovač. Dnes již běžně dostupnou výbavu tvoří možnost zajistit změnu dávky aplikované látky na základě aktuálních požadavků rostlin, které získáme od N-Senzoru, Miniveg N a vyhodnocených aplikačních map. Všemi těmito systémy lokálně diferencovaného způsobu aplikace je docíleno snížení spotřeby pesticidů a hnojiv na jednotku plochy. Velice zajímavým trendem, který se vyvíjí již poměrně dlouhou dobu, je systém rozpoznávání druhu plevelů na stanovišti. Tento systém by měl do praxe přinést výhodu lokální aplikace zejména herbicidů do míst jejich skutečné potřeby. Například aplikace relativně drahých a méně selektivních prostředků vůči některým problematickým plevelům by probíhala

jen v místě jejich výskytu a na zbytek pozemku by se aplikoval „levnější“, selektivnější, či ekologicky přijatelnější herbicid (Novák a Mašek, 2015). Mikulka a kol. (2014) uvádí, že hlavní výhoda by spočívala zejména ve snížení nákladů a menší zátěži životního prostředí.

Tyto systémy pracují pomocí optických senzorů, které jsou již dnes v praxi ověřovány, kdy lze jednotlivé plevele rozpoznat a lokalizovat jejich polohu. Tímto je možné použít cílený zásah proti plevelům jen v místech skutečného výskytu. Automatické zjišťování zaplevelenosti je v současnosti velmi omezeně použitelné a pro většinu zemědělců zatím nedostupné, rovněž vytváří vysoké nároky na aplikační techniku. Také nejsou dosud ověřeny účinky diferencované dávky na následné zaplevelení v osevním postupu (regenerace plevelů) a celkové ekonomické dopady tohoto systému. Technologické systémy detekce analyzují rostliny a jsou schopny s různou hladinou spolehlivosti odlišit plevel od kulturní rostliny, a dokonce jsou schopny rozlišit plevelné skupiny (trávy / dvouděložné) a některé i jednotlivé druhy. Pro analýzu povrchu se používají bispektrální kamerové systémy využívající infračervený systém (NIR). Kamerový obraz je zpracován v režimech stupně šedi, kdy je vše okolní odstraněno kromě samotného obrysu rostliny, ten je poté srovnáván s databází vzorových plevelů podle tvarových parametrů (rozpětí listů, jejich plocha, poměr šířky a délky a úhlové funkce obvodu rostliny). Pokud dojde ke shodě, systém určí plevelný druh a řídicí jednotka vydá povel pro aplikaci příslušného herbicidu i konkrétní dávky. Nutností tohoto systému je propojení se systémem přímé injektáže, který bude promíchávat herbicidy těsně před vstupem do trysek. Samotná přímá injektáž pak znamená, že v hlavní nádrži postřikovače je pouze čistá voda a koncentráty přípravků jsou ve zvláštních nádobách o malém objemu. Variabilní aplikace pesticidů je zatím používána velmi omezeně, ale lze předpokládat, že vývoj v příštích několika letech postoupí natolik, že i tento systém najde své uplatnění v praktickém použití. Větší zájem lze očekávat u velkých pěstitelů především u nejdůležitějších polních plodin. Tito pěstitelé, kteří na své výměře dokážou vysokou investici rychleji zhodnotit než pěstitelé speciálních plodin, kteří obhospodařují většinou jen malé plochy (Novák a Mašek, 2015).

Před aplikací herbicidů je však nutné zohlednit jejich formulaci, mechanismus účinku, mísitelnost s ostatními pesticidy a způsob aplikace (preemergentně, postemergentně). Mísení je sice vhodné z hlediska úspory nákladů, ale zároveň vysoce náročné na teoretické a praktické zkušenosti, protože velmi často dochází ke změnám biologických, fyzikálních a někdy i chemických vlastností jednotlivých komponent (Mikulka a kol., 1999). Jednotlivé přípravky také vyžadují odlišné nároky na velikost postřikových kapek. Zatímco systémovým herbicidům postačuje velikost 350 μm a dávka vody 200 l/ha, u fungicidního ošetření je zapotřebí docílit většího množství menších kapek v průměru 150 μm , a to až v trojnásobné dávce vody.

Vytvoření optimální postřikové mlhoviny je dáno typem zvolených trysek, aplikačním tlakem a dávkou vody (Creech a kol., 2015). V tomto ohledu dnes usnadňuje pěstitelům práci systém HighTechAirPlus – plynulé nastavení velikosti kapky. Jde o systém tradičního postřiku s regulací množství vzduchu přicházejícího do držáků trysek, kde dochází k promíchání postřikové kapaliny se vzduchem, tím lze docílit požadované velikosti kapky, která bude z trysky vycházet (Hlaváček, 2015).

3.5.2.5.14 Využití fluorescence pro hodnocení biologické účinnosti herbicidů a optimalizaci jejich dávky

Herbicidní účinnost (biologická účinnost na plevely) a fytotoxicita se v současné době nejčastěji hodnotí odhadem. Nevýhodou procentuální odhadové metody je však získání do jisté míry subjektivních výsledků, závislých na hodnotiteli pokusu. Výsledky získané ze stejného pokusu, provedeného na různých lokalitách, které byly vyhodnoceny různými pokusníky, jsou jen těžko vzájemně porovnatelné (Vondra a kol., 2006). Z těchto důvodů (vzhledem k pracnosti a určité subjektivitě dosud používaných metod) by pro hodnocení účinnosti a fytotoxicity herbicidů bylo přínosem ověřit uplatnění objektivních metod, založených například na exaktním měření fluorescence chlorofylu či změn v absorbanci záření. Tyto metody mohou být do budoucna vhodným nástrojem v integrovaném zemědělství, vedoucí k optimalizaci dávek herbicidů a snížení jejich spotřeby (Riethmuller – Haage, 2006). Fluorescence je pouze malou částí sluneční energie (3 – 9 %), která je přeměněna na záření o vlnové délce cca 685 nm a vyzářena zpět do okolí. Zpětnou reabsorbci může být tato emise posunuta až k 740 nm. Obecně platí, že se snižující se fotosyntézou narůstá podíl fluorescenčního záření a naopak. Této skutečnosti se využívá k měření účinnosti a fytotoxicity herbicidů (Smutný a kol., 2011). Metoda založená na měření fluorescence chlorofylu nalézá své uplatnění zejména v rostlinné morfologii a fyziologii. V oblasti rostlinolékařské lze tuto metodu využít k detekci zaplevelení širokořádkových plodin, ale i k diagnostice rezistentních populací plevelů. Tato metoda také umožňuje sledování vlivu aplikační techniky, adjuvantů a podmínek při aplikaci, rychlost příjmu a působení herbicidů v rostlině (Klem, 2006).

Po provedení analýzy plevelné rostliny poškozené herbicidem a získání detailních výsledků biologické účinnosti herbicidu je možné podle míry poškození snížit dávku herbicidu při respektování intenzity zaplevelení a vývojové fázi plevelů (Smutný a kol., 2011). Optimalizované nízké dávky herbicidů přináší kromě snížení nákladů také menší zatížení životního prostředí. Na druhé straně používání nízkých dávek herbicidů může vést ke vzniku

rezistentních populací plevelů, z tohoto důvodu je nutné střídat herbicidy s různým mechanismem účinku (Gardner a kol., 1998).

4 Materiál a metody

V roce 2015 proběhl na Demonstračním a pokusném pozemku FAPPZ na ČZU v Praze-Suchdole maloparcelkový pokus. Cílem pokusu bylo získat nové poznatky o biologické účinnosti a selektivitě vybraných půdních herbicidů (metazachlor a pendimethalin) v porostu kedlubnů. Testované herbicidy byly aplikovány po výsadbě kedlubnů samotné, v TM kombinaci a v kombinaci s půdním adjuvantem Grounded. Testovány byly rovněž různé vláhové režimy po aplikaci herbicidů. Účinnost herbicidů byla ověřována na plevelné druhy: lilek černý, merlík bílý a penízek rolní (Tab. č. 1). Mimo účinnosti byla hodnocena také fytoxicita, výnos nadzemní biomasy a hlíz, hmotnost kořenového systému, obsah glukosinolátů, vitamínu C a reziduí herbicidů v hlízách.

Český název plevelného druhu	Vědecký název plevelného druhu	Bayer kód
Lilek černý	<i>Solanum nigrum</i>	SOLNI
Merlík bílý	<i>Chenopodium album</i>	CHEAL
Penízek rolní	<i>Thlaspi arvense</i>	THLAR

Tab. č. 1 Český název, vědecký název a Bayer kód sledovaných plevelů

4.1 Rostlinný materiál

Porost kedlubnů byl založen z předpěstované sadby, která byla dodána od firmy ReproSam (vypěstováno v SRN). Pro herbicidní pokus byla použita hybridní odrůda Lech (udržovatel – Rijk Zwaan). Lech je poloraná odrůda s vegetační dobou 65 dní a je vhodná pro celoroční pěstování. Doporučený termín výsadby je od začátku dubna do konce srpna při hustotě 90 – 120 tisíc rostlin/ha. Odrůda se vyznačuje sytě tmavou barvou listů, hlízy jsou hladké a smetanově bílé. Je velmi odolná vůči listovým chorobám, praskání a dřevnatění, hlíza vykazuje mimořádnou trvanlivost při skladování. V Německu je tato odrůda registrována i pro ekologické zemědělství.

4.2 Testované herbicidy a adjuvanty

V pokusu byly testovány herbicidy od společnosti BASF a adjuvant na bázi parafínového oleje od firmy Adama. Přehled použitých herbicidů a adjuvantů včetně obsahu účinných látek a formulací přípravků je uveden v Tab. č. 2.

Adjuvant Grounded je určen ke zlepšení vlastností postřikových kapalin, snížení úletu při aplikaci, rovnoměrnému pokrytí ošetřovaného povrchu a zvýšení adsorpce účinné látky půdními částicemi. Snižuje riziko poškození plodiny a zlepšuje biologickou účinnost herbicidů.

PŘÍPRAVEK	FORMULACE PŘÍPRAVKU	OBSAH ÚČINNÉ LÁTKY V PŘÍPRAVKU	VÝROBCE
BUTISAN 400 SC (herbicid)	SC	400 g/l metazachlor	BASF
STOMP 400 SC (herbicid)	SC	400 g/l pendimethalin	BASF
GROUNDDED (adjuvant)	EC	732 g/l parafínový olej	Adama

Tab. č. 2 Obsah účinných látek a formulace testovaných přípravků

4.3 Charakteristika polního pokusu

4.3.1 Podmínky stanoviště

Demonstrační a pokusný pozemek se nachází v lokalitě Praha – Suchdol v nadmořské výšce 285 m n. m. a na zeměpisných souřadnicích 50°7'40.588" severní šířky a 14°22'29.023" východní délky. Půdním typem je zde černozem s obsahem humusu 2,7 %. Obsah živin v půdě je uveden v Tab. č. 3. Z hlediska rajonizace pozemků spadá tato lokalita do řepařské výrobní oblasti.

