

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



Posouzení obsahu reziduí herbicidů v zelenině

v závislosti na termínu aplikace a sklizně

Diplomová práce

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

Autor práce: Bc. Jaroslav Šuk

© 2014 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma Posouzení obsahu reziduí herbicidů v zelenině v závislosti na termínu aplikace a sklizně 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: 9. 4. 2014

.....

podpis autora práce

## Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval mému vedoucímu diplomové práce – doc. Ing. Miroslavovi Jursíkovi Ph.D., paní Ing. Magdě Laxarové, panu Ing. Jaromírovi Janků Ph.D. i všem ostatním pracovníkům pokusného pozemku České zemědělské university v Praze a studentům, kteří mi v rámci praxe pomáhali s realizací a průběhem pokusů.

Bc. Jaroslav Šuk

# Posouzení obsahu reziduí herbicidů v zelenině v závislosti na termínu aplikace a sklizně

## Souhrn

Cílem této práce bylo získat poznatky o faktorech ovlivňujících obsah reziduí herbicidů v polní zelenině (salátu, květáku, mrkvi a cibuli), posoudit zda existují rozdíly v rychlosti metabolizace herbicidů v zeleninách a navrhnout vhodnou strategii regulace plevelů s ohledem na eliminaci obsahu těchto látek v zelenině. Maloparcelové pokusy byly založeny porostech salátu, květáku, mrkve a cibule v letech 2012 a 2013.

Do porostu salátu byly aplikovány herbicidy s účinnými látkami *pendimethalin, dimethenamid, S-metolachlor, flufenacet, clomazone, propyzamide, fluazifop-P-butyl, quizalofop-P-ethyl, propaquizafop* a *cycloxyimid*. Do porostu květáku byly aplikovány herbicidy s účinnými látkami *clomazone, dimethachlor, napropamid, pendimethalin, S-metolachlor, metazachlor, quinmerac, dimethenamid, ethametsulfuron, pyridate, clopyralid, picloram, propaquizafop, cycloxyimid, fluazifop-P-butyl* a *quizalofop-P-ethyl*. Do porostu mrkve byly aplikovány herbicidy s účinnými látkami *pendimethalin, S-metolachlor, clomazone, aclonifen, flufenacet, linuron, pethoxamid, metribuzin, propaquizafop, cycloxyimid, fluazifop-P-butyl* a *quizalofop-P-ethyl*. Do porostu cibule byly aplikovány herbicidy s účinnými látkami *aclonifen, flufenacet, pendimethalin, pethoxamid, ethofumesate, S-metolachlor, pyridate, fluroxypyr, oxyfluorfen, flumioxazin, quizalofop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, propaquizafop* a *dimethenamid*.

V salátu byly nejrychleji degradovány účinné látky *clomazone, flufenacet, dimethenamid, S-metolachlor, cycloxyimid* a *propaquizafop*. V květáku byly nejrychleji degradovány účinné látky *clomazone, clopyralid, picloram, quinmerac, metazachlor, pyridate, dimethachlor* a *dimethenamid*. V mrkvi byly nejrychleji degradovány účinné látky *cycloxyimid* a *propaquizafop*. V cibuli byly nejrychleji degradovány účinné látky *flumioxazin, flufenacet, fluroxypyr, pethoxamid, pyridate, dimethenamid* a *propaquizafop*.

**Klíčová slova:** ochrana rostlin, herbicidy, rezidua pesticidů v zelenině

# Evaluation of herbicide residue content in vegetables in dependence on term of application and harvest

## Summary

The aim of this work was to identify factors influencing the content of the residues of herbicides in field vegetables (lettuce, cauliflower, carrot and onion), evaluate differences in speed of metabolization of the herbicides in vegetable and to propose a suitable strategy for weeds control considering the elimination of the content of herbicides in vegetables. Small plot field trials were carried out in lettuce, cauliflower, carrot and onion in years 2012 and 2013.

Lettuce was treated by herbicides with active ingredients pendimethalin, dimethenamid, S-metolachlor, flufenacet, clomazone, propyzamide, fluazifop-P-butyl, quizalofop-P-ethyl, propaquizafop and cycloxyimid. Cauliflower was treated by herbicides with active ingredients clomazone, dimethachlor, napropamid, pendimethalin, S-metolachlor, metazachlor, quinmerac, dimethenamid, ethametsulfuron, pyridate, clopyralid, picloram, propaquizafop, cycloxyimid, fluazifop-P-butyl and quizalofop-P-ethyl. Carrot was treated by herbicides with active ingredients pendimethalin, S-metolachlor, clomazone, aclonifen, flufenacet, linuron, pethoxamid, metribuzin, propaquizafop, cycloxyimid, fluazifop-P-butyl and quizalofop-P-ethyl. Onion was treated by herbicides with active ingredients aclonifen, flufenacet, pendimethalin, pethoxamid, ethofumesate, S-metolachlor, pyridate, fluroxypyr, oxyfluorfen, flumioxazin, quizalofop-P-ethyl, fluazifop-P-butyl, propaquizafop and dimethenamid.

In lettuce the fastest degraded active substances were clomazone, flufenacet, dimethenamid, S-metolachlor, cycloxyimid and propaquizafop. In cauliflower, the fastest degraded active ingredients were clomazone, clopyralid, picloram, quinmerac, metazachlor, pyridate, dimethachlor and dimethenamid. In carrot the fastest degraded active ingredients were cycloxydim and propaquizafop. In onion the fastest degraded active ingredients were flumioxazin, flufenacet, fluroxypyr, pethoxamid, pyridate, dimethenamid and propaquizafop.

**Keywords:** plant protection, herbicides, residue of pesticides in vegetables

# Obsah

|   |    |
|---|----|
| 1. ÚVOD.....  | 9  |
| 2. VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍL PRÁCE .....               | 10 |
| 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....                          | 11 |
| 3.1 ZELENINA - OBECNÁ CHARAKTERISTIKA .....         | 11 |
| 3.1.1 Salát hlávkový.....                           | 11 |
| 3.1.2 Květák.....                                   | 12 |
| 3.1.3 Mrkev .....                                   | 14 |
| 3.1.4 Cibule .....                                  | 16 |
| 3.2. REGULACE PLEVELŮM V ZELENINĚ .....             | 18 |
| 3.2.1 Salát hlávkový.....                           | 19 |
| 3.2.1.1 Nechemická regulace plevelů v salátu .....  | 19 |
| 3.2.1.2 Herbicidní regulace plevelů v salátu .....  | 20 |
| 3.2.2 Květák.....                                   | 20 |
| 3.2.2.1 Nechemická regulace plevelů v kvěťáku ..... | 20 |
| 3.2.2.2 Herbicidní regulace plevelů v kvěťáku ..... | 22 |
| 3.2.3 Mrkev .....                                   | 22 |
| 3.2.3.1 Nechemická regulace plevelů v mrkvi.....    | 22 |
| 3.2.3.2 Herbicidní regulace plevelů v mrkve.....    | 23 |
| 3.2.4 Cibule .....                                  | 24 |
| 3.2.4.1 Nechemická regulace plevelů v cibuli .....  | 25 |
| 3.2.4.2 Herbicidní regulace plevelů v cibuli .....  | 25 |
| 3.3 REZIDUA HERBICIDŮ V ZELENINĚ A PROSTŘEDÍ.....   | 27 |
| 3.3.1 Herbicidy .....                               | 27 |
| 3.3.2 Rezidua herbicidů.....                        | 28 |
| 3.3.2.1 Rezidua herbicidů v zelenině.....           | 29 |
| 3.3.2.2 Rezidua herbicidů v prostředí .....         | 30 |

|  |    |
|--|----|
| 4. MATERIÁL A METODY .....   | 32 |
| 4.1 Charakteristika pokusného stanoviště .....                         | 32 |
| 4.1.1 Pedologická a geologická charakteristika stanoviště .....        | 32 |
| 4.1.2 Klimatická a meteorologická charakteristika stanoviště .....     | 32 |
| 4.2 Použitý materiál .....   | 34 |
| 4.2.1 Charakteristika zelenin .....                                    | 34 |
| 4.3 Založení a průběh vlastního pokusu .....                           | 34 |
| 4.3.1 Předplodina .....  | 34 |
| 4.3.2 Předseťová příprava .....  | 34 |
| 4.3.3 Hnojení .....  | 34 |
| 4.3.4 Výsev a výsadba .....  | 35 |
| 4.3.5 Zálaha .....   | 35 |
| 4.3.6 Aplikace herbicidů .....   | 36 |
| 4.3.7 Odběr vzorků .....   | 40 |
| 4.3.8 Ochrana pokusných ploch proti chorobám a škůdcům .....           | 41 |
| 4.3.9 Hodnocení reziduí herbicidů v odebraných vzorcích zeleniny ..... | 41 |
| 4.3.9.1 Stanovení obsahových látek .....                               | 41 |
| 5. VÝSLEDKY .....  | 43 |
| 5.1 Modely degradace účinných látek herbicidů v zelenině .....         | 43 |
| 5.1.1 Inhibitory fotosystému II (PS II inhibitory) .....               | 43 |
| 5.1.1.1 Metribuzin .....   | 43 |
| 5.1.1.2 Linuron .....  | 43 |
| 5.1.2 Inhibitory syntézy porfyrinů (PPO inhibitory) .....              | 44 |
| 5.1.2.1 Oxyfluorfen .....  | 44 |
| 5.1.3 Inhibitory syntézy diterpenů .....                               | 44 |
| 5.1.3.1 Clomazone .....  | 44 |
| 5.1.4 Inhibitory ACCasy (listové graminicidy) .....                    | 44 |

|  |    |
|--|----|
| 5.1.4.1 Fluazifop .....  | 44 |
| 5.1.4.2 Quizalofop-P-ethyl .....   | 45 |
| 5.1.5 Inhibitory prodlužování řetězců mastných kyselin .....               | 46 |
| 5.1.5.1 Ethofumesat .....  | 46 |
| 5.1.5 Inhibitory syntézy mastných kyselin s dlouhým řetězcem (VLCFA) ..... | 47 |
| 5.1.5.1 Pethoxamid .....   | 47 |
| 5.1.5.2 S-metolachlor .....  | 47 |
| 5.1.5.3 Flufenacet.....  | 47 |
| 5.1.6. Inhibitory stavby mikrotubulů .....                                 | 48 |
| 5.1.6.1 Pendimethalin .....  | 48 |
| 5.1.6.2 Propyzamide .....  | 49 |
| 5.1.7 Neznámý způsob účinku .....  | 49 |
| 5.1.7.1 Aclonifen .....  | 49 |
| 5.1.8 Ostatní zkoumané herbicidy .....                                     | 50 |
| 6. DISKUSE.....  | 51 |
| 6.1. Rezidua herbicidů v salátu .....                                      | 51 |
| 6.2 Rezidua herbicidů v kvěťáku .....                                      | 52 |
| 6.3 Rezidua herbicidů v mrkvi .....  | 52 |
| 6.4 Rezidua herbicidů v cibuli.....  | 54 |
| 7. ZÁVĚR .....   | 56 |
| 8. SEZNAM LITERATURY .....   | 58 |
| 9. PŘÍLOHA .....   | 64 |



# 1. ÚVOD

Herbicidy jsou nejpoužívanější skupinou přípravků na ochranu rostlin v České republice. Z celkového podílu všech spotřebovaných pesticidů v zemědělství tvoří přípravky proti plevelům více než 60 %. Jsou základní součástí technologie pěstování všech velkoplošně pěstovaných plodin.

V roce 2013 bylo v České republice oseto a osázeno 9 274 ha polní zeleninou. Celkem bylo vyprodukováno cca 230 000 t zeleniny. Nezanedbatelné je také pěstování zeleniny domácnostmi za účelem samozásobení. Domácnosti takto vyprodukují zhruba 13,5 % celkového objemu vypěstované zeleniny.