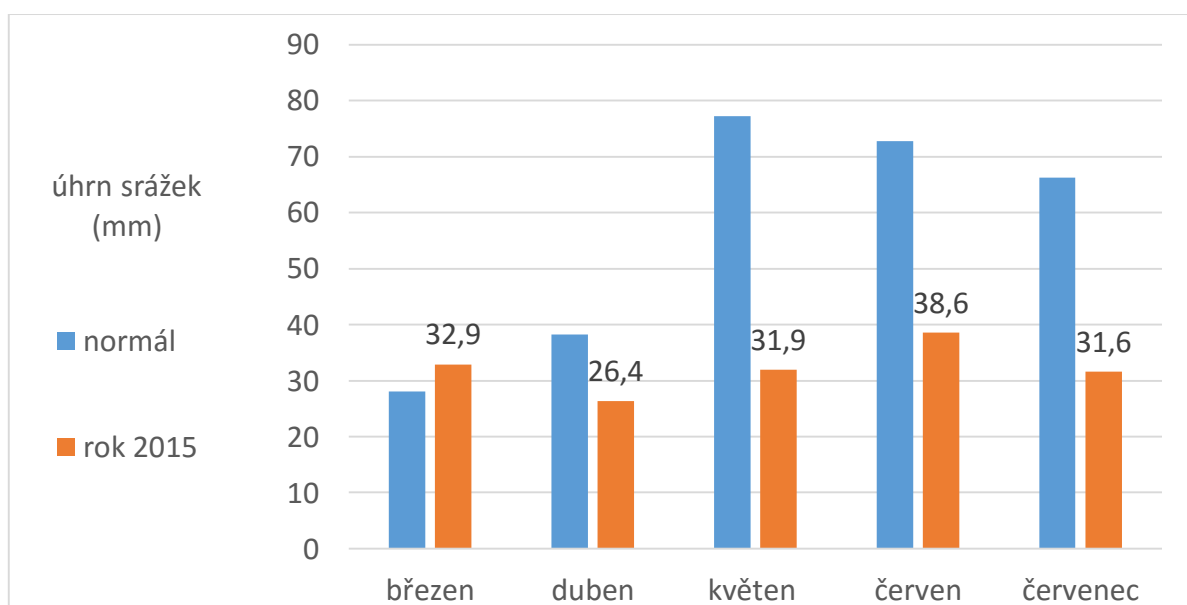
pH půdy	7,5
Obsah jílových částic	19,3 %
Kationtová výměnná kapacita	209 mmol
Obsah draslíku	275 mg/kg
Obsah fosforu	156 mg/kg
Obsah hořčíku	177 mg/kg
Obsah vápníku	7984 mg/kg

Tab. č. 3 Pedologická charakteristika pokusného pozemku

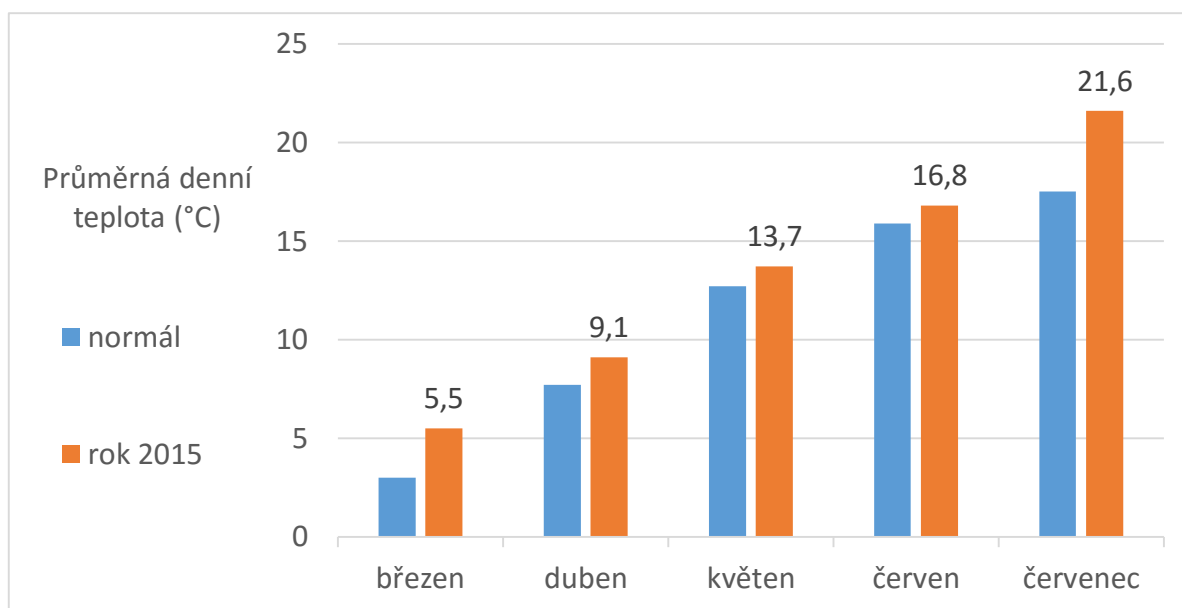
4.3.2 Povětrnostní a klimatická charakteristika

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.

Meteorologické ukazatele charakterizující počasí v průběhu pokusu byly naměřeny na meteorologické stanici České zemědělské univerzity, která je umístěna v areálu Demonstračního a pokusného pozemku. Úhrn srážek v průběhu vegetace je uvedený na Obr. č. 1., průměrné denní teploty jsou uvedené na Obr. č. 2. a jsou srovnávány s dlouhodobým normálem lokality.



Obr. č. 1 Úhrn srážek od 1.3. do 31.7.2015 v porovnání s dlouhodobým normálem (1961-1990)



Obr. č. 2 Průměrné měsíční teploty v období od 1.3. do 31.7.2015 v porovnání s dlouhodobým normálem (1961-1990)

4.3.3 Zpracování půdy a hnojení

Pokusný pozemek byl na podzim roku 2014 zorán do hloubky 25 cm. Na jaře roku 2015 bylo provedeno stržení hrubé brázdy smykem s těžkými branami a pozemek byl vyhnojen minerálním hnojivem NPK 15-15-15 v dávce 300 kg/ha a SA (21 % N + 24 % S) v dávce 300 kg/ha. Příprava půdy k výsadbě byla provedena na hloubku 10 cm vířivými branami. Dva týdny po výsadbě byl porost kedlubnů přihnojen ledkem vápenatým - LV 15 (15% N + 20 % Ca) v dávce 200 kg/ha.

4.3.4 Založení pokusu

Výsadba kedlubnů byla provedena 16. dubna 2015. Velikost parcel byla 1,8 x 1,8 m (3,2 m²). Pro odpovídající strukturu porostu byl zvolen spon výsadby 30 x 30 cm (112 500 rostlin/ha). V pokusu byly testovány dva herbicidní přípravky a jeden adjuvant, které byly v různých kombinacích a vláhových režimech začleněny do 12 variant. Testované kombinace herbicidů a adjuvantu, jejich dávky, dávky závlahové vody a termín aplikace jsou uvedeny v Tab. č. 4. Každá varianta pokusu byla založena ve třech opakováních. Uspořádání pokusů bylo ve zcela znáhodněných blocích a je schematicky znázorněno v Tab. č. 5.

Varianta	Přípravek a dávka v l/ha	Účinná látka	Dávka závlahové vody po aplikaci herbicidu (mm)
PK-0	Plečkovaná kontrola	-	15
PK-1	Plečkovaná kontrola	-	65
NK-0	Neošetřená kontrola	-	15
NK-1	Neošetřená kontrola	-	65
1-0	Butisan 400 SC (2,00 l/ha)	metazachlor	15
1-1	Butisan 400 SC (2,00 l/ha)	metazachlor	65
2-0	Stomp 400 SC (3,00 l/ha)	pendimethalin	15
2-1	Stomp 400 SC (3,00 l/ha)	pendimethalin	65
3-0	Butisan 400 SC (2,00 l/ha) + Stomp 400 SC (3,00 l/ha)	metazachlor + pendimethalin	15
3-1	Butisan 400 SC (2,00 l/ha) + Stomp 400 SC (3,00 l/ha)	metazachlor + pendimethalin	65
4-0	Butisan 400 SC (2,00 l/ha) + Grounded (0,40 l/ha)	metazachlor + parafinový olej	15
4-1	Butisan 400 SC (2,00 l/ha) + Grounded (0,40 l/ha)	metazachlor + parafinový olej	65
5-0	Stomp 400 SC (3,00 l/ha) + Grounded (0,40 l/ha)	pendimethalin + parafinový olej	15
5-1	Stomp 400 SC (3,00 l/ha) + Grounded (0,40 l/ha)	pendimethalin + parafinový olej	65
6-0	Butisan 400 SC (2,00 l/ha) + Stomp 400 SC (3,00 l/ha) + Grounded (0,40 l/ha)	metazachlor + pendimethalin + parafinový olej	15
6-1	Butisan 400 SC (2,00 l/ha) + Stomp 400 SC (3,00 l/ha) + Grounded (0,40 l/ha)	metazachlor + pendimethalin + parafinový olej	65

Tab. č. 4 Popis testovaných variant (účinné látky, jejich kombinace a dávka závlahy)

1-1	2-1	6-1	NK-1	5-1	PK-1	3-1	4-1
1-0	2-0	6-0	NK-0	5-0	PK-0	3-0	4-0
4-1	3-1	PK-1	5-1	1-1	6-1	NK-1	2-1
4-0	3-0	PK-0	5-0	1-0	6-0	NK-0	2-0
PK-1	NK-1	1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1
PK-0	NK-0	1-0	2-0	3-0	4-0	5-0	6-0

Tab. č. 5 Uspořádání pokusu

4.3.5 Aplikace herbicidů

Aplikace herbicidů proběhla v jednom termínu. Všechny varianty byly ošetřeny 5 dní po výsadbě, tedy 21. dubna 2015. Dávka aplikační jichy byla 300 l/ha a aplikační tlak 0,3 MPa. Počasí při aplikaci a růstová fáze plevelů a plodiny jsou uvedeny v Tab. č. 6. Herbicidy byly aplikovány maloparcelkovým trakařovým postřikovačem Schachtner osazeným tryskami Lurmark 015 F110 (Obr. č. 3).



Obr. č. 3 Maloparcelkový postřikovač Schachtner

Počasí při aplikaci				BBCH plodiny	BBCH plevelů
Oblačnost (%)	Teplota (°C)	vlhkost půdy	rychlost a směr větru		
50	15	m. vlhká	SZ 1,5 m/s	14	00 – 10

Tab. č. 6 Počasí, vývojová fáze plevelů a plodiny při aplikaci

4.3.6 Simulace intenzivního zavlažování a doplňková zálaha

Simulace intenzivních srážek byla provedena ve dvou termínech. V prvním termínu dne 22. dubna 2015, tedy následující den po aplikaci herbicidů, byla nejdříve provedena mírná zálaha celého pokusu postříkem v dávce 5 mm (fyziologická potřeba rostlin na nezavlažovaných variantách), následně bylo na zavlažované varianty aplikováno dalších 20 mm srážek pomocí zavlažovacího rámu o rozměrech 2 x 2 m (Obr. č. 4). Ve druhém termínu 30. dubna 2015 bylo na zavlažované varianty aplikováno dalších 30 mm srážek, cílem těchto jednorázově vysokých dávek bylo zapravení herbicidu do půdy. Dne 4. června 2015 byla provedena zálaha celého pokusu postříkem v dávce 10 mm srážek pro tvorbu výnosu.



Obr. č. 4 Zavlažovací rám (2 x 2 m)

4.3.7 Ošetřování porostu během vegetace

Na pokusných plečkových parcelách byla dne 4. května 2015 provedena mechanická likvidace plevelů. Dne 12. května 2015 byl v porostu kedlubnů zaznamenán nadměrný výskyt dřepčíka polního (*Phyllotreta undulata*) a bylo proti němu provedeno insekticidní ošetření přípravkem Nurelle D (chlorpyrifos, cypermethrin) v registrované dávce 0,6 l/ha.

4.3.8 Metodika hodnocení

Účinnost herbicidů byla hodnocena procentuální odhadovou metodou (0 % - bez poškození, 100 % bez výskytu plevelů, nebo plevele zcela odumřelé). Hodnocení bylo provedeno na zavlažovaných i nezavlažovaných variantách při vývojové fázi kedlubnů BBCH 18 (8 pravých listů). Hustota zaplevelení a vývojová fáze plevelů v době hodnocení jsou uvedeny v Tab. č. 7. Hodnocení proběhlo dne 12. května 2015, tedy 3 týdny po aplikaci herbicidů.

plevel	THLAR	CHEAL	SOLNI
BBCH	35	23	13
A (ks/m ²)	20	20	8
B (ks/m ²)	12	12	12
C (ks/m ²)	8	24	12

Tab. č. 7 Hustota zaplevelení a vývojová fáze plevelů v době hodnocení účinnosti (12.5.2015)

Fytotoxicita byla rovněž hodnocena procentuální odhadovou metodou 3 týdny po aplikaci herbicidů. Hodnocena byla míra poškození kedlubnů herbicidy. Během vegetace byl také sledován přírůstek nadzemní biomasy v závislosti na termínu sklizně. Přírůstek byl zjišťován metodou měření průměrné hmotnosti celé nadzemní části jedné rostliny kedlubnů v čerstvém stavu. Odběry rostlin byly prováděny po 3 kusech od 20. května do 17. června 2015 ve dvoutýdenních intervalech, od 4. června 2015 byl hodnocen také přírůstek hmotnosti samotných hlíz. Dále byla fytotoxicita hodnocena po sklizni porovnáním hmotnosti kořenového

systemu jednotlivých variant. Z každé parcely byly po sklizni dne 11. června 2015 odebrány 3 kusy kořenů. Hmotnost byla zjišťována pomocí digitální váhy s přesností 0,001 g.

Vliv herbicidů na výnos hlíz byl hodnocen při sklizni. V pokusu byly hodnoceny pouze rostliny z prostřední oblasti parcely, aby byl vyloučen okrajový efekt. Z každé parcely byly odebrány 4 kusy rostlin. Výnos kedlubnů byl zjišťován metodou měření průměrné hmotnosti jedné hlízy vyjádřené v gramech. Hodnocení výnosu bylo provedeno 11. června 2015.

Jedním z nejdůležitějších aspektů úspěšnosti pěstování kedlubnů je ranost sklizně a vyrovnanost jedinců. Některé varianty vykazovaly v důsledku herbicidního stresu opožděný vývoj, proto bylo nutné provést druhé, pozdější hodnocení výnosu dne 17. června 2015 a posoudit, zda za uplynulý týden došlo k dorovnání naměřených rozdílů mezi jednotlivými variantami.

Kvalita produkce byla hodnocena po sklizni v akreditované laboratoři Vysoké školy chemicko-technologické v Praze, kde byly vzorky homogenizovány a zmraženy pro lepší uchování a následně analyzovány. Jako ukazatele kvality produkce byly stanoveny obsahy vitamínu C, glukosinolátů a obsah reziduí aplikovaných herbicidů.

Pro stanovení obsahu vitamínu C byla použita metoda upravená pro analyzovanou matici (kedlubny). Navážka asi 10 g vzorků byla zalita 60 ml 3% roztokem kyseliny metafosforečné a homogenizována v mixeru. Homogenát byl filtrován přes Büchnerovu nálevku (filtr č. 389), filtrát byl kvantitativně převeden do 100 ml odměrné baňky a doplněn po rysku 3% roztokem kyseliny metafosforečné, extrakt byl přefiltrován přes membránový filtr (5 µm) do vialky. Vlastní stanovení obsahu vitamínu C pak bylo prováděno pomocí kapalinové chromatografie.

Pro stanovení glukosinolátů bylo naváženo množství asi 20 g vzorku, které se odebírá z co nejméně porušených částí (nejlépe jedním řezem, aby došlo k co nejmenšímu poškození pletiva). Vzorek byl ihned zalit 70-80 ml 70% roztokem metanolu a homogenizován v mixéru. Homogenát se filtroval přes Büchnerovu nálevku (filtr č. 390), filtrát se kvantitativně převedl do 200 ml odměrné baňky a doplnil po rysku 70% roztokem metanolu. Extrakt se přefiltroval přes membránový filtr (0,45 µm) do vialky. Analytickou koncovku tvoří hmotnostní spektrometr typu Orbitrap: Exactive™ (ThermoFisherScientific, Bremen, Německo)

Pro stanovení obsahu reziduí herbicidů byla použita extrakční metoda QuEChERS (**Q**uick, **E**asy, **C**heap, **E**ffective, **R**ugged, and **S**afe), která je určena pro vzorky s vysokým

obsahem vody. Po extrakci byly vzorky analyzovány v kapalinovém chromatografu s hmotnostním spektrometrem.

4.3.9 Statistické zpracování výsledků

Za účelem statistického vyhodnocení dat byl použit počítačový software STATISTICA 12. Data byla vyhodnocena analýzou rozptylu (ANOVA) a Tukeyova HSD testem. Na základě získaných hodnot byla vyhodnocována statistická významnost mezi středními hodnotami sledovaných znaků u jednotlivých variant.

5 Výsledky

5.1 Hodnocení účinnosti

5.1.1 Penízek rolní

Nejvyšší účinnost 99 % na penízek rolní vykazala TM (tank mix) kombinace Butisan 400 SC + Stomp 400 SC + Grounded po závlaze 65 mm. Nejnižší účinnost (33,3 %) byla zjištěna u samostatně aplikovaného herbicidu Butisan 400 SC se závlahou 15 mm. Varianty, kde byl použit pouze herbicid Butisan 400 SC, vykazaly průkazně nižší účinnost oproti variantám, kde byl použit herbicid Stomp 400 SC. Vyšší intenzita závlahy (65 mm) a adjuvant Grounded zvyšovaly účinnost herbicidu Butisan 400 SC, přesto byla účinnost tohoto herbicidu na všech variantách nedostatečná (pod 60 %) a rozdíly mezi variantami byly neprůkazné ($p = 0,05$) (Tab. č. 8).

Varianta	Účinnost na penízek rolní (%)
Butisan + závlaha 15 mm	33,3 a
Butisan + závlaha 65 mm	36,7 a
Butisan + Grounded + závlaha 15 mm	43,3 a
Butisan + Grounded + závlaha 65 mm	50 a
Stomp + závlaha 15 mm	93,3 b
Stomp + závlaha 65 mm	95 b
Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	91,7 b
Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	97 b
Butisan + Stomp + závlaha 15 mm	96,7 b
Butisan + Stomp + závlaha 65 mm	97,3 b
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	96,7 b
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	99 b
F-Ratio	28,864
P-Value	0,0000

Tab. č. 8 Účinnost herbicidů na penízek rolní (písmena za čísly představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

5.1.2 Merlík bílý

Merlík bílý nejlépe potlačovala TM kombinace Butisan 400 SC + Stomp 400 SC + Grounded a Stomp 400 SC + Grounded. V případě, že byly tyto varianty intenzivně zvláženy

(65 mm), byla jejich účinnost 100 %. Vysoká účinnost (nad 94 %) byla zaznamenána u všech variant, kde byl použit herbicid Stomp 400 SC. Rozdíly mezi variantami s adjuvancí Grounded a bez adjuvancí nebyly statisticky průkazné. Oproti tomu varianty s odlišným vláhovým režimem vykázaly zvyšující se trend účinnosti při vyšší dávce závlahy (65mm). Účinnost varianty Butisan 400 SC + Grounded zavlažené 15 mm (81,7 %) byla průkazně nižší než účinnost stejné varianty zavlažené 65 mm (94,3 %). Nejnižší účinnost (88,3 %) byla zaznamenána po samostatné aplikaci herbicidu Butisan 400 SC v obou vláhových režimech (Tab. č. 9).

Varianta	Účinnost na merlík bílý (%)
Butisan + závlaha 15 mm	88,3 ab
Butisan + závlaha 65 mm	88,3 ab
Butisan + Grounded + závlaha 15 mm	81,7 a
Butisan + Grounded + závlaha 65 mm	94,3 bc
Stomp + závlaha 15 mm	97,7 bc
Stomp + závlaha 65 mm	98,7 bc
Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	94 bc
Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	100 c
Butisan + Stomp + závlaha 15 mm	99,3 c
Butisan + Stomp + závlaha 65 mm	99,7 c
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	99,0 bc
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	100 c
F-Ratio	8,202
P-Value	0,00001

Tab. č. 9 Účinnost herbicidů na merlík bílý (písmena za čísly představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

5.1.3 Lilek černý

Nejvyšší účinnost 100 % na lilek černý byla zjištěna u všech variant s herbicidem Butisan 400 SC, a to jak v sólo aplikaci, tak v TM kombinaci s herbicidem Stomp 400 SC, s adjuvancí i bez adjuvancí a v obou testovaných vláhových režimech. Nejnižší účinnost (90 %) vykazovala varianta Stomp + Grounded zavlažena pouze 15 mm. U variant Stomp 400 SC

a Stomp 400 SC + Grounded, obě zavlažené 65 mm, byl zaznamenán stoupající trend účinnosti oproti variantám se závlahou 15 mm (Tab. č. 9).

Varianta	Účinnost na lilek černý (%)
Butisan + závlaha 15 mm	100 c
Butisan + závlaha 65 mm	100 c
Butisan + Grounded + závlaha 15 mm	100 c
Butisan + Grounded + závlaha 65 mm	100 c
Stomp + závlaha 15 mm	94,3 ab
Stomp + závlaha 65 mm	96,7 bc
Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	90 a
Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	95 abc
Butisan + Stomp + závlaha 15 mm	100 c
Butisan + Stomp + závlaha 65 mm	100 c
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	100 c
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	100 c
F-Ratio	9,0104
P-Value	0,0000

Tab. č. 9 Účinnost herbicidů na lilek černý (písmena za čísla představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

5.1.4 Porovnání účinnosti herbicidů v závislosti na použití adjuvantu a vláhovém režimu

Pro toto hodnocení byla použita vícefaktorová analýza rozptylu. Nejvyšší účinnost na hodnocené plevle byla zjištěna u varianty TM kombinace Butisan 400 SC + Stomp 400 SC. Statisticky průkazný rozdíl v účinnosti byl zaznamenán mezi oběma testovanými herbicidy u penízku rolního a merlíku bílého. Průměrná účinnost herbicidu Butisan 400 SC na penízek rolní byla (33,3 %) a na merlík bílý (88,3 %), oproti účinnosti 91,7 %, resp. 97,7 % herbicidu Stomp 400 SC. Herbicidy aplikované bez adjuvantu vykazaly neprůkazně vyšší účinnost na všechny hodnocené plevle oproti kombinaci s adjuvantem Grounded. Neprůkazně vyšší herbicidní účinnost na všechny sledované plevle byla zaznamenána na intenzivně zavlažovaných variantách (65 mm). Podrobné informace jsou uvedeny v Tab. č. 10.