Poslední dobou stále více nabývá na významu otázka kvality potravinové produkce, především zeleniny a množství reziduí pesticidů v ní obsažených. Rezidua herbicidů v zelenině představují možné riziko pro spotřebitele a jeho zdraví, tudíž je kladen velký důraz na minimalizaci těchto rizik. Tato rizika lze do jisté míry snížit šetrným a uváženým používáním herbicidů, k čemuž by měla napomoci i tato práce.

## 2. VĚDECKÁ HYPOTÉZA A CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je získat poznatky o faktorech ovlivňujících obsah reziduí herbicidů v polní zelenině a navrhnout vhodnou strategii regulace plevelů s ohledem na eliminaci obsahu těchto látek v zelenině.

Vědecká hypotéza:

1. Existují mezi herbicidy rozdíly v rychlosti jejich metabolizace v polních zeleninách (květák, cibule, salát a mrkev).
2. Lze snížit obsah reziduí herbicidů v zelenině vhodnými agrotechnickými opatřeními, především termínem aplikace herbicidů a sklizně zeleniny.

## 3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 ZELENINA - OBECNÁ CHARAKTERISTIKA

#### 3.1.1 Salát hlávkový

Salát hlávkový (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* L.) pravděpodobně pochází z planě rostoucí lociky kompasové *Lactuca serriola*, která se využívala jako zelenina v Egyptě, Persii a Řecku již před více než 1500 lety (Petříková a kol., 2012). Rubatzky a Yamaguchi (1999) uvádějí, že hlávkový salát je ve světě nejpoužívanější listová zelenina.

Hlávkový salát je jednoletá rostlina s krátkou vegetační dobou, kterou lze pěstovat na poli v průběhu celého vegetačního období. Rostliny koření mělce, proto vyžadují dostatek přístupných živin a vody. Kořenová soustava je plytká, kulový kořen krátký. První pravé listy jsou krátce řapíkaté, vejčitého tvaru. Další listy vyrůstají ze zkráceného stonku, jsou široce vejčité až okrouhlé, s výrazným středním žebrem, bezřapíkaté, hladké i bublinaté, barvy zelené, žlutozelené, načervenalé, ale i hnědočervené (Petříková a kol., 2004). Listy se zavinují v hlávkou (Petříková a kol., 2006) a po sklizni rychle vadnou, je tedy potřebné jejich rychlé zchlazení a umístění před expedicí v chladírnách (Petříková a kol., 2004). Petříková a kol. (2012) uvádí, že za dlouhého dne prorůstá hlávkou 0,8 až 1 m vysoká dužnatá lodyha nesoucí vrcholičnaté květenství. Žluté, převážně samosprašné květy jsou sestaveny v úbory. Plodem je ochmýřená nažka, podle odrůdy stříbřité nebo hnědé barvy. HTS je 0,8 - 1,2 g.

Salát vyžaduje lehčí až středně těžké, humózní, propustné půdy s dobrou strukturou a dobrou vodní jímavostí (Petříková a kol., 2012). Optimální pH půdy pro pěstování salátu je 6 až 8, na lehčích půdách však může být pH nepatrně nižší (Rubatzky a Yamaguchi, 1999). Velmi kyselé půdy jsou zcela nevyhovující. Na teplotu je salát nenáročný. Pro letní výsadby jsou vhodnější oblasti s nižší teplotou, kde dosahuje salát vyšší kvality. Růst rostlin začíná při teplotě nad 4 °C, mladé rostlinky po výsadbě snesou mráz do - 5 °C (Petříková a kol., 2004). Podle Petříkové a kol. (2012) semena klíčí nejlépe při teplotě 16 - 20 °C. Při teplotách nad 25 °C se klíčivost výrazně snižuje (při 30 °C většina odrůd neklíčí). Podle Rubatzky a Yamaguchi (1999) je při vysokých teplotách také retardován růst. Petříková a kol.

(2006) upozorňuje, že při nízkých teplotách a suchu se může měnit zelená barva listů salátu do červena v důsledku tvorby antokyanového barviva. Vybíhání do květu podporuje dlouhý den, vysoká teplota a sucho. Slavík a kol. (1993) doporučují salát zavlažovat po celé vegetační období. Podmínkou rychlého vývinu je častá, opakovaná závlaha o malých dávkách. Celková potřeba vody je podle Petříkové a kol. (2006) 140 - 150 mm za vegetaci.

Salát patří ke středně náročným zeleninám na živiny. Jeho charakteristickým znakem je krátká vegetační doba a slabší kořenový systém. Z toho vyplývají požadavky na vyšší zásobu přístupných živin, i když jejich celková spotřeba je poměrně nízká (Hlušek, 2004). Vaněk a kol. (1998) uvádějí, že potřeba živin u salátu, vyjádřená odběrem jedné tuny produkce je: 2,3 kg N, 0,5 kg P, 3,5 kg K, 1,4 kg Ca a 0,2 kg Mg. Ze stopových prvků je salát náročný především na bór (Fecenko a Ložek, 2000).

Salát se pěstuje z předpěstované sadby, méně z přímého výsevu (Petříková a kol., 2012). Petříková a kol. (2006) upozorňují, že je důležité, aby v době výsadby byl kořenový bal dobře prokořeněný a sazenice nepřerostlé. Otužená sadba se vysazuje do dobře připravené půdy. Sazenice se nesmí vysazovat hluboko a jak varuje Petříková a kol. (2012), kořenový krček nesmí být zahrnutý zeminou. Hluboká výsadba zvyšuje napadení houbovými chorobami. U nejranějších výsadeb se vysazuje do sponu 0,25 x 0,3 m, u letní 0,3 x 0,3 nebo 0,3 x 0,35 m, případně i větší v závislosti na odrůdě.

### 3.1.2 Květák

Květák (*Brassica oleracea* var. *botrytis* subv. *cultiflora* DC) jako většina košťálové zeleniny pochází ze Středomoří a Malé Asie (Petříková a kol., 2012). První napsaná zmínka o kvěťáku pochází z roku 1544 (Rubatzky a Yamaguchi, 1999).

Konzumní částí kvěťáku je zdužnatělé fasciované květenství zpravidla bílé barvy. Růžici tvoří krátké zdužnatělé výhony zakončené nerozvinutými poupaty. Růžice je kryta polodlouhými opakvejitými listy, jemně pilovitými (Petříková a kol., 2006). Semeno je barvy červenohnědé, klíčí po dobu 4 - 5 let. HTS je oproti ostatním košťálovinám poměrně nízká: 2,7 - 3,5 g (Petříková a kol., 2012).

Pro pěstování letních a podzimních odrůd jsou nejlepší těžké půdy v řepařských oblastech. Pro rané kvěťáky jsou vhodnější lehčí, záhřevné písčitohlinité půdy. Výnosy a kvalita podle Petříkové a kol. (2012) rostou se stoupajícím obsahem humusu v půdě. Podle Rubatzky a Yamaguchi (1999) by měla hodnota pH půdy být v rozmezí 6 - 8.

Optimální teplota pro růst a vývoj kvěťáku je 12 - 18 °C, v době klíčení 15 - 20 °C (Petříková a kol., 2006). Vegetativní růst u kvěťáku je podporován vyššími teplotami. Vyšší teploty ale také oddalují tvorbu růžice, naopak nižší teploty tvorbu růžice podporují (Rubatzky a Yamaguchi, 1999).

Kvěťák je nutné pravidelně zavlažovat. Po výsadbě dávkami 10 - 15 mm každé tři až čtyři dny, později dávkou 15 - 20 mm v intervalu 6 - 10 dní. Nejkritičtější je období po zakořenění a při zakládání růžic (Petříková a kol., 2006). Podle Petříkové a kol. (2012) se potřeba závlahové vody během vegetačního období pohybuje mezi 120 - 300 mm. Slavík a kol. (1993) publikovali, že kvěťák příznivě reaguje i na zvýšení vlhkost vzduchu. Proto jsou vhodné závlahy mikropostřikem, který zároveň ochlazuje teplotu nad porostem a tím příznivě působí na kvalitu růžice, zejména v letních měsících. Správném zavlažování proto zvyšuje kvalitu sklizně.

Kvěťák se zařazuje z hlediska organického hnojení do I. tratě (Petříková a kol., 2006). Doporučuje se aplikace plné dávky chlévského hnoje - 50 t/ha. Jedna tuna produkce kvěťáku podle Petříkové a kol. (2012) odčerpá 4 kg N, 0,7 kg P, 4 kg K, 2 kg Ca, 0,3 kg Mg a 0,6 kg S. Vaněk a kol. (2012) varují, že u kvěťáku se při nedostatku bóru zpomaluje růst nejmladších listů - mají svinuté okraje a nezakrývají růžici, takže se růžice vyvíjí na světle, v pozdějším stádiu hnědne a je naprosto znehodnocena. Nedostatek bóru je mnohdy doprovázen i nedostatkem molybdenu. U kvěťáku při výraznějším nedostatku molybdenu dochází k vyslepnutí, které se vyznačuje tím, že rostlina nevytváří zdužnatělé květenství - růžice. Za sucha a při vysokých teplotách dochází často k projevům nedostatku vápníku a to i na půdách s jeho vysokou zásobou v půdě.

Velmi dobrou předplodinou pro kvěťák jsou luskoviny, jeteloviny a jednoleté krmné plodiny (Petříková a kol., 2006). Nevhodné předplodiny jsou podle Hluška (2004) ostatní rostliny z čeledi brukvovitých, které trpí stejnými chorobami a škůdci.

Květák se téměř vždy pěstuje ze sadby (Petříková a kol., 2012). Při výsadbě se používá spon 0,4 x 0,4 m u raného a 0,5 x 0,6 nebo 0,6 x 0,6 m u letního a pozdního květáku (Petříková a kol., 2006). Biggs a kol. (2002) doporučuje před výsadbou sadbu vydatně zalít a snažit se je přesazovat s co největším kořenovým balem.

### 3.1.3 Mrkev

Kulturní forma mrkve (*Daucus carota subsp. sativus* Hoffm., Hayek) vznikla křížením planě rostoucích forem původních v oblasti Střední Asie (Petříková a kol., 2012) a také z její plané formy, vyskytující se i u nás hojně jako plevel (Malý a Petříková, 1998). Rubatzky a Yamaguchi (1999) se domnívají, že původním centrem domestikace je Afganistán. Odrůdy mrkve moderního oranžového typu byly získány především v Nizozemsku, dále v Anglii a Francii až v 17. století (Petříková a kol., 2012).

Mrkev je dvouletá rostlina. V prvním roce vytváří dužnatý kořen válcovitého nebo kuželovitého tvaru, z jeho hlavy vyrůstají řapíkaté, 2 - 3krát zpeřené listy. Ve druhém roce vyrůstá z kořene rýhovaný a rozvětvený květní stonek, vysoký až 1,6 m, s listy a květy. Květenství je složený okolík, květy mají bílou barvu, terminální květ bývá fialový. Mrkev je cizosprašná, entomofilní rostlina. Plodem je nepukavá dvounažka, která se v době dozrávání rozpadá na žebernaté nažky s háčkovitými ostny (Petříková a kol., 2006). Petříková a kol. (2012) dále upozorňuje, že tyto háčkovité útvary musejí být před mechanizovaným výsevem odstraněny skarifikací. HTS se pohybuje mezi 0,7 až 1,4 g. Semena si udržují klíčivost 3 až 4 roky. Malý a Petříková (1998) uvádí, že osivo má mít klíčivost nejméně 60 % a čistotu nejméně 95 %. Zahraniční odrůdy s kalibrovaným osivem mají klíčivost 80 %.

Mrkev není náročná na klimatické podmínky. Lze ji pěstovat především v kukuřičné a řepařské oblasti (Petříková a kol., 2012). Podle Malého a Petříkové (1998) je mrkev na teplo nenáročná. Rubatzky a Yamaguchi (1999) uvádí, že optimální teplota pro růst je mezi 16 až 21 °C. Petříková a kol. (2012) doplňuje, že teploty v rozmezí 9 - 12 °C podporují sladkost, křehkost a šťavnatost mrkve. Na druhé straně vysoké teploty jsou příčinou zemité pachuti a podle Rubatzky a

Yamaguchi (1999) mohou teploty nad 21 °C zapříčinit i růst kratších kořenů a jejich deformace.