Hodnocení účinnosti (%)			
	penízek rolní	merlík bílý	lilek černý
	vliv herbicidu		
Butisan	33,3 a	88,3 a	100 b
Stomp	91,7 b	97,7 b	94,3 b
Butisan + Stomp	96,7 b	99,3 b	100 b
F-Ratio	44,633	31,633	5,898
P-Value	0,00025	0,00065	0,03833
	vliv závlahy		
závlaha 15 mm	74,4 a	95,1 a	98,1 a
závlaha 65 mm	76,3 a	95,6 a	98,9 a
F-Ratio	0,1637	0,2422	0,35189
P-Value	0,89978	0,87826	0,56134
	vliv adjuvantu		
bez adjuvantu	74,4 a	95,1 a	98,1 a
Grounded	77,2 a	91,6 a	96,7 a
F-Ratio	0,0408	1,0695	0,50599
P-Value	0,84247	0,31645	0,48712

Tab. č. 10 Hodnocení herbicidní účinnosti na sledované plevele v závislosti na použitém herbicidu, použití adjuvantu a vláhovém režimu (písmena za čísly představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

5.1.5 Hodnocení selektivity

Kedlubny byly nejvíce poškozeny TM kombinací Butisan 400 SC + Stomp 400 SC + Grounded. Fytotoxicita 61,7 % byla u této varianty zaznamenána na parcelách zavlažených 65 mm vody, přičemž mezi variantami s různým vláhovým režimem byl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl. Varianta ošetřena stejnou TM kombinací se závlahou 15 mm vykázala fytotoxicitu (50 %). Průkazně vyšší fytotoxicitu způsobilo přidání adjuvantu Grounded do výše uvedené TM kombinace Butisan 400 SC + Stomp 400 SC, což se projevilo v obou testovaných vláhových režimech.

Varianty s herbicidem Stomp 400 SC se projeví průkazně vyšší fytotoxicitou oproti variantám ošetřeným pouze herbicidem Butisan 400 SC. Intenzivně zavlažené parcely ošetřené herbicidem Butisan 400 SC s adjuvantem Grounded vykázaly nižší projev fytotoxicity oproti parcelám bez adjuvantu Grounded. Nejnižší herbicidní poškození (6,7 %) bylo zaznamenáno

na parcelách s nižší intenzitou závlahy ošetřených herbicidem Butisan 400 SC a Butisan 400 SC + Grounded (Tab. č. 11).

Varianta	Fytotoxicita (%)
Butisan + závlaha 15 mm	6,7 a
Butisan + závlaha 65 mm	18,3 bc
Butisan + Grounded + závlaha 15 mm	6,7 a
Butisan + Grounded + závlaha 65 mm	13,3 ab
Stomp + závlaha 15 mm	31,7 de
Stomp + závlaha 65 mm	33,3 de
Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	30 de
Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	36,7 de
Butisan + Stomp + závlaha 15 mm	26,7 cd
Butisan + Stomp + závlaha 65 mm	38,3 e
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	50 f
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	61,7 g
F-Ratio	54,281
P-Value	0,0000

Tab. č. 11 Hodnocení selektivity herbicidních kombinací v různých vláhových režimech (písmena za čísly představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

5.1.6 Porovnání selektivity herbicidů v závislosti na použití adjuvantu a vláhovém režimu

Nejnižší fytotoxicita (6,7 %) byla zjištěna po aplikaci herbicidu Butisan 400 SC. Průkazně vyšší fytotoxicita (31,7 %) byla zaznamenána u TM kombinace Butisan 400 SC + Stomp 400 SC. Herbicidy aplikované bez adjuvantu vykázaly neprůkazně nižší fytotoxicitu oproti kombinaci s adjuvantem Grounded. Neprůkazně vyšší fytotoxicita (30 %) byla zaznamenána na parcelách s intenzivní závlahou, oproti parcelám zavlažovaných méně intenzivně (22 %) (Tab. č. 12).

Hodnocení fytotoxicity (%)	
	vliv herbicidu
Butisan	6,7 a
Stomp	26,7 b
Butisan + Stomp	31,7 b
F-Ratio	21
P-Value	0,00195
	vliv závlahy
závlaha 15 mm	21,7 a
závlaha 65 mm	30,0 a
F-Ratio	2,5641
P-Value	0,12887
	vliv adjuvantu
bez adjuvantu	21,7 a
Grounded	28,9 a
F-Ratio	0,92985
P-Value	0,34925

Tab. č. 12 Porovnání selektivity herbicidních kombinací v různých vláhových režimech (písmena za čísla představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

5.1.7 Hodnocení přírůstku nadzemní biomasy kedlubnů

Varianty, které byly nejvíce poškozené herbicidy, vykázaly velmi nízké výnosy nadzemní biomasy při prvním hodnocení (30 dní po aplikaci herbicidů). Nejnižší hmotnost nadzemní biomasy kedlubnů byla zjištěna na parcelách ošetřených TM kombinací Butisan 400 SC + Stomp 400 SC s adjuvantem Grounded v obou testovaných vláhových režimech. Varianty s herbicidem Stomp 400 SC celkově vykázaly nízké výnosy nadzemní biomasy, naopak parcely ošetřené herbicidem Butisan 400 SC vykázaly výnosy nadzemní biomasy na úrovni plečkové kontroly. Podobné výsledky byly zaznamenávány také v dalších hodnoceních, i když se rozdíly mezi variantami v průběhu pokusu snižovaly. Při posledním hodnocení (30 dní po prvním hodnocení) došlo k dorovnání výnosových rozdílů mezi variantami (Tab. č. 13).

Varianta	Hmotnost nadzemní biomasy kedlubnů (g)		
	20. května	4. června	17. června
Plečkovaná kontrola + závlaha 15 mm	75,7 f	342,2 c	623,3 cd
Plečkovaná kontrola + závlaha 65 mm	68,1 cdef	306,6 bc	693,5 d
Neošetřená kontrola + závlaha 15 mm	58,7 abcdef	244,2 abc	497,3 abc
Neošetřená kontrola + závlaha 65 mm	66,0 bcdef	258,9 abc	505,2 abc
Butisan + závlaha 15 mm	72,3 ef	291,3 bc	537,3 abc
Butisan + závlaha 65 mm	68,7 def	281,7 abc	507,3 abc
Butisan + Grounded + závlaha 15 mm	71,7 ef	356,2 c	627,9 cd
Butisan + Grounded + závlaha 65 mm	57,4 abcdef	259,7 abc	590,3 abcd
Stomp + závlaha 15 mm	40,9 abcdef	247,6 abc	578,8 abcd
Stomp + závlaha 65 mm	37,0 abcde	250,3 abc	464,7 ab
Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	32,1 abcd	176,0 ab	516,5 abc
Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	33,0 abcd	176,6 ab	457,9 a
Butisan + Stomp + závlaha 15 mm	34,1 abcd	222,0 abc	605,5 bcd
Butisan + Stomp + závlaha 65 mm	30,2 ab	189,7 ab	471,0 ab
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	31,9 abc	197,9 ab	538,4 abc
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	25,7 a	146,4 a	489,5 abc
F-Ratio	7,00710	5,2190	6,2175
P-Value	0,0000	0,0000	0,0000

Tab. č. 13 Hmotnost nadzemní biomasy kedlubnů v průběhu vegetace (písmena za čísla představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

5.1.8 Hodnocení hmotnosti kořenového systému

Nejvyšší hmotnost kořenového systému (19,9 g) měly rostliny vyrostlé na neošetřené kontrole při vysoké intenzitě závlahy (65 mm). Plečkované rostliny v obou vláhových režimech měly rovněž vysokou hmotnost kořenů. Herbicid Stomp 400 SC (závlaha 65 mm) působil velmi negativně na vývoj kořenů kedlubnů, přičemž hmotnost kořene byla 8,7 g/rostlinu. Mezi variantami byly zaznamenány statisticky významné rozdíly (Tab. č. 14). Nižší hmotnosti kořenů byly na parcelách intenzivně zavlažovaných (65 mm), rozdíly mezi variantami s odlišnou intenzitou závlahy však nebyly statisticky průkazné.

Varianta	Hmotnost kořene (g)
Plečkovaná kontrola + závlaha 15 mm	19,7 bc
Plečkovaná kontrola + závlaha 65 mm	19,6 bc
Neošetřená kontrola + závlaha 15 mm	12,6 abc
Neošetřená kontrola + závlaha 65 mm	19,9 c
Butisan + závlaha 15 mm	16,0 abc
Butisan + závlaha 65 mm	12,4 ab
Butisan + Grounded + závlaha 15 mm	14,9 abc
Butisan + Grounded + závlaha 65 mm	12,0 a
Stomp + závlaha 15 mm	14,4 abc
Stomp + závlaha 65 mm	8,7 a
Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	12,9 abc
Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	10,3 a
Butisan + Stomp + závlaha 15 mm	11,4 a
Butisan + Stomp + závlaha 65 mm	13,9 abc
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	11,8 a
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	11,7 a
F-Ratio	5,6741
P-Value	0,00002

Tab. č. 14 Hmotnost kořenového systému kedlubnů (písmena za čísla představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

5.1.9 Hodnocení výnosu kedlubnů

V hlavním sklizňovém termínu (11. června 2015) byla zjištěna nejvyšší hmotnost hlíz (345,75 g) na plečkované kontrole s intenzivní závlahou (65 mm), naopak nejnižší hmotnost (157 g/hlíza) vykázaly rostliny ošetřené TM kombinací Butisan 400 SC + Stomp 400 SC + Grounded zavlažené 65 mm vody. Rozdíly mezi variantami byly statisticky průkazné (Tab. č. 15). Z testovaných herbicidních variant poskytla nejvyšší hmotnost hlíz (300 g) varianta Butisan 400 SC + Stomp 400 SC + Grounded při závlaze 15 mm, s průkazným rozdílem oproti variantě zavlažené 65 mm. Samostatně aplikovaný herbicid Stomp 400 SC vykázal v obou vláhových režimech vyšší hmotnost hlíz oproti jeho kombinaci s adjuvatem Grounded, rozdíly však nebyly statisticky průkazné (Tab. č. 15).

Varianty s hmotností hlíz pod 200 g bylo nutné nechat dorůst a provést dodatečné hodnocení o týden později. Hlízy kedlubnů s takto nízkou hmotností nelze tržně zhodnotit jako I. jakost (respektive jsou neprodejné).

Dodatečné hodnocení 17. června 2015 prokázalo u všech variant tržní hmotnost hlíz nad 200 g. Nejvyšší hmotnost poskytla plečkováná kontrola při závlaze 65 mm (451,75 g), průkazně nižší hmotnost 273,75 g byla zjištěna u varianty Stomp 400 SC + Grounded + závlaha 65 mm. Průkazně nižší hmotnost hlíz oproti plečkové kontrole byla zaznamenána u variant ošetřených herbicidem Stomp 400 SC, které byly intenzivně zavlažovány, avšak parcely s nižší intenzitou závlahy poskytly hlízy s vyšší hmotností. Rozdíly ve výnosech mezi vláhovými režimy nebyly statisticky průkazné. Podrobnosti jsou uvedeny v Tab. č. 15.

Varianta	Hmotnost hlízy (g)	
	Hlavní hodnocení (11. června)	Dodatečné hodnocení (17. června)
Plečkováná kontrola + závlaha 15 mm	345,75 d	386,25 abc
Plečkováná kontrola + závlaha 65 mm	340,75 d	451,75 c
Neošetřená kontrola + závlaha 15 mm	217,0 abc	336,25 ab
Neošetřená kontrola + závlaha 65 mm	248,75 abcd	373,25 abc
Butisan + závlaha 15 mm	275,5 bcd	348,0 abc
Butisan + závlaha 65 mm	217,25 abc	356,25 abc
Butisan + Grounded + závlaha 15 mm	221,75 abc	384,75 abc
Butisan + Grounded + závlaha 65 mm	233,25 abcd	375,75 abc
Stomp + závlaha 15 mm	242,0 abcd	383,75 abc
Stomp + závlaha 65 mm	244,75 abcd	283,25 ab
Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	210,0 abc	328,5 ab
Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	172,0 ab	273,75 a
Butisan + Stomp + závlaha 15 mm	255,5 abcd	396,0 bc
Butisan + Stomp + závlaha 65 mm	176,75 ab	296,25 ab
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	300,0 cd	352,25 abc
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	157,0 a	307,25 ab
F-Ratio	5,8223	4,6944
P-Value	0,0000	0,0001

Tab. č. 15 Výnos hlíz kedlubnů ve dvou sklizňových termínech (písmena za čísly představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

5.1.10 Hodnocení kvality kedlubnů

5.1.10.1 Obsah reziduí herbicidů v hlíze kedlubnů

Při hodnocení kvality kedlubnů byla zjištěna rezidua herbicidů pouze na variantách ošetřených herbicidem Stomp 400 SC. Množství reziduí pendimethalinu se pohybovalo v rozmezí 0,0031 až 0,0055 mg/kg) přičemž rozdíly mezi variantami byly statisticky neprůkazné (Tab. č. 16). Rezidua účinné látky metazachlor (Butisan 400 SC) nebyla ve vzorcích detekována. Směrnice Evropské unie udávají hranici 0,3 mg/kg jako maximální limit reziduí v kedlubnech pro účinnou látku metazachlor a 0,05 mg/kg pro pendimethalin. Z výsledků je patrné, že naměřené obsahy reziduí jsou na úrovni 5-10 % hranice maximálního limitu reziduí (MRL).

Varianta	obsah reziduí (mg/kg)	
	metazachlor (Butisan)	pendimethalin (Stomp)
Butisan + závlaha 15 mm	<LOQ	<LOQ
Butisan + závlaha 65 mm	<LOQ	<LOQ
Butisan + Grounded + závlaha 15 mm	<LOQ	<LOQ
Butisan + Grounded + závlaha 65 mm	<LOQ	<LOQ
Stomp + závlaha 15 mm	<LOQ	0,0055 a
Stomp + závlaha 65 mm	<LOQ	0,0031 a
Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	<LOQ	0,0048 a
Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	<LOQ	0,0032 a
Butisan + Stomp + závlaha 15 mm	<LOQ	0,0035 a
Butisan + Stomp + závlaha 65 mm	<LOQ	0,0040 a
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 15 mm	<LOQ	0,0032 a
Butisan + Stomp + Grounded + závlaha 65 mm	<LOQ	0,0032 a
F-Ratio	-	1,6551
P-Value	-	0,19085

Tab. č. 16 Obsah reziduí herbicidů v kedlubnech (písmena za čísly představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$). Zkratka <LOQ udává hodnoty pod mezí detekce analytického přístroje

5.1.10.2 Obsah vitamínu C v hlíze kedlubně

Nejvyšší obsah vitamínu C (554,3 mg/kg) byl zjištěn u varianty Butisan 400 SC + Stomp 400 SC + závlaha 15 mm, nejnižší obsah 496,7 mg/kg vykazala plečková kontrola + závlaha 15 mm, rozdíly mezi variantami však nebyly statisticky průkazné (Tab. č. 17).

Varianta	Obsah vitamínu C (mg/kg)
Plečková kontrola + závlaha 15 mm	496,7 a
Neošetřená kontrola + závlaha 15 mm	528,3 a
Butisan + Stomp + závlaha 15 mm	554,3 a
F-Ratio	0,55446
P-Value	0,60123

Tab. č. 17 Obsah vitamínu C v kedlubnech (písmena za čísla představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

5.1.10.3 Obsah glukosinolátů v hlízách kedlubně

Nejvyšší obsah glukosinolátů (24,9 mg/kg) byl zaznamenán u varianty Butisan + Stomp + závlaha 15 mm, naopak nejnižší obsah 20,2 mg/kg vykazala plečková kontrola + závlaha 15 mm. Mezi variantami nebyl shledán statisticky významný rozdíl. (Tab. č. 18).

Varianta	Obsah glukosinolátů (mg/kg)
Plečková kontrola + závlaha 15 mm	20,2 a
Neošetřená kontrola + závlaha 15 mm	21,9 a
Butisan + Stomp + závlaha 15 mm	24,9 a
F-Ratio	0,61698
P-Value	0,57059

Tab. č. 17 Obsah glukosinolátů v kedlubnech (písmena za čísla představují homogenní skupiny pro $\alpha = 0,05$)

6 Diskuze

Na pokusných parcelách byl dominantním plevelem penízek rolní. Tento plevel byl nedostatečně potlačován herbicidem obsahující účinnou látku metazachlor (Butisan 400 SC), zejména na parcelách s nižší intenzitou závlahy. Potvrdila se velmi silná konkurenční schopnost tohoto plevelu vůči zelenině, přičemž v konečném důsledku způsoboval tento plevel problémy při sklizni. Podle Jursíka a Soukupa (2006) je proto nutné brukvovité plevely regulovat již v předplodině. Účinná látka pendimethalin (Stomp 400 SC) regulovala penízek rolní průkazně lépe než metazachlor (Butisan 400 SC). Velmi vysokou účinnost (95 – 99 %) na penízek rolní vykazala TM kombinace účinných látek metazachlor + pendimethalin s adjuvancem Grounded na intenzivně zavlažovaných parcelách, avšak tato kombinace způsobila nejvyšší poškození kedlubnů, což v konečném důsledku vedlo k prodloužení termínu sklizně o týden, což je při pěstování rané zeleniny významný problém, podobně jako pro zajištění kontinuity produkce a zajištění včasných dodávek odběratelům. Toto zjištění tedy poukazuje na přístup k regulaci plevelů, kterým lze omezit výskyt jednotlivých druhů různými agrotechnickými opatřeními, přičemž není vhodné se spoléhat pouze na přímé metody ochrany.

Vzhledem k časnému založení porostu a krátké vegetační době kedlubnů se pozdní jarní plevely v pokusu neprojeví tak škodlivě, jako tomu bývá u pozdního zelí nebo kapusty (Holm a kol., 1991). Merlík bílý je podle Mikulky (2014) nejrozšířenějším plevelem na orné půdě v ČR a v půdě tvoří přes 50 % zásoby semen. V našem pokusu na merlík bílý nejlépe účinkovaly varianty s herbicidem Stomp 400 SC. Velmi vysokou účinnost vykazaly TM kombinace Butisan 400 SC + Stomp 400 SC (99 – 100 %), varianty se samostatně aplikovaným herbicidem Butisan 400 SC vykazaly průkazně nižší účinnost (pod 90 %), přičemž rostliny merlíku bílého byly herbicidem dostatečně poškozeny a výrazně kedlubnům nekonkurovaly.

Lilek černý byl nejlépe potlačen TM kombinacemi s herbicidem Butisan 400 SC, kde bylo dosaženo 100% účinnosti. Průkazně nižší účinnost (90 %), byla zjištěna u varianty Stomp 400 SC + Grounded při závlaze 15 mm vody, rostliny lilku černého však byly dostatečně regulovány.

Adjuvant Grounded neprůkazně zvýšil účinnost herbicidu Butisan 400 SC pouze na penízek rolní. Názor Greena a Greena (1993), že půdní adjuvanty zvyšují účinnost herbicidů, se v našem pokusu nepotvrdil.

Používání adjuvantů s sebou nese i rizika a negativní dopady na následné plodiny a půdu, jak uvádějí Kucharski a Sadowski (2011), kteří zkoumali chování účinné látky metazachlor v půdě. Metazachlor byl aplikován samostatně, dále pak ve směsi s adjuvancem na bázi parafinového

oleje. V době sklizně v půdních vzorcích odebraných z pozemků, kde byl metazachlor použit samostatně, činil obsah reziduí v půdě 0,0072 mg/kg. Na variantách, kde byl metazachlor použit s adjuvantem, došlo ke zvýšení obsahu reziduí metazachloru v půdě na hodnotu 0,0082 – 0,0108 mg/kg. Poločas rozpadu metazachloru byl na této variantě o 16 dní delší oproti variantě, kdy byl herbicid aplikován samostatně. Adjuvanty však snížily vertikální pohyb herbicidu v půdě, což je na půdách s vyšší hladinou podpovrchové vody pozitivní. Podle Bacmaga a kol. (2014) metazachlor negativně působí na biologickou aktivitu půdy, neboť omezuje množení půdních mikroorganismů, což je jedním z důvodů jeho postupné restrikce v zemích EU. Účinná látka pendimethalin má v půdě delší perzistenci než metazachlor. Na reziduální působení v půdě a jeho rizika upozorňuje Chopra a kol. (2015), který uvádí, že obsah reziduí pendimethalinu po 90 dnech v půdě je přímo úměrný aplikované dávce.

Účinnost herbicidů pozitivně ovlivnila zvýšená dávka závlahové vody, a to u obou testovaných herbicidů i jejich kombinace, což je v souladu s tvrzením Jursíka a kol. (2011a) a Mikulky a Kneifelové (2004), kteří uvádějí dostatečnou vlhkost půdy a dostatek srážek po aplikaci jako nejvýznamnější faktor ovlivňující účinnost půdních herbicidů.