Pro pěstování mrkve jsou u nás rozhodující především půdní podmínky (Petříková a kol., 2006). Vhodné jsou lehčí, propustné, nekornatící, hluboké půdy bez kamenů. Nejvhodnější jsou písčitohlinité až hlinitopísčité půdy (Malý a Petříková, 1998) nejlépe s dobrou zásobou humusu. Nevhodné jsou podle Petříkové a kol. (2006) půdy těžké, jílovité a štěrkovité. Optimální hodnota pH půdy je od 6,7 do 7,5. Podle Rubatzky a Yamaguchi (1999), je mrkev tolerantní k nízkému pH půdy, přičemž optimální rozmezí pH je mezi 5,5 a 7,0.

Malý a Petříková (1998) uvádí, že mrkev vyžaduje doplňkovou závlahu, a to zvláště tehdy, když se pěstuje na hrůbcích. Na to upozorňuje i Petříková a kol. (2012), která doplňuje, že celková potřeba srážek (závlahy) činí 520 - 620 mm. V případě výraznější potřeby závlahy je třeba zohlednit doplňkové přihnojování, především dusíkem (Fonder a kol., 2010). Na vodu je mrkev náročnější především v první polovině vegetace, naopak v posledních týdnech před sklizní není závlaha účelná. Minimální zásoba půdní vláhy je 60 % VVK. Nedostatek vláhy v půdě se odráží v nižší výnosové úrovni. Nevyrovnaná závlaha (zejména v druhé polovině vegetace) je příčinou praskání kořenů (Bartoš a kol. 2000).

Malý a Petříková (1998) varují, že k mrkvi se nehnojí chlévským hnojem, jelikož ten podporuje praskání kořenů, zhoršuje skladovatelnost a zvyšuje výskyt pochmurnatky mrkvové. Vhodné je proto organické hnojení k předplodině. Podle Petříkové a kol. (2006) je předpokladem vysokého a kvalitního výnosu dostatečný obsah vápníku v půdě. Mrkev je však na přímé vápnění citlivá, a proto se doporučuje vápnit k předplodinám. Dle Hluška a kol. (2002) je potřeba živin u mrkve, vyjádřená odběrem jednou tunou produkce, následující: 4 kg N, 1,67 kg P, 6,67 kg K, 4 kg Ca, 1 kg Mg a 0,33 kg S. Petříková a kol. (2012) uvádí, že citlivě reaguje na hnojení dusíkem a patří k zeleninám, které hromadí dusičnany a Hlušek a kol. (2002) doplňuje, že mrkev je považována za jednu z nejnáchylnějších zelenin na kumulaci kadmia.

Do osevního postupu se podle Malého a Petříkové (1998) zařazuje mrkev po obilovinách, okopaninách, luskovinách nebo zeleninách vyjma druhů z čeledi miříkovitých (celer, petržel, fenykl, pastinák, kmín, koriandr), po kterých se zařazuje

za 4-6 let (Petříková a kol., 2012). Odrůdy s krátkou dobou vegetace lze zařazovat jako předplodiny (Petříková a kol., 2006) nebo jako následnou plodinu od začátku července (Malý a Petříková, 1998).

K založení kultury se komerčně uplatňuje mořené, kalibrované a inkrustované osivo.(Petříková a kol. 2012). Nejčastěji se vysévá pneumatickým secím strojem do jednoho až tří řádků na hrůbku. Hrůbky se připravují aktivními hrůbkovači, které mohou být použity v agregaci se secím strojem (Petříková a kol. 2006). Seje se nejčastěji do hloubky 1 - 2 cm (Petříková a kol. 2012), s tím, že větší hloubka setí se používá na lehčích půdách a na pozemcích kde se plánují aplikovat méně selektivní preemergentní herbicidy. Vzdálenost hrůbek při výsevu do jednoho řádku by měla být 0,6 m až 0,75 m při výsevu do dvou až tří řádků. Šířka hrůbek může být 0,2 až 0,5 m, jejich výška obvykle 0,2 m. Výsev do záhonu je možný, doporučuje se u ranějších odrůd, které nemají kořeny zasahující do větší hloubky. Výsevek závisí na odrůdě a účelu pěstování a pohybuje se v rozmezí 0,7 - 3 mil. semen na hektar. U průmyslových odrůd je vhodný menší výsevek.

### 3.1.4 Cibule

Cibule kuchyňská (*Allium cepa* L.) je nejstarší kulturní cibulovina, neboť záznamy o jejím pěstování jsou již z doby před šesti tisíci lety (Petříková a kol. 2012) Patří mezi jednoděložné rostliny. Její semena klíčí pomalu, avšak i při nízkých teplotách (Petříková a kol. 2006). Cibule je dvouletou rostlinou, v prvním roce vytváří zásobní orgán - cibuli, v druhém roce květenství a semeno. Listy cibule jsou oblé, duté a spolu s kořeny vyrůstají z podpučí. Cibule jako zásobní orgán se začne vytvářet až za vyšších teplot a za určité délky dne, kdy dochází k hromadění glycidů. Cibule jsou ve skutečnosti zdužnatělé báze listů (Malý a Petříková, 2000) .

Podle Petříkové a kol. (2006) nemá cibule zvláštní nároky na půdu, ale kvůli bezproblémové sklizni je třeba ji umísťovat na půdy spíše lehčí s pH v rozmezí 6 - 7,5. Nevhodné jsou slévavé půdy. Při vytvoření půdního škraloupu zde cibule obtížně vzchází, při sklizni se pak poškozují o hroudy. Optimální teploty pro růst cibule jsou v rozmezí 13 až 24 °C (Rubatzky a Yamaguchi, 1999). Nejvhodnější jsou teplé a suché oblasti. Větší nároky na vláhu má cibule na začátku vegetace, v období



dozrávání vyžaduje spíše sucho (Petříková a kol., 2006). Podle Rubatzky a Yamaguchi (1999) by mělo být během vegetace k dispozici 400 až 800 mm srážek nebo závlahy. Minimální zásoba půdní vláhy je okolo 50 % VVK (Bartoš a kol., 2000).

Cibule je plodina náročná na živiny. Na vytvoření jedné tuny produkce z půdy odčerpá 2,67 kg N, 0,67 kg P, 3,3 kg K, 1,67 kg Ca a 0,67 kg Mg (Hlušek a kol. 2002). V první polovině vegetace převládá podle Petříkové a kol. (2012) u cibule příjem dusíku, u kterého preferuje formu amonnou. Fosfor přijímá cibule zejména při tvorbě cibulí (v druhé polovině vegetace). Hlušek a kol. (2002) upozorňuje na dostatečné zajištění síry i přesto, že rostliny potřebují tento prvek v relativně malém množství (0,71 kg S na jednu tunu produkce).

Mezi vhodné předplodiny pro cibuli patří obilniny, lusková a plodová zelenina nebo květák.

Cibule se pěstuje nejčastěji z přímých výsevů na jaře (Petříková a kol., 2012), které jsou podle Petříkové a kol. (2006) ekonomicky výhodnější. Výsev by měl být proveden do dobře připravené půdy, zpravidla v první polovině března. Termín výsevu má být shodný s výsevem jarních obilovin. Opožděný výsev má vliv na snížení výnosu (Malý a Petříková, 2000). Petříková a kol. (2012) doporučuje vysévat do hloubky 20-30 mm a při preemergentním použití herbicidu po výsevu se seje minimálně 25 mm hluboko. Dle Malého a Petříkové by hloubka výsevu u bílých odrůd měla být maximálně 40 mm.. Je však nezbytné používat kvalitní osivo s klíčivostí minimálně 85 %. Vysévá se na záhony, jejichž velikost se odvíjí od používané sklízecí techniky. V závislosti na typu kultury a vzdálenosti řádků je hustota porostu 70 až 100 rostlin/m<sup>2</sup>. Není žádoucí tento počet zvyšovat či redukovat, neboť v přehuštěných porostech je předčasně ukončena vegetace a cibule jsou malé. Naopak v příliš řídkých porostech se vegetace prodlužuje, celkový výnos je nízký a cibule u některých odrůd vykazují příliš tlusté krčky (Bartoš a kol., 2000).

Ukazatelem vhodného termínu pro zahájení sklizně je přirozené polehnutí poloviny až dvou třetin natě. Pro dosažení dobrého zdravotního stavu a skladování je vhodné přirozené zaschnutí a zatažení cibule vyorané s natí (Petříková a kol., 2012).

### 3.2. REGULACE PLEVELŮM V ZELENINĚ

Plevele jsou jedny z hlavních pravidelně se vyskytujících nepříznivých činitelů, které podstatně snižují výnosy, zhoršují kvalitu výpěstku, ztěžují využití mechanizačních prostředků kultivačních i sklizňových (Janýška, 1990). V případě polních plevelů se jedná především o rostliny, které jsou schopny s porostem pěstovaných plodin negativně integrovat. Touto negativní interakcí je nejčastěji konkurence, ale může se jednat i o parazitismus či alelopatii (Jursík a kol., 2011). Janýška (1984) varuje, že plevele nejsou jen konkurenty kulturních rostlin, ale mnohdy i hostiteli a rezervoáry nebezpečných chorob a škůdců, kteří na ně přecházejí. Plevele mohou působit také jako "zelený most" pro choroby plodin a přenášet je z jedné plodiny na další, které je následně vysévána (Cobb a Reade, 2010).

Regulace plevelů na orné půdě je chápána jako komplex opatření, která mají za cíl snížit intenzitu zaplevelení. Mezi nejvýznamnější součásti systému regulace plevelů patří především dodržování agrotechnických zásad, kultivace, aplikace herbicidů, výživa rostlin a sklizeň plodin (Mikulka, 2007).

Plevele jsou nebezpečné pro zeleniny z přímých výsevů, které dlouho vzcházejí (např. mrkev, petržel, cibule) a během vegetace špatně zapojují porost (např. cibule setá). Zaplevelení kultur na začátku jejich vývoje významně snižuje výnosy. Zaplevelení koncem vegetace většinou výnosy nesnižuje, ale znesnadňuje, případně znemožňuje použití sklizňové mechanizace (Janýška, 1984).

Z uvedeného vyplývá nutnost včasné regulace plevelů nejlépe v období jejich vzcházení nebo krátce po vzejití. Herbicidní přípravky povolené do kultur zeleniny významně usnadňují regulaci plevelů, jejich účinnost však není obvykle dostatečná na všechny plevelné druhy. Z toho důvodu musí pěstitelé počítat s nutností včasného mechanického zásahu proti přeživším plevelům (Janýška, 1990). V porostech zeleniny se nejčastěji používá meziřádková kultivace. Obvykle plečkování a oborávání (nahrnování), přičemž se plevele podřezávají, vytrhávají i zahrnují zeminou (Černuško a kol., 1997).

Janýšek (1990) upozorňuje, že důležité je též účelné sestavení osevních postupů, které umožní střídání přípravků tak, aby spektrum herbicidní účinnosti bylo co nejširší.

Podle Mikulky a Kocourka (2008) při vhodných regulačních postupech zaplevelení pozemku klesá, při nevhodných se zvyšuje. Průkazně se projevil vliv aplikace herbicidů, různého zpracování půdy a hospodaření s posklizňovými zbytky.

### **3.2.1 Salát hlávkový**

#### **3.2.1.1 Nechemická regulace plevelů v salátu**

Petříková a kol. (2012) uvádí, že pro udržení porostu salátu v bezplevelném stavu se doporučuje jedno plečkování. Na menších plochách doporučují Biggs a kol. (2002) salát pravidelně okopávat a ručně plít.

Závlaha, mělké zpracování půdy a následná aplikace půdního herbicidu snižuje před výsadbou intenzitu zaplevelení až o 77 % a potřebu ručního pletí až o 50 % ve srovnání s variantou bez předsetové závlahy a bez herbicidní ochrany. Proto je použití závlahy před výsadbou a následné mělké zpracování půdy efektivním způsobem regulace plevelů v konvenční produkci salátu (Shem-Tov a kol., 2006). Podle Riemense a kol. (2007) prstové plečky, rotační plečky a ruční okopávka snížila intenzitu zaplevelení o 88 - 99 % ve srovnání s neošetřenou kontrolou a byla účinnější než herbicidní regulace plevelů (*carbetamid* a *chlorpropham*).