Při hodnocení selektivity herbicidů se jako více selektivní projevil herbicid Butisan 400 SC. Přidání adjuvantu Grounded snížilo fytotoxické působení herbicidu Butisan 400 SC ve variantě intenzivně zavlažované. Varianty s herbicidem Stomp 400 SC se projeví vyšší fytotoxicitou než varianty s herbicidem Butisan 400 SC. Přidání adjuvantu Grounded k herbicidu Stomp 400 SC fytotoxicitu nesnížilo. Naopak TM kombinace Butisan 400 SC + Stomp 400 SC + Grounded způsobila v obou vláhových režimech nejvyšší poškození zeleniny oproti variantám bez adjuvantu Grounded. Pěstitel by proto měl volit pouze takové herbicidy, případně jejich kombinace, které regulují plevelné druhy vyskytující se na daném pozemku nad prahem škodlivosti, a zohlednit souvislosti s vegetační dobou zeleniny a vývojovou fází plevelů. Důležitým faktorem při výběru herbicidu je citlivost odrůdy k herbicidům. Pěstitel by neměl, za cenu vyšší účinnosti na plevele, riskovat poškození porostu zeleniny.

Varianty, které byly nejvíce poškozené herbicidy, rovněž vykázaly velmi nízké výnosy nadzemní biomasy při prvním hodnocení 30 dní po aplikaci herbicidů. Nejnižší hmotnost nadzemní části kedlubnů byla zjištěna u variant ošetřených TM kombinací Butisan 400 SC + Stomp 400 SC s adjuvantem Grounded v obou testovaných vláhových režimech. Varianty s herbicidem Stomp 400 SC celkově vykázaly nízké výnosy nadzemní biomasy, naopak parcely ošetřené herbicidem Butisan 400 SC vykázaly výnosy nadzemní biomasy srovnatelné

s plečkovanou kontrolou. Tento trend výnosů pokračoval až do posledního hodnocení (30 dní po prvním hodnocení), kdy došlo k dorovnání výnosových rozdílů mezi variantami.

Miller a kol. (2003) uvádí, že při dávkách pendimethalinu nad 560 g/ha dochází k oslabení kořenového systému, ke ztrátám na výnosu i kvalitě košťálové zeleniny. To se projevilo v našem pokusu při hodnocení výnosu hlíz kedlubnů. Na parcelách ošetřených TM kombinacemi s herbicidem Stomp 400 SC při intenzivní závlaze 65 mm kedlubny nedorostly v hlavním termínu sklizně 11. června 2015 do tržní hmotnosti a bylo nutné sklizeň o týden odložit. Při dodatečném hodnocení 17. června 2015 se rozdíly ve výnosech hlíz kedlubnů vyrovnaly. Při hodnocení hmotnosti kořenového systému kedlubnů byl rovněž zaznamenán negativní vliv herbicidu Stomp 400 SC na vývoj kořenů kedlubnů, přičemž byla zjištěna nižší hmotnost kořenů u intenzivně zavlažovaných variant. Silný kořenový systém je základním předpokladem pro příjem a zásobování rostliny vodou a živinami, to se může na lehkých propustných půdách projevit propadem výnosu a kvality tržních produktů (Vaněk a kol., 2007).

Účinná látka metazachlor (Butisan 400 SC) nebyla ve vzorcích sklizených kedlubnů detekována. Rouchaud a kol. (1992), který zkoumal obsah reziduí metazachloru v konzumních částech kapusty, tuřínu a póru, rovněž účinnou látku nedetekoval. Účinná látka pendimethalin (Stomp 400 SC) byla zjištěna ve všech variantách ošetřených tímto herbicidem. Nejvyšší obsah reziduí pendimethalinu v kedlubnech (0,0055 mg/kg) vykazala varianta ošetřená herbicidem Stomp 400 SC a zavlažená nižší dávkou vody (15 mm). Naopak na intenzivně zavlažovaných variantách byly zaznamenány nižší hodnoty reziduí pendimethalinu (0,0031 – 0,0040 mg/kg). Žádná z testovaných variant však nepřekročila maximální limit reziduí pendimethalinu 0,05 mg/kg a rozdíl mezi variantami byl neprůkazný.

Vitamíny jsou sekundární metabolity, které rostliny nejvíce produkují při jakémkoliv stresu. To se projevilo v našem pokusu, kde byl zjištěn nejvyšší obsah vitamínu C (554,3 mg/kg) na variantě, která byla stresovaná fytotoxickou TM kombinací Butisan 400 SC + Stomp 400 SC. Tato TM kombinace vykazala rovněž nejvyšší obsah glukosinolátů (24,9 mg/kg), což jsou rostlinné obranné látky považované za antinutriční. V přiměřeném množství jsou však glukosinoláty považovány za látky působící spíše příznivě, zejména jako antikarcinogeny (Reader's Digest, 1998).

7 Závěr

V rámci diplomové práce byl proveden polní maloparcelkový pokus, z něhož se podařilo získat výsledky k potvrzení, či zamítnutí stanovených hypotéz. Vyšší účinnost na sledované plevele byla zjištěna u intenzivně zavlažovaných variant. Na parcelách ošetřených herbicidem Stomp 400 SC s intenzivní závlahou kedlubny nedorostly v plánovaném termínu sklizně do tržní hmotnosti. Dále byla na variantách ošetřených herbicidem Stomp 400 SC zjištěna vyšší fytotoxicita a negativní vliv na vývoj kořenového systému. Rezidua herbicidu Butisan 400 SC nebyla ve vzorcích detekována oproti herbicidu Stomp 400 SC. Vyšší obsah vitamínu C a glukosinolátů byl zjištěn na variantě stresované herbicidním ošetřením (TM kombinací Butisan 400 SC + Stomp 400 SC) oproti plečkové kontrole.

Hypotéza 1. Použití adjuvantu a závlahy ovlivňuje účinnost a selektivitu herbicidního ošetření v košťálové zelenině.

- Hypotéza byla potvrzena.
- Přidání adjuvantu do TM kombinace herbicidů ovlivňuje jejich účinnost a selektivitu
- Závlaha kedlubnů ošetřených půdními herbicidy pendimethalin a metazachlor zvyšuje účinnost herbicidního ošetření, především na peníze rolní, ale zároveň snižuje selektivitu takového ošetření. Při vyšší intenzitě závlahy nebo předpokládají-li se intenzivní srážky po aplikaci půdního herbicidu, je vhodné snížit dávku herbicidů.

Hypotéza 2. Obsah reziduí herbicidů v košťálové zelenině lze snížit agrotechnickými opatřeními (volba herbicidu, adjuvantu a dávka závlahy).

- Hypotéza byla potvrzena
- Obsah reziduí herbicidů v kedlubnech lze eliminovat volbou herbicidního přípravku. Rezidua herbicidu obsahující účinnou látku metazachlor nebyla v kedlubnách vůbec detekována (mez detekce 0,002 mg/kg), zatímco rezidua pendimethalinu byla detekována na všech variantách ošetřených herbicidem Stomp 400 SC, vždy však výrazně pod hladinou MRL. Vliv adjuvantu a dávky závlahy se nepodařilo prokázat, když vyšší obsah reziduí herbicidů byl zaznamenán na variantě ošetřené herbicidem Stomp 400 SC, rozdíly mezi variantami však byly statisticky neprůkazné.

Hypotéza 3. Nižší selektivita půdních herbicidů ke košťálové zelenině se projevuje především snížením hmotnosti kořenů.

- Hypotéza byla potvrzena
- Varianty ošetřené pendimethalinem vykazaly vyšší fytotoxicitu než varianty ošetřené metazachlorem, přičemž nejvyšší poškození bylo zaznamenáno, pokud byly použity tyto herbicidy společně v TM kombinaci.
- Nižší hmotnost kořenů vykazaly varianty ošetřené pendimethalinem než varianty ošetřené metazachlorem.

8 Seznam literatury

Ackermann, P., a kol. 2013. Metodická příručka integrované ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům. Česká společnost rostlinolékařská. Praha. 357 s. ISBN: 978-80-02-02480-4.

Bacmaga, M., Kucharski, J., Wyszowska, J., Borowik, A., Tomkiel, M. 2014. Responses of microorganisms and enzymes to soil contamination with metazachlor. *Environmental earth science*, 72, 7. s. 2251-2262. ISSN: 1866-6280.

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

Boehncke, A., Siebers, J., Nolting, H. G. 1990. Investigations of the evaporation of selected pesticides from natural and model surfaces in field and laboratory. *Chemosphere*, 21, 9. s. 1109 – 1124. ISSN: 0045-6535

Butselaar, R. J., Gonggrijp, W. R. 1993. New fatty-amine-based adjuvants (mode of action and applications). *Pesticide Science*, 37. s. 212 – 215.

Creech, F., Henry, S., Fritz, K., Kruger, R. 2015. Influence of herbicides active ingredient, nozzle type, orifice size, spray pressure, and carrier volume rate on spray droplet size characteristics. *Weed technology*, 29, 2. s. 298 – 310. ISSN: 0890-037X.

Ekler, Z., Stephenson, G. R. 1990. Comparative Effectiveness and mode of action of safeners for chloracetamide herbicides in maize seedlings. *Zeitschrift fur naturforschung C – A Journal of biosciences*, 46, 9 – 10. s. 828 – 935. ISSN: 0939-5075

Gardner, S. N., Gressel, J., Mangel, M. 1998. A revolving dose strategy to delay the evolution of both quantitative vs major monogene resistances to pesticides and drugs. *International journal of pest management*, 44, 3. s. 161 – 180. ISSN: 0967-0874.

Green, J. M., Green, J. H. 1993. Surfactant structure and concentration strongly affect rimsulfuron activity. *Weed Technology*, 7, 3. s. 633 – 640. ISSN: 0890-037X.

- Haden, E., Menck, B. H., Nuyken, WOG. 1987. Metazachlor and metazachlorsafener for corn – selectivity and herbicide effect. International symposium on crop protection, 39, s. 1157 – 1166.
- Hajšlová, J. 2015. Volají po bezpečnějších potravinách. Zemědělec, 23, 51. s. 23 – 24.
- Hess, F. D., Foy, C. L. 2000. Interaction of surfactants with plant cuticles. Weed Technology, 14, 4. s. 807 – 813. ISSN: 0890-037X.
- Hlaváček, J. 2015. Postřikovače pro náročné uživatele. Mechanizace zemědělství, 65. s. 45 – 46.
- Hlušek, J., Jánský, J., Koudela, M., Lošák, T., Malý, I., Petříková, K., Pokulda, R., Poláčková, J., Rod, J., Ryant, P., Škarpa, P. 2012. Zelenina. Vydavatelství Profi Press. Praha. 191 s. ISBN: 978-80-86726-50-2
- Hnízdil, M. 2015. Volají po bezpečnějších potravinách. Zemědělec, 23, 51. s. 23 – 24.
- Holm, L. G., Plucknett, L. D., Pancho, J. V., Herberger, J. P. 1991. The world's worst weeds - distribution and biology. Krieger publishing company Malabar. Florida. 622 s. ISBN: 0-89464-415-7.
- Hron, F., Kohout, V. 1988. Plevelé polí a zahrad. Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR. 342 s.
- Hurňák, A., a kol. 1973. Ochrana rostlin. Státní zemědělské nakladatelství Praha. 272 s.
- Chopra, I., Chauhan, R., Kumari, B. 2015. Persistence of pendimethalin in/on wheat, straw, soil and water. Bulletin of environmental contamination and toxicology, 95, 5. s. 694 – 699. ISSN: 0007-4861.
- Jursík M., Crha J. 2014. Možnosti regulace plevelů v košťálové zelenině – dokončení. Úroda, 62, 5. s. 85 – 86.
- Jursík M., Crha J. 2014. Možnosti regulace plevelů v košťálové zelenině – 1. díl. Úroda, 62, 4. s. 82 – 85.