Z výsledků Petříkové a kol. (2006) vyplývá, že při zařazení salátu po nezaplevelené předplodině není u jarní kultury odplevelování nutné (hmotnost plevelů z 1 m<sup>2</sup> byla v době sklizně od 100 do 300 g, výnos ani kvalita salátu nebyla snížena oproti variantě okopávané). U letních a podzimní kultury byla na stejných variantách hmotnost plevelů ve srovnání s jarní kulturou vyšší. U neokopaných variant byla hmotnost plevelu v době sklizně salátu od 300 do 1000 g na m<sup>2</sup>. U okopávané varianty nebyl zjištěn statisticky významně lepší zdravotní stav ani výtěžnost hlávek při sklizni než u neokopávaných variant (Petříková a kol. 2004).

Plevele lze také efektivně regulovat pomocí mulče papírem (EcoCover), černé polyetylenové folie a černé netkané textilie. Papír použitý na mulčování se začne

rozkládat v době, kdy plodinu sklízíme (Harrington a Bedford, 2004). Na konci sklizně se papírový mulč rozdrtí a zapraví do půdy (Runham a kol., 2000). Podle Jenni a kol. (2004) měl salát pěstovaný na papírovém nebo polyetylenovém mulči o 25 % lepší komerční výnos a hlávky byly výrazně těžší než salát pěstovaný bez mulče.

### **3.2.1.2 Herbicidní regulace plevelů v salátu**

Ošetření půdními herbicidy s reziduálním účinkem před výsadbou by se měla provádět s opatrností, protože sazenice salátů jsou velmi citlivé na rezidua herbicidů v půdě (Fennimore a kol., 2011).

Neuweiler a Krauss (2008) uvádí, že aplikace *pendimethalinu* a jeho následné zapravení 5 cm do půdy vedlo ke snížení účinnosti. Zandstra (2006) doporučuje v salátu aplikaci přípravku s ú.l. *propizamide*. Aplikace může proběhnout před sázením nebo po vysázení, ale před tím, než plevelé vzejdou.

Petříková a kol. (2004) však upozorňuje, že od použití *propyzamidu* by se při integrované produkci salátu mělo upustit.

## **3.2.2 Květák**

### **3.2.2.1 Nechemická regulace plevelů v kvěťáku**

K regulaci plevelů v košťálovinách lze mimo herbicidů používat nejrůznější mechanické zásahy. Nejjednodušším a velice účinným opatřením je ruční pletí a okopávka. Vzhledem k pracovní náročnosti a tedy i ceně zásahu je možné toto využívat jen maloplošně, přednostně tam, kde hodnota produkce může tyto náklady pokrýt, a kde by v případě ponechání plevelů v porostu hrozily vysoké výnosové ztráty a nebo v případě počátečního výskytu nebezpečných druhů plevelů, které se na pozemek nově rozšířily, přičemž i relativně malý počet rostlin by představoval značné riziko v dalších letech, kdy by došlo k jejich plošnému rozšíření (Jursík a Crha, 2014). S tím se shodují i Biggs a kol (2002), kteří doporučují záhony s kvěťákem udržovat bez plevelů pravidelným okopáváním a mulčováním. K regulaci plevelů lze využít nejrůznější neprůhledné mulčovací folie, textilie či recyklovatelný papír. Při využívání těchto technologií však dochází ke komplikacím s přihnojováním

během vegetace, po sklizni se musí mulčovací materiály zpravidla likvidovat a také cena mulče výrazně převyšuje náklady na herbicid či plečkování. Využití mulče je proto účelné při vysoké intenzitě produkce a nebo na pozemcích intenzivně zaplevelených odolnými plevelnými druhy, které by byly herbicidně či mechanicky obtížně regulovatelné (Jursík a Crha, 2014).

Květák během vegetace vyžaduje plečkování, která však musí být prováděna za sucha, aby nedošlo k mechanickému poškození rostlin (Petříková a kol., 2012). Podle Jursíka a Crhy (2014) je optimální vlhkost půdy základním předpokladem vysoké účinnosti tohoto zásahu. Pokud je půda příliš vlhká, není plečkování technicky proveditelné a pokud ano, mohou plevele regenerovat. Pozitivním přínosem plečkování je porušení půdního škrálopu, který se vytváří především na nestrukturálních půdách a je nežádoucí především u setých porostů. Plečkováním však obvykle nejsme schopni regulovat všechny plevele na pozemku. Nastavení pleček musí být takové, aby sice účinně regulovaly plevele v meziřádku, ale zároveň nedocházelo k poškození plodiny. Proto vždy část pozemku zůstane nezpracovaná a plevele zde mohou plodině konkurovat. To je možné řešit buď speciálními prstovými orgány pleček, které pracují uvnitř řádku, ovšem za cenu vyššího poškození plodiny, nebo po plečkování může být zařazena ruční okopávka. Podle potřeby je možné plečkování porostů opakovat několikrát během vegetace.

Plečkování a okopávka příznivě působí také na růst plodiny tím, že zvýší provzdušněnost půdy, čímž podpoří její biologickou aktivitu. Negativně však může být ovlivněna účinnost půdních herbicidů aplikovaných před výsadbou nebo krátce po ní. Obvykle totiž dojde k porušení herbicidního filmu na povrchu půdy, ze spodních vrstev půdy jsou vynesena nová klíčivá semena plevelů a vytvoří se zároveň příznivé podmínky pro jejich klíčení. Po plečkování proto často plevele hromadně vzchází (Jursík a Crha, 2014).

Mechanická regulace plevelů je nejvíce efektivní pouze pokud je provedená včas (Batts a kol., 2008). Umeda (2000) připomíná, že ruční pletí je stále nezbytné pokud plevele přerostou, nejsou citlivé k herbicidům, začínají tvořit semena a konkurují plodině.

### 3.2.2.2 Herbicidní regulace plevelů v kvěťáku

Základem regulace zaplevelení v košťálovinách by mělo být předvýsadbové ošetření půdními herbicidy (Jursík a Soukup, 2006). Podle Petříkové a kol. (2012) je před výsadbou kvěťáku možná aplikace herbicidů s ú.l. *pendimethalin* nebo podle Jursíka a Soukupa (2006) aplikace herbicidů s ú.l. *napropamid* či nejlépe jejich kombinace. Batts a kol. (2008) uvádějí, že i *glyphosat* může být použit pro regulaci vzešlých plevelů před výsadbou.

Po zakořenění lze aplikovat herbicidy s ú.l. *metazachlor* (Petříková a kol., 2012), případně *pendimethalin*, *metolochlor* nebo *dimethenamid*. Je však třeba brát v úvahu odrůdové rozdíly v citlivosti k těmto herbicidům (Jursík a Soukup, 2006). Batts a kol. (2008) uvádí, že *napropamid* je vhodný pro regulaci mnoha trav a dvouděložných plevelů, ale podle Umeda (2000) v některých pokusech způsobil výraznou fytotoxicitu. Při výskytu trávovitých plevelů se aplikují graminicidy s ú.l. *propaquizafop* nebo *quizalofop-P ethyl* (Petříková a kol., 2012) a podle Jursíka a Crhy (2014) jsou košťáloviny vůči těmto přípravkům poměrně tolerantní (nízké riziko fytotoxicity). Na vzešlé plevele lze použít *metazachlor*. Jeho použití je však omezeno poměrně úzkým plevelným spektrem, účinností závisí na srážkách a aplikaci je nutné provést v poměrně raných růstových fázích plevelů. Přerostlé a odolné plevele nelze postemergentně herbicidy potlačit (Jursík a Soukup, 2006). Kvěťák je citlivější na kontaktní postemergentní herbicidy (*pyridate*), které způsobují zpomalení růstu (Petříková a kol., 2012). Jursík a Soukup (2006) doplňují, že účinnou látku *pyridate* je vždy třeba aplikovat v dělené aplikaci. Plná dávka způsobuje u řady odrůd kvěťáku silnou fytotoxicitu. Také dávku půdních herbicidů je vhodné snížit především na lehčích půdách a při předvýsadbové aplikaci (Jursík a Crha, 2014).

### 3.2.3 Mrkev

#### 3.2.3.1 Nechemická regulace plevelů v mrkvi

Jestliže se z jakéhokoliv důvodu nepodařilo vytrvalé plevele v předplodině nebo v meziorostním období potlačit, je vhodné provést hlubší orbu a předseťové zpracování půdy. Vytrvalé plevele pak vzcházejí poněkud později (Jursík a kol., 2005). Podle Petříkové a kol. (2012) slouží plečkování u mrkve spíše jen

k povrchovému rozrušování půdního škraloupu. Malý a Petříková (1998) také konstatují, že při pěstování na hrůbcích, se tyto nahrnují, čímž se nejen ničí plevelé, ale zamezí se i zelenání hlav kořenů. Biggs a kol. (2002) uvádí, že mrkev vykazuje po vytvoření dostatku listů velkou konkurenční schopnost vůči plevelům.

### 3.2.3.2 Herbicidní regulace plevelů v mrkve

K regulaci plevelů u mrkve se používají především preemergentní herbicidy, (Petříková a kol., 2012). S tím se shoduje i Jursík a kol. (2005), který uvádí, že doba od výsevu do vzejití mrkve trvá v závislosti na teplotě půdy a kvalitě osiva 2 až 3 týdny. Vzhledem k poměrně pomalému vzcházení a nízké konkurenční schopnosti v raných růstových fázích je toto ošetření (*pendimethalin*, *linuron*, *prometryn*) základem herbicidní ochrany mrkve. *Linuron* může být aplikován i postemergentně po objevení prvního pravého listu (MAFF, 1981). Podle Jursíka a kol. (2005) lze vyšší účinnosti preemergentní aplikace dosáhnout jestliže je aplikace, je-li to možné, provedena po mírnějším dešti, případně závlaze. Výrazně se tím zvyšuje účinnost zejména na plevelné jednoleté trávy. Proti trávovitým plevelům je povolen *propaquizafop* (Petříková a kol., 2012).

Petříková a kol. (2012) varuje, že preemergentní herbicidy mohou na půdách s nízkým obsahem organické hmoty a humusu poškozovat vzcházející mrkev a snižovat její výnos a Malý a Petříková (1998) doplňují, že navíc byl na takto ošetřených mrkvích zjištěn i nižší obsah karotenu.

Při vzcházení je mrkev vůči herbicidům citlivá. Postemergentní aplikaci lze proto provést nejdříve ve fázi 2 - 3 pravých listů v závislosti na účinné látce a zdravotním stavu mrkve. Vysokou selektivitu vykazuje i herbicidy *linuron*, který lze použít po vytvoření 2, resp. 3 pravých listů mrkve. Plevelé by však neměli mít víc než 2 pravé listy, citlivé max. 4 - 6 pravých listů (Jursík a kol., 2012).

Jursík a kol. (2006) zjistili, že další růst a vývoj mrkve je rychlý. Po zapojení porostu se již nově vzešlé plevelé uplatňují jen velmi těžko a v dobře zapojených porostech již nemohou negativně ovlivnit výnos. Určitým problémem však mohou být vytrvalé plevelé, jejichž regulace by proto měla být řešena především v předplodině nebo v meziporostním období. Zvláštní důraz je třeba klást na regulaci pcháče osetu.

Vytrvalé a přerostlé jednoleté dvouděložné plevely lze v porostu mrkve potlačovat systematicky působícími herbicidy obsahující úč. látku *fluroxypyr*. Dávka se volí v závislosti na plevelném druhu a jeho růstové fázi. Z vytrvalých plevelů jsou relativně citlivé k této účinné látce svlačec rolní, jitrocele, mléč rolní a některé jednoleté dvouděložné plevely (např. svízel přítula). Nicméně herbicidy s touto účinnou látkou jsou registrovány pouze do semenných porostů a do krmné mrkve. Po aplikaci *fluroxypyr* může docházet k deformacím listů mrkve, avšak tyto příznaky brzy odezní a většinou nedochází ke snížení výnosu, ale u citlivých odrůd může dojít k deformaci kořene.

Podle Jursíka a kol. (2012) lze postemergentně regulovat jednoleté trávovité plevely v porostu mrkve listovými graminicidy (*haloxyfop*, *fluazifop* a *quizalofop*). Tyto herbicidy velmi dobře potlačují také výdrol obilnin a ve vyšších dávkách i pýr plazivý. Mrkev tyto přípravky poměrně dobře snáší, avšak je vhodné je aplikovat až po vytvoření 2. - 3. listu mrkve. Účinnost většiny listových graminicidů na lipnici roční je nedostatečná.

### 3.2.4 Cibule

Podle Jursíka (2004) má ochrana cibule proti plevelům rozhodující vliv na výnos a snadnost sklizně. Jursík a Soukup (2004) uvádí, že cibule pěstovaná ze semene má pomalý počáteční růst a vývoj. Plevely vzcházejí časněji a rostou rychleji než cibule. Konkurence plevelů o vláhu, živiny a sluneční světlo je proto u cibule velmi vysoká (Carlson a Kirby, 2005). Půda zůstává dlouho dobu, většinou po celou vegetaci, bez souvislého půdního pokryvu. Proto i při relativně slabém zaplevelení je třeba k regulaci přistoupit velmi zodpovědně. Cibule bývá zaplevelována téměř všemi plevely, a to jak jednoletými (jarními i ozimými), tak i vytrvalými. Systém regulace zaplevelení je třeba volit podle konkrétního zaplevelení daného pozemku (Jursík, 2004). Janýška (1977) uvádí, že zaplevelení v počáteční fázi vývoje cibule vede k markantnímu snížení výnosů. Zaplevelení koncem vegetace již nesnižuje výnos, ale znesnadňuje, popř. úplně znemožní využití mechanizačních sklizňových prostředků.



### 3.2.4.1 Nechemická regulace plevelů v cibuli

Jestliže se z jakéhokoliv důvodu nepodařilo vytrvalé plevele v předplodině ani v meziporostním období potlačit, je vhodné provést alespoň hlubší orbu a předseťové zpracování půdy. Vytrvalé plevele pak vzcházejí poněkud později (Jursík a Soukup, 2004).

Podle Petříkové a kol. (2006) je vhodné ruční dočištění porostů od přerostlých plevelů, které nebyly herbicidně zničeny. Plečkování je možné v případě, že je cibule pěstována v řádcích vzdálených od sebe 0,45 m (dnes se velkovýrobně neprovádí). Provzdušnění půdy plečkováním sice rostlinám prospívá, dochází však k poškození některých rostlin a narušuje se herbicidní film na povrchu půdy, což vede k urychlenému opětovnému zaplevelování porostu (Petříková a kol., 2012). Plečkování cibule je snazší v kulturách ze sazečky a v kulturách semenaček, jelikož tyto kultury brzy po výsadbě vzcházejí (Janýška, 1977).

### 3.2.4.2 Herbicidní regulace plevelů v cibuli

Porosty cibule jsou v různých růstových fázích citlivé vůči herbicidům. Je tedy nezbytné zhodnotit před aplikací stav porostu, půdní vlastnosti a vlhkost půdy, teplotu vzduchu, intenzitu slunečního svitu, aby se zabránilo vážnějšímu poškození (Malý a Petříková, 2000).

Základem regulace jednoletých plevelů v cibuli by mělo být preemergentní ošetření půdními přípravky (*ethofumesat*, *pendimethalin*). Aplikaci půdních přípravků bychom měli provádět za vyšší půdní vlhkosti. Na suché půdě se účinnost většiny půdních přípravků snižuje. Z těchto důvodů je vhodná před nebo krátce po aplikaci slabá závlaha (Jursík, 2004), která jak uvádí Jursík a Soukup (2004) výrazně zvyšuje účinnost, zejména na jednoleté plevele. Délku reziduálního působení těchto přípravků v půdě ovlivňuje mnoho povětrnostních a půdních faktorů, účinná látka použitého přípravku, případně pomocné látky (adjuvanty). Petříková a kol. (2006) uvádí, že před vzejitím cibule lze zasáhnout také neselektivním listovým herbicidem, což má význam zvláště tam, kde se objevují vytrvalé plevele a dále podle Petříkové a kol. (2012) se po výsevu první herbicidní ošetření provádí nejpozději do 11 dnů,

obvykle přípravky s ú. l. *pendimethalin*. Dobrá účinnost preemergentních herbicidů je však ovlivněna dostatečnou vlhkostí půdy (10 mm srážek do dvou týdnů po aplikaci).

Od vzejití do fáze 2 - 3 pravých listů je cibule relativně citlivá vůči většině kontaktních i půdních herbicidů. V tomto období lze doporučit ošetření porostu cibule jen v případě výrazného selhání preemergentní aplikace, když by hrozilo, že plevelé přerostou a jejich následná regulace již nebude z hlediska dostatečné účinnosti možná. Je však třeba počítat s větším či menším poškozením cibule (Jursík a Soukup, 2004).

Obecně platí zásada, že čím nižší je růstová fáze cibule, tím volíme nižší dávku přípravku. Vhodnější jsou dělené aplikace, případně tank-mix kombinace (kontaktní a půdní herbicid). Po ošetření přípravky, které vykazují vedle kontaktního účinku také kratší či delší reziduální působení v půdě a zabraňují vzcházení nových, vůči herbicidu citlivých plevelů, je vhodné se vyvarovat jakékoliv kultivaci porostu, jinak dojde k porušení herbicidního filmu a na povrch půdy se dostanou nová semena plevelů, která mohou vzcházet a ošetření je pak třeba opakovat (Jursík a Soukup, 2004).

Omezení trávovitých plevelů se docílí aplikací registrovaných systémových graminicidů (Petříková a kol. 2006).

Kontaktními listovými herbicidy (*pyridate*, *oxyfluorfen*) lze citlivé plevelé regulovat až do fáze 6 až 8 pravých listů, systemicky působícími listovými herbicidy (*fluroxypyr*, *clopyralid*) dokonce ještě v pokročilejších fázích. Nicméně i u těchto přípravků klesá účinnost s pokročilejší růstovou fází plevelů. V případě silnějšího výskytu vytrvalých plevelů se neobejdeme bez opakované aplikace *fluroxypyru* při horní hranici povolené do cibule (0,5 litru Starane 250 EC/ha) (Jursík, 2004), ale jak popisují Jursík a Soukup (2004), regulace vytrvalých dvouděložných plevelů by měla být řešena především v předplodině, nebo v meziporostním období.

## 3.3 REZIDUA HERBICIDŮ V ZELENINĚ A PROSTŘEDÍ

### 3.3.1 Herbicidy

Herbicidy jsou nejmladší pesticidní přípravky, které ale v současnosti zaujímají dominantní podíl z hlediska uplatnění přípravků na ochranu rostlin. Zpočátku se používali pouze v porostech nejvýznamnějších plodin. Sondhia (2013) konstatuje, že herbicidy používané v zelenině významným způsobem zefektivňují produkci zeleniny v důsledku účinné a včasné regulace plevelů, zároveň však rezidua herbicidů mohou způsobit mnoho problémů v životním prostředí i ve výživě lidí.

Nejčastěji jsou herbicidy aplikovány postřikem. Do rostliny pronikají skrze listy (listové herbicidy), nebo jsou přijímány kořeny z půdy (půdní herbicidy). Některé herbicidy mohou být přijímány jak listy tak i kořeny, způsob příjmu potom závisí na půdních vlastnostech, povětrnostních podmínkách a pokryvnosti plodiny a plevelů (Håkansson, 2003).

Herbicidy, v porovnání s ostatními přímými či nepřímými metodami regulace zapelevelení, zasáhli do druhového složení plevelných společenstev nejradikálněji. Zároveň je možné konstatovat, že společenstva plevelů se dokázala úspěšně vyrovnávat i s neúčinnějšími herbicidy (Tóth, 2002).

Podle Oliberiuse a Mikulky (1995) má nadměrné a neuvážené používání herbicidů řadu negativních důsledků. Účinné látky herbicidů mohou negativně působit na obsahové látky v mnoha plodinách. Rezidua účinných látek mohou poškozovat následnou plodinu, případně se dostat a přetrvávat v dalších složkách životního prostředí a ohrožovat zdraví zvířat a v konečném důsledku i člověka (Tóth, 2002).

### 3.3.2 Rezidua herbicidů

Chemická ochrana rostlin je v současné době jedním z nezbytných předpokladů k dosažení vysoké intenzity rostlinné produkce. Používání pesticidních látek ale vyvolává celou řadu problémů, z nichž na prvním místě je třeba uvést hygienickotoxikologické riziko pro člověka. Jedním z možných důsledků používání pesticidů v ochraně rostlin je přítomnost reziduí těchto látek v jedlých podílech ošetřených rostlin nebo na nich.

Jako rezidua označujeme zbytek pesticidu nebo jeho rozkladných produktů, které přetrvávají na rostlině nebo v rostlině poté, kdy aplikovaný pesticid podlehl vlivům způsobujícím jeho zředění, chemickou přeměnu nebo odstranění (Pospíšilová a Pospíšil, 1975). Podle společné definice FAO (Food and Agriculture Organization) a WHO (World Health Organization) je reziduum každá cizorodá látka přítomná v různých substrátech (půda, voda, rostliny, krmivo, potravina) v důsledku používání pesticidů (Tóth, 2001).

Pod pojem rezidua se zahrnují:

- 1) metabolity - komponenty, které nejsou totožné s původním pesticidem,
- 2) produkty degradace - jsou definované jako produkty reakcí, degradace původní molekuly,
- 3) produkty transformace (konverze) - jsou sloučeniny, které v porovnání s původní sloučeninou obsahují dodatečné atomy a nebo funkční skupiny, přičemž si ještě zanechávají základní strukturu,
- 4) produkty dekompozice - vznikají hlubokým zásahem do molekuly.
- 5) reakční produkt - je definovaný jako sloučenina vzniklá reakcí rezidua s jinou sloučeninou (Tóth, 2001).

Lozowicka a kol. (2012) uvádí, že pokud je pesticid používán tak, jak je doporučeno na etiketě výrobku, neměly by jeho rezidua překročit maximální limit reziduí MRL (maximum residue levels). MRL jsou stanovovány zpravidla na mezinárodní úrovni. Uvažuje se zbytková koncentrace v plodinách za podmínek správné zemědělské praxe a z toho se vypočítá denní příjem. Ten musí být vždy nižší nežli toxikologický ADI (přijatelný denní příjem na kg hmotnosti člověka).

Maximální limit reziduí se určuje na základě polních experimentů a toxikologických studií o přijatelné denní dávce (Acceptable Daily Intake, ADI) a akutní referenční dávce (Acute Reference Dose, ARfD). ADI odráží chronickou toxicitu - odhad množství sloučeniny v potravíně, přepočtené na kg tělesné hmotnosti, které může být konzumováno denně po celý život bez významnějších zdravotních rizik. ARfD odráží akutní toxicitu - odhad množství sloučeniny v potravíně, přepočtené na kg tělesné hmotnosti, které může být přijato krátkodobě, zpravidla v jednom jídle nebo jednom dni, bez významnějších zdravotních rizik (Kocourek, 2013).

MRL jsou podle Holého a kol. (2011) udávány v mg/kg a mohou se lišit v závislosti na druhu plodiny nebo části sklizeného produktu. Většina MRL se pohybuje v rozmezí od 0,01 do 50 mg/kg (Kocourek, 2013). Maximální limity výskytu reziduí v plodech a ostatních jedlých částech rostlin jsou uvedeny v nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 396/2005 a pozdějších předpisech a jsou shodné pro všechny státy v EU (Holý a kol., 2011).

Rezidua by v ideálním případě neměla být v potravíně přítomny vůbec a proto je žádoucí, aby po splnění své funkce byly rychle degradovány, vytékaly nebo byly omyty (Kocourek, 2013).