Jursík, M., Holec, J., Hamouz, P., Soukup, J. 2011. Plevelné rostliny. Vydavatelství Kurent. České Budějovice. 232 s. ISBN: 978-80-87111.

Jursík, M., Soukup, J. 2006. Regulace plevelů v košťálové zelenině. Agromanuál, 1 (1), s. 10 – 12.

Jursík, M., Soukup, J., Holec, J. 2010. Mechanizmy účinku herbicidů a projevy jejich působení na rostliny. Listy cukrovarnické a řepářské, 126, 1. s. 14 – 15.

Jursík, M., Soukup, J., Janků, J., Holec, J. 2011b. Adjuvanty. Listy cukrovarnické a řepářské, 127, 12. s. 384 – 386.

Jursík, M., Soukup, J., Janků, J., Holec, J., Andr, J. 2011c. Important aspects of chemical weed control: Ways of herbicides selectivity to crops. Listy cukrovarnické a řepářské, 127, 5 – 6. s. 178 – 183. ISSN: 1210-3306

Kirkwood, R. C. 1997. Recent developments in our understanding of the plant cuticle as a barrier to the foliar uptake of pesticides. Pesticide science, 55, 1. s. 69 – 77. ISSN: 0031-613X.

Klem, K. 2006. Využití fluorescence chlorofylu v rostlinolékařství. Rostlinolékař, 17, 1. s. 23 – 25.

Kohout, V. 1987. Systém regulace plevelů v zemědělských soustavách. Vysoká škola zemědělská Praha. 85 s.

Kohout, V. 1993. Regulace zaplevelených polí. Institut výchovy a vzdělání Mze ČR. Praha. 38 s. ISBN: 80-7105-055-5.

Kohout, V. 1997. Plevelle polí a zahrad. Vydavatelství Agrospoj. Praha. 235 s.

Kohout, V., Mentberger, J. 1992. Hubíme plevelle. Nakladatelství Laguna. Praha. 125 s. ISBN: 80-900998-5-8.

Kostelanský, F., Křen, J., Procházková, B., Petříčková, N., Málek, J. 2004. Obecná produkce rostlinná. MZLU v Brně. 212 s. ISBN: 8-7157-765-0.

- Kosterna, E., Zaniewicz-Bajkowska, A., Rosa, R., Franczuk, J. 2011. The effect of Agrohydrogel and irrigation on kohlrabi. *Acta scientiarum polonorum-hortorum cultus*, 10, 3. s. 53 – 61. ISSN: 1644-0692.
- Kucharski, M., Sadowski, J. 2011. Behaviour of metazachlor applied with additives in soil. *Journal of food agriculture and environment*, 9, 2. s. 723 – 726. ISSN: 1459-0255.
- Kukorelli, G., Reisinger, P., Pinke, G. 2013. ACCase inhibitor herbicides - selectivity, weed resistance and fitness cost: a review. *International journal of pest management*, 59, 3. s. 165 – 173. ISSN: 0967-0874.
- Kurent. 2015. Katalog přípravků na ochranu zeleniny 2015. České Budějovice. ISBN: 978-80-87111-37-6.
- Kvěch, O., Škoda, V. 1987. Kultivace půdy v intenzivní zemědělské soustavě. Praha. 181 s.
- Li, R. H., Qiang, S. 2009. Composition of floating weed seeds in lowland rice fields in China and the effects of irrigation frequency and previous crops. *Weed research*, 49, 4. s. 417 – 427. ISSN: 0043-1737.
- Lichtner, F. T., Dietrich, R. F., Brown, H. M. 1995. Ethametsulfuron methyl metabolism and crop selectivity in spring oilseed rape. *Pesticide biochemistry and physiology*, 52, 1. s. 12 – 24. ISBN: 0048-3575.
- Lozowicka B., Jankowska M., Kaczynski P. 2012. Pesticide residues in Brassica vegetables and exposure assessment of consumers. *Food control*, 25, 2. s. 561-575. ISSN: 0956-7135
- Makovský, J., Samsonová, P. 2015. Integrovaná produkce zeleniny. Ministerstvo zemědělství. Praha. 20 s. ISBN: 978-80-7434-231-8.
- Mikulka, J. 2014. Plevelé polních plodin. Vydavatelství Profi Press. Praha. 179 s. ISBN: 978-80-86726-60-1.
- Mikulka, J., Chodová, D., Martinková, Z., Kohout, V., Soukup J., Uhlík, J. 1999. Plevelné rostliny polí, luk a zahrad. 1. vydání. Redakce časopisu Farmář – Zemědělské listy. Praha. 160 s. ISBN: 80-902413-2-8.

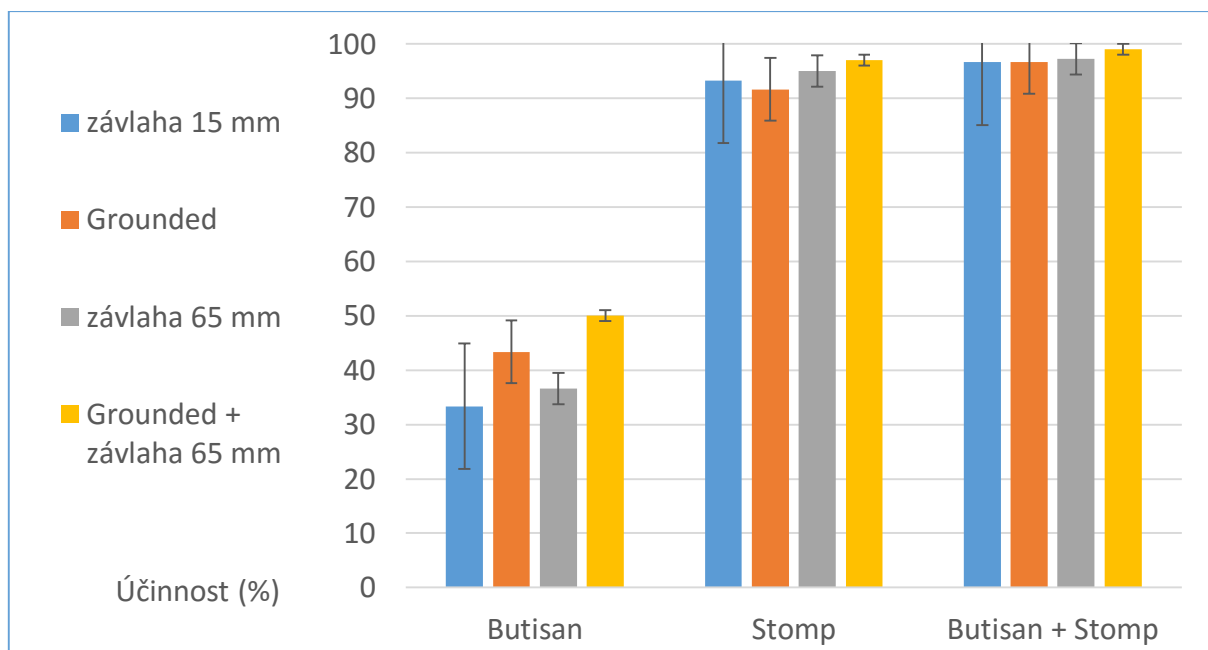
- Mikulka, J., Kneifelová, M. 2004. Faktory ovlivňující účinek herbicidů na plevele v ozimé řepce. *Úroda*, 52, 6. s. 17 – 19.
- Mikulka, J., Kneifelová, M., Martinková, Z., Soukup, J., Uhlík, J. 2005. *Plevelné rostliny*. 2. vydání. Nakladatelství Profi Press. Praha. 148 s. ISBN: 80-86726-02-9.
- Mikulka, J., Prokinová, E., Kazda, J. 2010. *Encyklopedie ochrany rostlin*. Vydavatelství Profi Press. Praha. 399 s. ISBN: 978-80-86-726-34-2.
- Miller, AJ., Bellinder, RR., Xu, B., Rauch, BJ., Goffinet, MC., Welser, MJC. 2003. Cabbage (*Brassica oleracea*) response to pendimethalin applied posttransplant. *Weed technology*, 17, 2. s. 256 – 260. ISSN: 0890-037X.
- Novák, M., Mašek, J. 2015. Trendy a novinky v ochraně rostlin. *Zemědělec*, 23, 49. s. 13 – 16
- Park, Me-Hea., Choi, Ji-Weon., Kim, Yong-Bum., Kim, Myeong-Hae., Won, Hee-Yeon., Shin, Sun-Young., Kim, Ji-Gang. 2014. Effect of modified atmosphere packaging on postharvest quality of kohlrabi. *Korean journal of horticultural science and technology*, 32, 5. s. 655 – 665. ISSN: 1226-8763
- Peruzzi, A., Gianni, M., Fontanelou, M., a kol. 2007. Innovative strategie for on-farm weed management in organic carrot. *Renewable agriculture and foods systems*, 22, 4. s. 246 – 259. ISSN: 1742-1705.
- Prokop, M., Kejklíček, R. 2002. Effect of adjuvants on spray droplet size of water. *Agriculture engineering*, 48, 4. s. 144 – 148.
- Reader's Digest. 1998. *Jídlo jako jed, jídlo jako lék*. Praha. 400 s. ISBN: 80-902069-7-2
- Riethmuller-Haage, I., Bastiaans, L., Kropff, J., Harbinson, J., Kempenaar, C. 2006. Can photosynthesis-related parameters be used to establish the activity of acetolactate synthase-inhibiting herbicides on weeds? *Weed science*, 54, 6. s. 974 – 982. ISSN: 0043-1745.
- Rouchaud, J., Metsue, M., Vanhimme, M., Bulcke, R., Gillet, J., Vanparys, L. 1992. Soil degradation of metazachlor in agronomic and vegetable crop fields. *Weed science*, 40, 1. s. 149 – 154. ISSN: 0043-1745.