### **3.3.2.1 Rezidua herbicidů v zelenině**

Podle Amjada a kol. (2013) je bezpečnost potravin závažnou otázkou. Používání pesticidů při výrobě zeleniny je velmi časté, ale zatím nebyla vytvořena žádná přesná strategie, která by stanovovala optimální dávky herbicidů a zajišťovala minimální zatížení zeleniny i prostředí těmito látkami. Proto Lozowicka a kol. (2012) varuje, že rezidua pesticidů v zelenině představují možné riziko pro spotřebitele a jeho zdraví. Naproti tomu Winter (1992) publikoval, že detekovaná rezidua pesticidů přesahující MRL málokdy představují rezidua toxikologicky významná. Podle Holého a kol. (2011) byl v letech 2008 - 2010 hodnocen výskyt reziduí pesticidů v 56 vzorcích zeleniny od českých pěstitelů. Žádný z hodnocených vzorků zeleniny, zahrnující cibuli, květák, mrkev a salát, nepřekročil MRL pesticidů podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 396/2005. Zjištěné hodnoty reziduí pesticidů byly hluboko pod tímto limitem. V roce 2012 byla inspektory Státní zemědělské a

potravinářské inspekce zjišťována rezidua pesticidů u 498 vzorků, v 7 případech byl maximální reziduální limit překročen. V roce 2013 bylo na rezidua pesticidů hodnoceno 377 vzorků, z toho u 3 vzorků čerstvé zeleniny byl překročen maximální limit pro rezidua pesticidů.

Jursík a Crha (2014) doporučují používat pouze přípravky, které jsou v rostlině rychle degradovány, případně provádět ošetření problematickými přípravky s dostatečně dlouhou dobou před sklizní. Z tohoto pohledu je rezidui herbicidů nejvíce ohrožena zelenina s krátkou vegetační dobou, především kedlubny, salát, ředkvička, atd. Naopak nebezpečí zvýšeného obsahu reziduí herbicidů u pozdních odrůd zeleniny je malé.

Doba degradace herbicidů je podle Holého a kol. (2011) v zelenině značně rozdílná. U hodnocených látek se pohybuje v širokém rozmezí, například rezidua *pendimethalinu* v celeru klesla téměř za dva měsíce na polovinu, ale rezidua *propyzamidu* v salátu klesla už po dvou týdnech více než desetkrát. Pomalá degradace půdních herbicidů souvisí s jejich dlouhým reziduálním účinkem na plevele a s jejich stabilitou v půdním prostředí.

### **3.3.2.2 Rezidua herbicidů v prostředí**

Soceanu a kol. (2009) publikoval, že používání pesticidů vyvolává řadu obav v oblasti životního prostředí. Více než 95 % aplikovaných herbicidů dosáhne jiného místa než je jejich cílové určení. Jedná se především o zasažení necílových rostlinných druhů, odpar do vzduchu, vertikální a horizontální pohyb v půdě srážkovou vodou. Herbicid se tak následně dostává do prostředí (sedimentace na dně toků) a potravin. I přes veškerou opatrnost při používání pesticidů v zemědělství dochází každoročně k poškození kulturních plodin rezidui herbicidů v půdě, které byly aplikovány k předchozí plodině. Tyto škody mohou vznikat v důsledku předávkování přípravku na ochranu rostlin, nesprávnou aplikací či nedodržení časového odstupu mezi aplikací pesticidu a setím následné plodiny (Buryšková, 2006). Podle Galla (2007) je nutno u některých herbicidů počítat s delší kontaminací půdy rezidui herbicidů zvláště při jejich vyšším dávkování. Také suché a studené počasí může zpomalit rozklad herbicidů v půdě (Buryšková, 2006).

Podle Jursíka a Soukupa (2006) rezidua některých herbicidů (některé *sulfonylmočoviny*, *imazethapyr*) mohou způsobovat fytotoxicitu brukvovitých plodin ještě několik měsíců po aplikaci. V rizikových oblastech (těžší půdy a půdy s vyšším pH) je proto vhodné používat k regulaci zaplevelení předplodiny raději herbicidy přijímané pouze listy, případně herbicidy s krátkou perzistencí v půdě.

Snížení koncentrace reziduí herbicidu v půdě se dá dosáhnout hlubokou orbou, závlahou nebo zlepšením mikrobiální činnosti půdy, např. hnojením statkovými hnojivy. Nejlepším způsobem snížení rizika poškození následné plodiny reziduí herbicidu je správná aplikace herbicidů, a to pouze v doporučených dávkách (Buryšková, 2006). Jursík a Crha (2014) uvádějí, že větší riziko perzistence herbicidů v půdě je v sušších letech a při použití minimalizačních technologií zpracování půdy.

## 4. MATERIÁL A METODY

### 4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Polní pokusy zakládané za účelem posouzení obsahu reziduí herbicidů v zelenině v závislosti na termínu aplikace a sklizně byl realizován na pozemku České zemědělské university v Praze. Pozemek byl zvolen na zeměpisných souřadnicích 50°7'52.372" severní šířky a 14°22'11.299" východní délky.

#### 4.1.1 Pedologická a geologická charakteristika stanoviště

Rozbor půdy byl vypracován Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půd na Zbraslavi. Na pozemku pokusného stanoviště se vyskytuje půdní typ černozem. Další půdní charakteristika uvedena v tabulce č. 1

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Podíl jílových částic       | 19,30%     |
| pH půdy                     | 7,5        |
| Kationtová výměnná kapacita | 209 mmol   |
| Obsah fosforu               | 87 mg/kg   |
| Obsah draslíku              | 203 mg/kg  |
| Obsah hořčíku               | 197 mg/kg  |
| Obsah vápníku               | 8073 mg/kg |

**Tabulka č. 1** Půdní charakteristika pokusného pozemku

#### 4.1.2 Klimatická a meteorologická charakteristika stanoviště

Pokusný pozemek se nachází v nadmořské výšce 285 m n. m. Spadá do klimatického regionu T2. Tato oblast se vyznačuje dlouhým teplým a suchým létem, mírně teplým až teplým jarem a podzimem. Zima je zde krátká, mírně teplá, suchá až velmi suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Zde uvedená meteorologická data byla naměřena meteorologickou stanicí katedry agroekologie a biometeorologie na ČZU.

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



Tabulka č. 2 uvádí průměrné měsíční úhrny srážek a průměrné měsíční teploty v průběhu vegetace v letech 2012 a 2013 ve srovnání s dlouhodobým normálem klimatických hodnot jednotlivých měsíců pro Prahu a Středočeský kraj. Tabulka č. 3 uvádí průměrné denní teploty, průměrné denní vlhkosti vzduchu a rychlosti větru v době aplikace herbicidů.

| Rok      | Úhrn srážek (mm/měsíc) | Průměr měsíčních teplot (°C) | Dlouhodobý normál srážek (mm/měsíc) | Dlouhodobý normál teplot (°C) |
|----------|------------------------|------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| 2012     |                        |                              |                                     |                               |
| duben    | 44                     | 9,5                          | 43                                  | 8,1                           |
| květen   | 23,4                   | 16                           | 70                                  | 13                            |
| červen   | 46,8                   | 18,1                         | 75                                  | 16,3                          |
| červenec | 79,9                   | 19,4                         | 72                                  | 17,8                          |
| srpen    | 55,9                   | 20                           | 73                                  | 17,2                          |
| 2013     |                        |                              |                                     |                               |
| duben    | 26,3                   | 9,6                          | 43                                  | 8,1                           |
| květen   | 106,5                  | 12,7                         | 70                                  | 13                            |
| červen   | 173,4                  | 16,8                         | 75                                  | 16,3                          |
| červenec | 54,3                   | 20,6                         | 72                                  | 17,8                          |
| srpen    | 89,5                   | 18,5                         | 73                                  | 17,2                          |

**Tabulka č. 2** Měsíční úhrny srážek a průměrné měsíční teploty v průběhu vegetace v letech 2012 a 2013 v porovnání s dlouhodobým normálem.

| Datum aplikace | Průměrná denní teplota (°C) | Průměrná denní vlhkost vzduchu (%) | Rychlost větru v době aplikace (m/s) |
|----------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| 17.4.2013      | 15,9                        | 60,7                               | 1,53                                 |
| 22.4.2013      | 13,3                        | 67,9                               | 1,65                                 |
| 29.4.2013      | 10,6                        | 80,6                               | 1,34                                 |
| 6.5.2014       | 15                          | 83                                 | 1,7                                  |
| 13.5.2013      | 8,9                         | 80,4                               | 3,19                                 |
| 29.5.2013      | 12,4                        | 88,6                               | 1,67                                 |
| 12.6.2013      | 17,6                        | 53,4                               | 1,11                                 |
| 24.6.2013      | 13,3                        | 86,5                               | 1,54                                 |
| 7.7.2013       | 19,2                        | 61,3                               | 1,8                                  |
| 22.7.2013      | 22,1                        | 47,7                               | 1,15                                 |
| 31.7.2013      | 20,2                        | 66,2                               | 4,22                                 |

**Tabulka č. 3** Porovnání povětrnostních podmínek v době aplikace.

## **4.2 Použitý materiál**

### **4.2.1 Charakteristika zelenin**

Při realizaci této práce byl pěstován květák odrůdy Chamborg od firmy ReproSam, salát hlávkový odrůdy Elenas od firmy ReproSam, mrkev odrůdy Grivola od firmy ReproSam a cibule odrůdy Welington od firmy Syngenta.

## **4.3 Založení a průběh vlastního pokusu**

### **4.3.1 Předplodina**

Předplodinou pro hlávkový salát byla rajčata ošetřená herbicidem Titus 75 WG (*rimsulfuron*) v dávce 60 g/ha.

Předplodinou pro květák byly okurky ke kterým nebyl aplikován žádný herbicid.

Předplodinou pro mrkev bylo zelí, které bylo herbicidně ošetřeno přípravkem Lentagran WP (*pyridate*) v dávce 1 kg/ha a přípravkem Galera (*clopyralid* a *pycloram*) v dávce 0,3 l/ha.

Předplodinou pro cibuli byly brambory, které byly ošetřeny herbicidem Racer 25 EC (*flurochloridone*) v dávce 2 l/ha.

### **4.3.2 Předseťová příprava**

Na podzim roku 2012 byla na pozemku provedena orba do hloubky 30 cm.

Předseťové zpracování půdy bylo zajištěno aktivními vířivými bránami do hloubky 10 cm.

### **4.3.3 Hnojení**

K salátu bylo před výsadbou aplikováno hnojivo NPK (15-15-15) v dávce 300 kg/ha a 4 týdny po výsadbě bylo aplikováno 200 kg/ha ledku vápenatého.

Ke kvěťáku bylo aplikováno před výsadbou 300 kg/ha síranu amonného a 300 kg/ha NPK (15-15-15). Dva týdny po výsadbě bylo přidáno 200 kg/ha ledku amonného s vápencem a pět týdnů po výsadbě ještě 300 kg/ha ledku vápenatého.

K mrkvi bylo před výsevem dodáno hnojivo síran amonný v dávce 400 kg/ha. Ve fázi 6 pravých listů bylo ještě přidáno 300 kg/ha ledku vápenatého.

K cibuli bylo aplikováno před setím 500 kg/ha síranu amonného a ve fázi 4 - 5 pravých listů ještě 300 kg/ha ledku vápenatého.

#### **4.3.4 Výsev a výsadba**

Salát hlávkový byl vysázen z předpěstované sadby dne 22.4.2013. Zakládaly se celkem dvě varianty se třemi opakováními. Velikost parcel byla 1,5 x 6 m (9m<sup>2</sup>). Spon byl 30 x 30 cm a tím bylo na jedné parcele 50 rostlin salátu hlávkového a 50 rostlin salátu ledového.

Kvěťák byl vysázen z předpěstované sadby dne 6.5.2013. Zakládaly se celkem čtyři varianty se třemi opakováními (dvě varianty byly ošetřovány herbicidy a dvě byly kontrolní). Velikost parcel byla 1,5 x 6 m (9m<sup>2</sup>). Spon byl 50 x 70 cm a tím bylo na jedné parcele 26 rostlin.

Mrkev byla vysetá dne 25.4.2013. Zakládalo se celkem pět variant. Tři varianty herbicidně ošetřované byly se čtyřmi opakováními a dvě varianty bez použití herbicidů se třemi opakováními. Velikost parcel byla 2,1 x 5 m (10,5m<sup>2</sup>). Na jedné parcele bylo tedy cca 800 rostlin.

Cibule byla vyseta dne 14.4.2013. Zakládaly se celkem tři varianty se třemi opakováními. Velikost parcel byla 1,5 x 10 m (15m<sup>2</sup>). Na jedné parcele bylo tedy cca 500 rostlin.

#### **4.3.5 Závlaha**

Během vegetace byly jednotlivé zeleniny zavlažovány postřikem. Závlaha byla nastavována manuálně a řízena podle potřeby a průběhu počasí.

#### 4.3.6 Aplikace herbicidů

Aplikace herbicidů k jednotlivým zeleninám proběhla pomocí trakařového maloparcelového postřikovače ZEMS 05. Postřiková kapalina byla aplikována pod tlakem 0,3 MPa. Dávka postřikové kapaliny byla 300 l/ha. Do pokusu byly vybrány přípravky povolené do zeleniny v ČR, z nepovolených přípravků byly vybrány přípravky povolené v okolních zemích, které by mohly být navrženy pro povolení i u nás.

První aplikace herbicidů u salátu proběhla před výsadbou bez zapravení do půdy. Data aplikací a seznam použitých herbicidů, včetně dávky znázorňuje tabulka č. 4.

| Herbicid - účinná látka                          | Datum aplikace | Dávka herbicidu (l/ha, kg/ha) | Počet dnů po výsadbě |
|--|----------------|-------------------------------|----------------------|
| Stomp 400 SC - <i>pendimethalin</i>              | 22.4.2013      | 2,000                         | 0                    |
| Outlook - <i>dimethenamid</i>                    | 22.4.2013      | 0,700                         | 0                    |
| Dual Gold 960 EC - <i>S-metolachlor</i>          | 22.4.2013      | 1,000                         | 0                    |
| Cadou 500 SC - <i>flufenacet</i>                 | 22.4.2013      | 0,300                         | 0                    |
| Command 36 SC - <i>clomazone</i>                 | 22.4.2013      | 0,150                         | 0                    |
| Kerb 40 SC - <i>propyzamide</i>                  | 29.4.2013      | 3,750                         | 7                    |
| Fusilade Forte 150 EC - <i>fluazifop-P-butyl</i> | 13.5.2013      | 2,000                         | 21                   |
| Fusilade Forte 150 EC - <i>fluazifop-P-butyl</i> | 29.5.2013      | 2,000                         | 37                   |
| Garland Forte - <i>propaquizafop</i>             | 13.5.2013      | 1,500                         | 21                   |
| Garland Forte - <i>propaquizafop</i>             | 29.5.2013      | 1,500                         | 37                   |
| Stratos Ultra - <i>cycloxydim</i>                | 13.5.2013      | 2,000                         | 21                   |
| Stratos Ultra - <i>cycloxydim</i>                | 29.5.2013      | 2,000                         | 37                   |
| Targa Super 5 EC - <i>quizalofop-P-ethyl</i>     | 13.5.2013      | 2,500                         | 21                   |
| Targa Super 5 EC - <i>quizalofop-P-ethyl</i>     | 29.5.2013      | 2,500                         | 37                   |

**Tabulka č. 4** Herbicidy, jejich dávky a termíny aplikace v porostu salátu.

První aplikace herbicidů u kvěťáku proběhla před výsadbou bez zapravení do půdy dne 6. 5. 2013. Data aplikací a seznam použitých herbicidů, včetně dávky znázorňuje tabulka č. 5.

| Herbicid - účinná látka                            | Datum aplikace | Dávka herbicidu (l/ha, kg/ha) | Počet dnů po výsadbě |
|--|----------------|-------------------------------|----------------------|
| Brasan 540 EC - <i>clomazone, dimethachlor</i>     | 6.5.2013       | 2,000                         | 0                    |
| Devrinol 45 F - <i>napropamid</i>                  | 6.5.2013       | 4,000                         | 0                    |
| Stomp 400 SC - <i>pendimethalin</i>                | 13.5.2013      | 3,000                         | 7                    |
| Dual Gold 960 EC - <i>S-metolachlor</i>            | 13.5.2013      | 1,200                         | 7                    |
| Dual Gold 960 EC - <i>S-metolachlor</i>            | 12.6.2013      | 1,200                         | 37                   |
| Butisan Max - <i>metazachlor, quinmerac</i>        | 13.5.2013      | 2,500                         | 7                    |
| Butisan Max - <i>metazachlor, quinmerac</i>        | 29.5.2013      | 2,500                         | 23                   |
| Salsa 75 WG - <i>dimethenamid, ethametsulfuron</i> | 13.5.2013      | 0,025                         | 7                    |
| Salsa 75 WG - <i>dimethenamid, ethametsulfuron</i> | 29.5.2013      | 0,025                         | 23                   |
| Galera - <i>clopyralid, pycloram</i>               | 29.5.2013      | 0,300                         | 23                   |
| Galera - <i>clopyralid, pycloram</i>               | 12.6.2013      | 0,300                         | 37                   |
| Lentagran WP - <i>pyridate</i>                     | 29.5.2013      | 1,000                         | 23                   |
| Lentagran WP - <i>pyridate</i>                     | 12.6.2013      | 1,000                         | 37                   |
| Stomp 400 SC - <i>pendimethalin</i>                | 12.6.2013      | 3,000                         | 37                   |
| Garland Forte - <i>propaquizafop</i>               | 24.6.2013      | 1,500                         | 49                   |
| Garland Forte - <i>propaquizafop</i>               | 7.7.2013       | 1,500                         | 62                   |
| Fusilade Forte 150 EC - <i>fluazifop-P-butyl</i>   | 24.6.2013      | 2,000                         | 49                   |
| Fusilade Forte 150 EC - <i>fluazifop-P-butyl</i>   | 7.7.2013       | 2,000                         | 62                   |
| Targa Super 5 EC - <i>quizalofop-P-ethyl</i>       | 24.6.2013      | 2,500                         | 49                   |
| Targa Super 5 EC - <i>quizalofop-P-ethyl</i>       | 7.7.2013       | 2,500                         | 62                   |
| Stratos Ultra - <i>cycloxydim</i>                  | 24.6.2013      | 2,000                         | 49                   |
| Stratos Ultra - <i>cycloxydim</i>                  | 7.7.2013       | 2,000                         | 62                   |

**Tabulka č. 5** Herbicidy, jejich dávky a termíny aplikace v porostu kvěťáku.

První aplikace herbicidů k mrkvi proběhla preemergentně dne 29. 4. 2013. Data aplikací a seznam použitých herbicidů, včetně dávky znázorňuje tabulka č. 6.

| Herbicid - účinná látka                          | Datum aplikace | Dávka herbicidu (l/ha, kg/ha) | Počet dnů po výsevu |
|--|----------------|-------------------------------|---------------------|
| Stomp 400 SC - <i>pendimethalin</i>              | 29.4.2013      | 3,000                         | 0                   |
| Dual Gold 960 EC - <i>S-metolachlor</i>          | 29.4.2013      | 1,200                         | 0                   |
| Dual Gold 960 EC - <i>S-metolachlor</i>          | 7.7.2013       | 1,200                         | 69                  |
| Bandur - <i>aclonifen</i>                        | 29.4.2013      | 3,000                         | 0                   |
| Bandur - <i>aclonifen</i>                        | 12.5.2013      | 1,500                         | 13                  |
| Command 36 SC - <i>clomazone</i>                 | 29.4.2013      | 0,200                         | 0                   |
| Afalon 45 SC - <i>linuron</i>                    | 29.4.2013      | 1,500                         | 0                   |
| Afalon 45 SC - <i>linuron</i>                    | 12.5.2013      | 1,000                         | 13                  |
| Afalon 45 SC - <i>linuron</i>                    | 7.7.2013       | 1,000                         | 69                  |
| Successor 600 - <i>pethoxamid</i>                | 29.4.2013      | 1,500                         | 0                   |
| Successor 600 - <i>pethoxamid</i>                | 12.5.2013      | 1,500                         | 13                  |
| Successor 600 - <i>pethoxamid</i>                | 7.7.2013       | 1,500                         | 69                  |
| Cadou 500 SC - <i>flufenacet</i>                 | 29.4.2013      | 0,300                         | 0                   |
| Cadou 500 SC - <i>flufenacet</i>                 | 12.5.2013      | 0,300                         | 13                  |
| Sencor - <i>metribuzin</i>                       | 12.5.2013      | 0,500                         | 13                  |
| Sencor - <i>metribuzin</i>                       | 24.6.2013      | 0,500                         | 56                  |
| Sencor - <i>metribuzin</i>                       | 15.7.2013      | 0,500                         | 78                  |
| Targa Super 5 EC - <i>quizalofop-P-ethyl</i>     | 24.6.2013      | 2,500                         | 56                  |
| Targa Super 5 EC - <i>quizalofop-P-ethyl</i>     | 7.7.2013       | 2,500                         | 69                  |
| Garland Forte - <i>propaquizafop</i>             | 24.6.2013      | 1,500                         | 56                  |
| Garland Forte - <i>propaquizafop</i>             | 7.7.2013       | 1,500                         | 69                  |
| Garland Forte - <i>propaquizafop</i>             | 15.7.2013      | 1,500                         | 78                  |
| Stratos Ultra - <i>cycloxydim</i>                | 24.6.2013      | 2,000                         | 56                  |
| Stratos Ultra - <i>cycloxydim</i>                | 7.7.2013       | 2,000                         | 69                  |
| Stratos Ultra - <i>cycloxydim</i>                | 15.7.2013      | 2,000                         | 78                  |
| Fusilade Forte 150 EC - <i>fluazifop-P-butyl</i> | 24.6.2013      | 2,000                         | 56                  |
| Fusilade Forte 150 EC - <i>fluazifop-P-butyl</i> | 7.7.2013       | 2,000                         | 69                  |
| Fusilade Forte 150 EC - <i>fluazifop-P-butyl</i> | 15.7.2013      | 2,000                         | 78                  |

**Tabulka č. 6** Herbicidy, jejich dávky a termíny aplikace v porostu mrkve.

První aplikace herbicidů do cibule proběhla preemergentně dne 17. 4. 2013. Data aplikací a seznam použitých herbicidů, včetně dávky znázorňuje tabulka č. 7.