- Řehák, V. 2015. Bezpečnější používání pesticidů. *Zemědělec*, 23, 46. s. 27.
- Sieverdich, E., Fleute-Schlachter, I. 2008. New low dose polysiloxane tank mixture adjuvant for pre- and post-emergence herbicide application. *Journal of plant diseases and protect, special issue 21*. s. 659 – 664. ISSN: 1861-3829
- Smutný, V., Vondra, M., Kocourek, V. 2011. Stanovení optimálních dávek herbicidů s využitím přístrojů založených na měření změn v absorbanci záření a fluorescence chlorofylu. *Metodika pro praxi. Mendelova univerzita v Brně*. ISBN: 978-80-7375-551-5.
- Sondhia S. 2013. Harvest time residues of pendimethalin in tomato, cauliflower, and radish under field conditions. *Toxicological and Environmental Chemistry*, 95, 2. s. 254 – 259. ISSN: 0277-2248
- Soukup, J. 2005. Metody regulace zaplevelení. In: Mikulka, J., Kneifelová, M., a kol. *Plevelné rostliny*. 2. vydání. Profi Press. Praha. s. 39 – 58. ISBN: 80-86726-02-9.
- Šarapatka, B., Urban, J., a kol. 2006. *Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO svaz ekologických zemědělců*. Šumperk. 502 s. ISBN:978-80-903583-0-0.
- Van der Weide, R. Y., Bleeker, P. O., Achten, V. T. J. M., a kol. 2008. Innovation in mechanical weed control in crop rows. *Weed research*, 48, 3. s. 215 – 224. ISSN: 0043-1737.
- Van Eerd, L. L., Hall, J. C. 2000. Metabolism and fate of ethametsulfuron methyl in Rutabaga. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48, 7. s. 2977 – 2985. ISSN: 0021-8561.
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Nakladatelství Profi Press. Praha. 167 s. ISBN: 978-80-86726-25-0.
- Vondra, M., Smutný, V., Křen, J. 2006. Stanovení účinnosti herbicidů na laskavec ohnutý (*Amaranthus retroflexus*) pomocí fluorescence chlorofylu. *Sborník odborných příspěvků "MZLU pěstitelům"*, 14. června 2006, s. 139 – 143. ISBN: 80-7157-958-0.
- Vondra, M., Smutný, V., Křen, J. 2006. Stanovení účinnosti herbicidů na laskavec
- Włodarczyk, M. 2014. Influence of formulation on mobility of metazachlor in soil. *Environmental monitoring and assessment*, 186, 6. s. 3503 – 3509. ISSN: 0167-6369.

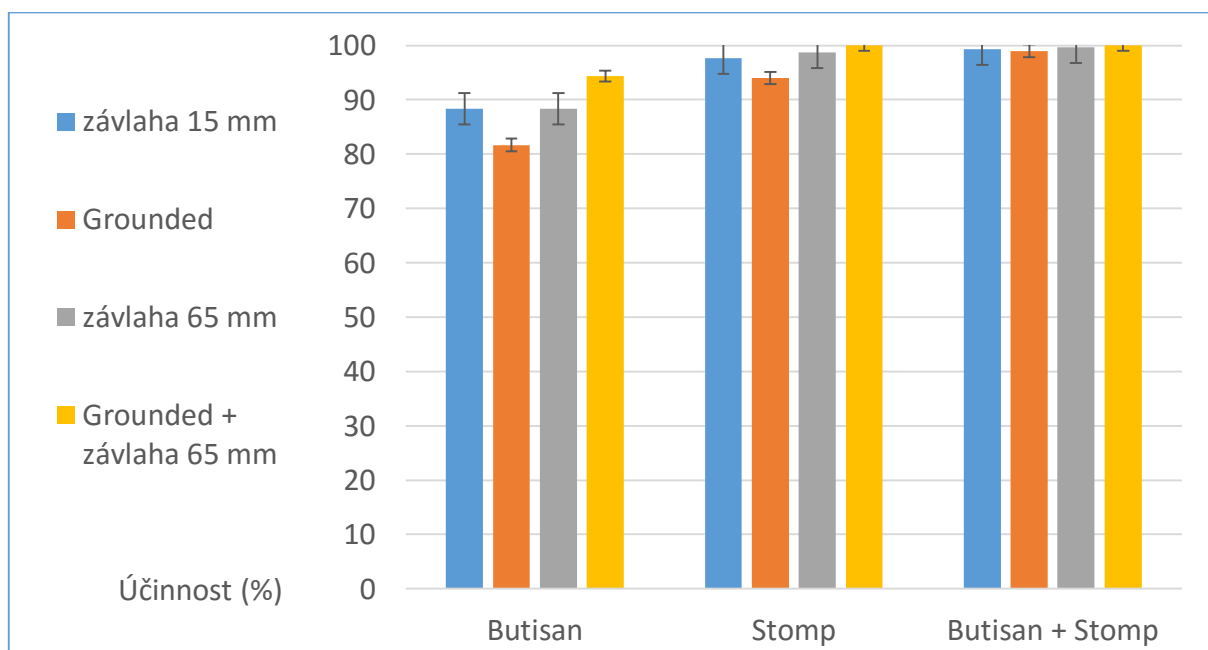
Włodarczyk, M., Muszynska, A., Siwek, H., Bartkowiak, A. 2010. Optimization of production and characterization of hydrogel microcapsules with controlled release of selected herbicides. *Przemysl chemiczny*, 89, 4. s. 582 – 586. ISSN: 0033-2496.

Zelinářská unie Čech a Moravy. 2014. Pravidla pro integrovaný systém produkce zeleniny, 4. vydání. 29 s.

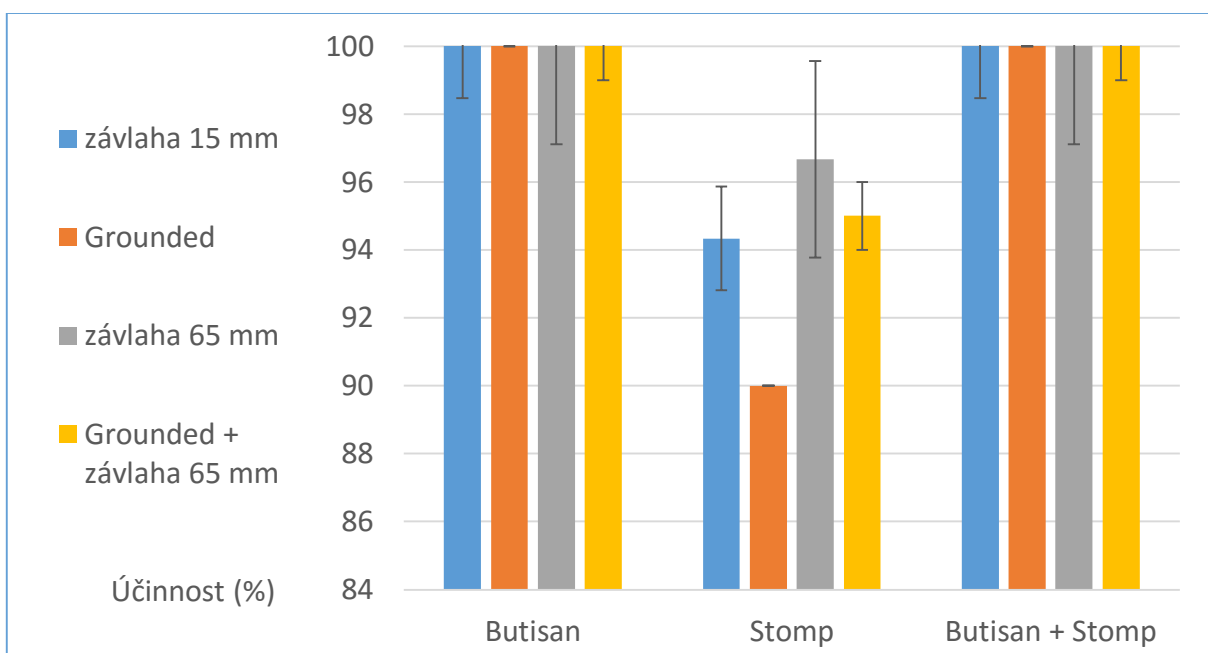
9 Přílohy



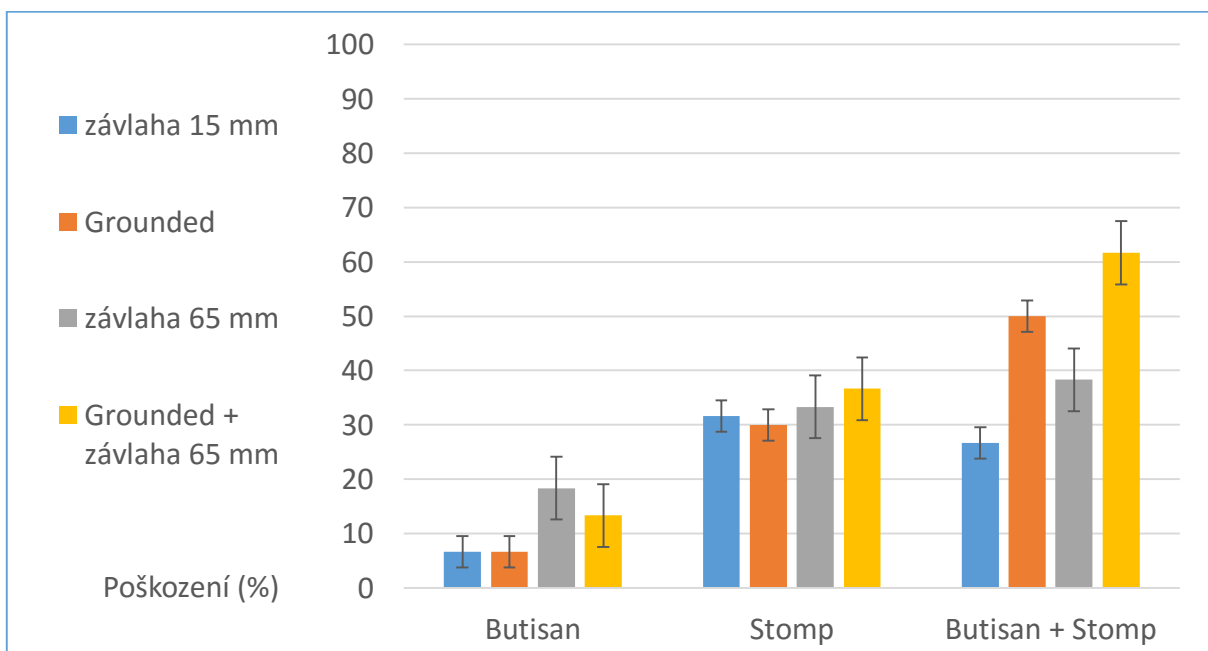
Příloha č. 1 Účinnost herbicidů na penízek rolní (chybové úsečky udávají minimální diference pro HSD 0,05)



Příloha č. 2 Účinnost herbicidů na merlík bílý (chybové úsečky udávají minimální diference pro HSD 0,05)



Příloha č. 3 Účinnost herbicidů na lilek černý (chybové úsečky udávají minimální diference pro HSD 0,05)



Příloha č. 4 Poškození kedlubnů herbicidy (fytotoxicity) (chybové úsečky udávají minimální diference pro HSD 0,05)



Příloha č. 5 Rozdílná fytotoxicita testovaných variant herbicidního ošetření (foto autor)



Příloha č. 6 Fytotoxicita herbicidů se projevila také negativním vlivem na vývoj kořenového systému (foto autor)



Příloha č. 7 Plečková kontrola (foto autor)



Příloha č. 8 Na neošetřené kontrole dominoval penížek rolní a merlík bílý (foto autor)



Příloha č. 9 Nedostatečná účinnost herbicidu Butisan 400 SC na penízek rolní



Příloha č. 10 Negativní vliv TM kombinace Butisan 400 SC + Stomp 400 SC se projevil snížením výnosu (foto autor)