| Herbicid - účinná látka                          | Datum aplikace | Dávka herbicidu (l/ha, kg/ha) | Počet dnů po výsevu |
|--|----------------|-------------------------------|---------------------|
| Bandur - <i>aclonifen</i>                        | 17.4.2013      | 2,500                         | 0                   |
| Bandur - <i>aclonifen</i>                        | 31.7.2013      | 2,500                         | 106                 |
| Cadou 500 SC - <i>flufenacet</i>                 | 17.4.2013      | 0,300                         | 0                   |
| Cadou 500 SC - <i>flufenacet</i>                 | 31.7.2013      | 0,300                         | 106                 |
| Stomp 400 SC - <i>pendimethalin</i>              | 17.4.2013      | 4,000                         | 0                   |
| Stomp 400 SC - <i>pendimethalin</i>              | 31.7.2013      | 4,000                         | 106                 |
| Successor 600 - <i>pethoxamid</i>                | 17.4.2013      | 1,500                         | 0                   |
| Successor 600 - <i>pethoxamid</i>                | 31.7.2013      | 1,500                         | 106                 |
| Stemat Super - <i>ethofumesate</i>               | 17.4.2013      | 2,000                         | 0                   |
| Dual Gold 960 EC - <i>S-metolachlor</i>          | 17.4.2013      | 1,200                         | 0                   |
| Dual Gold 960 EC - <i>S-metolachlor</i>          | 31.7.2013      | 1,200                         | 106                 |
| Lentagran WP - <i>pyridate</i>                   | 12.6.2013      | 2,000                         | 56                  |
| Lentagran WP - <i>pyridate</i>                   | 24.6.2013      | 2,000                         | 68                  |
| Lentagran WP - <i>pyridate</i>                   | 15.7.2013      | 2,000                         | 89                  |
| Starane 250 EC - <i>fluroxypyr</i>               | 12.6.2013      | 0,500                         | 56                  |
| Starane 250 EC - <i>fluroxypyr</i>               | 24.6.2013      | 0,500                         | 68                  |
| Starane 250 EC - <i>fluroxypyr</i>               | 15.7.2013      | 0,500                         | 89                  |
| Goal 2 E - <i>oxyfluorfen</i>                    | 12.6.2013      | 0,700                         | 56                  |
| Goal 2 E - <i>oxyfluorfen</i>                    | 24.6.2013      | 0,700                         | 68                  |
| Goal 2 E - <i>oxyfluorfen</i>                    | 15.7.2013      | 0,700                         | 89                  |
| Sumimax - <i>flumioxazin</i>                     | 24.6.2013      | 0,060                         | 68                  |
| Sumimax - <i>flumioxazin</i>                     | 15.7.2013      | 0,060                         | 89                  |
| Targa Super 5 EC - <i>quizalofop-P-ethyl</i>     | 7.7.2013       | 2,500                         | 81                  |
| Fusilade Forte 150 EC - <i>fluazifop-P-butyl</i> | 7.7.2013       | 2,000                         | 81                  |
| Fusilade Forte 150 EC - <i>fluazifop-P-butyl</i> | 22.7.2013      | 2,000                         | 97                  |
| Garland Forte - <i>propaquizafop</i>             | 7.7.2013       | 1,500                         | 81                  |
| Garland Forte - <i>propaquizafop</i>             | 22.7.2013      | 1,500                         | 97                  |
| Outlook - <i>dimethenamid</i>                    | 31.7.2013      | 1,400                         | 106                 |

**Tabulka č. 7** Herbicidy, jejich dávky a termíny aplikace v porostu cibule.

#### 4.3.7 Odběr vzorků

Odběr vzorků zelenin probíhal etapovitě v závislosti na průběhu dozrávání jednotlivých druhů a na termínu aplikace herbicidů.

Vzorky salátu hlávkového byly poprvé odebrány dne 10.6.2013 a podruhé dne 17.6.2013. Z jednotlivých opakování herbicidně ošetřených variant bylo odebráno šest průměrných salátů. Vzorek na rozbor vznikl vybráním vždy jednoho reprezentativního salátu z každého opakování pro každou herbicidní variantu.

Vzorky květáku byl odebrány dne 29.7.2013. Z jednotlivých opakování herbicidně ošetřených variant byly odebrány tři největší květáky. Vzorek na rozbor vznikl vybráním vždy jednoho reprezentativního květáku z každého opakování pro každou herbicidní variantu.

Vzorky mrkve byla odebrány poprvé dne 17.7.2013, podruhé dne 29. 7. 2013 a potřetí dne 12. 8. 2013. Z jednotlivých opakování herbicidně ošetřených variant byly odebrány průměrné mrkve tak, aby finální směsný vzorek z jednotlivých variant měl cca 750 g.

Vzorky cibule byly odebrány poprvé dne 12. 8. 2013 a podruhé 19.8.2013. Z jednotlivých opakování všech herbicidně ošetřených variant bylo odebráno po čtyřech cibulích. Vzorek na rozbor vznikl sloučením jednotlivých opakování herbicidně ošetřených variant a měl tedy po dvanácti cibulích.

| Zelenina | Datum setí/výsadby | Datum aplikace herbicidů |       |       |       |       |       |       | Datum odběru vzorků |       |       |
|----------|--------------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|
| Salát    | 22.4.2013          | 22.4.                    | 29.4. | 13.5. | 29.5. |       |       |       | 10.6.               | 17.6. |       |
| Květák   | 6.5.2013           | 6.5.                     | 13.5. | 29.5. | 12.6. | 24.6. | 7.7.  |       | 29.7.               |       |       |
| Mrkev    | 25.4.2013          | 29.4.                    | 12.6. | 24.6. | 7.7.  | 15.7. |       |       | 17.7.               | 29.7. | 12.8. |
| Cibule   | 14.4.2013          | 17.4.                    | 12.6. | 24.6. | 7.7.  | 15.7. | 22.7. | 31.7. | 12.8.               | 19.8. |       |

**Tabulka č. 8** Přehled testovaných zelenin, termínů výsevů či výsadeb, termínů aplikací a termínů odběrů vzorků pro analýzy reziduí herbicidů.



#### **4.3.8 Ochrana pokusných ploch proti chorobám a škůdcům**

Mimo použití herbicidů bylo do porostů zelenin aplikován ještě několik přípravků na ochranu rostlin.

4 týdny po výsadbě byl hlávkový salát ošetřen fungicidem Ridomil Gold MZ v dávce 2,5 kg/ha.

Porost kvěťáku byl týden po výsadbě ošetřen insekticidem Nurelle D v dávce 0,6 l/ha, 3 týdny po výsadbě byl aplikován Proteus 110 OD v dávce 0,5 l/ha a 6 týdnů po výsadbě bylo aplikován insekticid Karate se Zeon technologií 5 SC v dávce 0,2 l/ha.

Mrkev byla ošetřena dne 10. 7. fungicidem Ortiva v dávce 1 l/ha.

Cibule byla 10. 7. ošetřena fungicidem Ridomil Gold MZ v dávce 2,5 kg/ha a následně dne 25. 7. fungicidem Acrobat MZ WG v dávce 2 kg/ha.

#### **4.3.9 Hodnocení reziduí herbicidů v odebraných vzorcích zeleniny**

Analýza vzorků zeleniny na rezidua herbicidů byla provedena v akreditované laboratoři VŠCHT v Praze, kde byly nejprve homogenizovány a následně zamrazeny pro lepší uchování. V jednotlivých vzorcích byl stanovován obsah reziduí z aplikovaných herbicidů v µg/kg.

##### **4.3.9.1 Stanovení obsahových látek**

Pro další zpracování byla použita extrakční metoda QuEChERS, která je vhodná pro matrice s vysokým obsahem vody (více jak 70 %) a nebo pro vzorky, kde je voda doplněna (mrkev v sobě vázanou vodu pouští obtížně). Tím byla snížena hmotnost navážky vzorků z 10 g na 5 g. Vzorek byl tedy tvořen z 5 g navážky a 5 ml vody. Dále bylo přidáno 10 ml acetonitrilu a vzorek byl 2 minuty protřepáván. Po protřepání byly dodány 4 g síranu hořečnatého a 1 g chloridu sodného a následně byl vzorek 1 minutu protřepáván. Nakonec byl do rozborovaného vzorku přidán trifenyl fosfát (TPP) jako vnitřní standart a opět byl vzorek lehce protřepán.

Takto připravený vzorek byl odstředován po dobu 5 minut při 10 000 otáčkách/min. Po odstředění byl vzorek převeden do vialky (speciální nádoby) a ta byla umístěna do kapalinového chromatografu s hmotnostním spektrometrem LC-MS. Data byla zpracována softwarem Mass Lynx.

Hodnoty maximálních limitů reziduí (MRL) pro jednotlivé účinné látky herbicidů a druhy zelenin jsou uvedené v tabulce č. 9.

| Účinná látka         | MRL - maximální limit reziduí (mg/kg) |               |              |               |
|----------------------|---------------------------------------|---------------|--------------|---------------|
|                      | MRL<br>salát                          | MRL<br>květák | MRL<br>mrkev | MRL<br>cibule |
| <i>pendimethalin</i> | 0,05                                  | 0,05          | 200          | 0,05          |
| <i>propyzamide</i>   | 1                                     | *             | *            | *             |
| <i>clomazone</i>     | 0,01                                  | 0,01          | 0,01         | *             |
| <i>flufenacet</i>    | 50                                    | *             | 0,05         | 0,05          |
| <i>dimethenamid</i>  | 0,01                                  | 0,01          | *            | 0,01          |
| <i>S-metolachlor</i> | 0,05                                  | 0,05          | 0,05         | 0,05          |
| <i>quizalofop</i>    | 0,4                                   | 0,4           | 0,4          | 0,4           |
| <i>cycloxydim</i>    | 1                                     | 5             | 0,5          | *             |
| <i>propaquizafop</i> | 0,05                                  | 0,05          | 0,1          | 0,1           |
| <i>fluazifop</i>     | 0,2                                   | 0,2           | 0,3          | 0,3           |
| <i>linuron</i>       | *                                     | *             | 0,2          | *             |
| <i>metribuzin</i>    | *                                     | *             | 0,1          | *             |
| <i>pethoxamid</i>    | *                                     | *             | 0,01         | 0,01          |
| <i>aclonifen</i>     | *                                     | *             | 0,1          | 0,05          |
| <i>flumioxazin</i>   | *                                     | *             | *            | 0,05          |
| <i>fluroxypyr</i>    | *                                     | *             | *            | 0,05          |
| <i>oxyfluorfen</i>   | *                                     | *             | *            | 0,05          |
| <i>pyridate</i>      | *                                     | 0,05          | *            | 0,05          |
| <i>ethofumesate</i>  | *                                     | *             | *            | 0,05          |
| <i>clopyralid</i>    | *                                     | 3             | *            | *             |
| <i>picloram</i>      | *                                     | 0,01          | *            | *             |
| <i>quinmerac</i>     | *                                     | 0,1           | *            | *             |
| <i>metazachlor</i>   | *                                     | 0,3           | *            | *             |
| <i>dimethachlor</i>  | *                                     | 0,02          | *            | *             |
| <i>napropamide</i>   | *                                     | 0,1           | *            | *             |

\* účinná látka nebyla k dané zelenině aplikována

**Tabulka č. 9** Hodnoty MRL účinných látek herbicidů pro testované zeleniny.

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 Modely degradace účinných látek herbicidů v zelenině

Nelineární modely degradace jednotlivých účinných látek herbicidů byly vytvořeny podle rovnice  $y = ax + b$ , kde  $y$  = množství detekované účinné látky v zelenině (mg/kg) a  $x$  = počet dnů od aplikace. Použitá data byla získána v letech 2012 a 2013.

#### 5.1.1 Inhibitory fotosystému II (PS II inhibitory)

##### 5.1.1.1 Metribuzin

*Metribuzin* (Sencor 70 WG) aplikovaný postemergentně do porostu mrkve byl již 2 dny po aplikaci degradován pod hodnotu MRL. 20 - 60 dní po aplikaci se obsah reziduí *metribuzinu* pohyboval na hranici detekce přístroje (0,002 mg/kg). Průběh degradace *metribuzinu* v mrkvi je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 1 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

##### 5.1.1.2 Linuron

*Linuron* (Afalon 45 SC) aplikovaný preemergentně a postemergentně do porostu mrkve bez zapravení do půdy byl již 10 dní po aplikaci degradován pod hranici MRL. Rezidua *linuronu* byla v roce 2012 detekována i 127 dní po aplikaci na hranici detekce měření přístroje (0,002 mg/kg) a v roce 2013 nebyla rezidua *linuronu* v mrkvi detekována 92 dní po aplikaci. Průběh degradace *linuronu* v mrkvi je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 2 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

## 5.1.2 Inhibitory syntézy porfyrinů (PPO inhibitory)

### 5.1.2.1 Oxyfluorfen

*Oxyfluorfen* (Goal 2 E) aplikovaný postemergentně do porostu cibule byl již 28 dní po aplikaci degradován pod hranici MRL. Rezidua *oxyfluorfeny* byla detekována v nepatrném množství (0,002 mg/kg) ještě 87 dní po aplikaci. Průběh degradace *oxyfluorfeny* v cibuli je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 3 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

## 5.1.3 Inhibitory syntézy diterpenů

### 5.1.3.1 Clomazone

*Clomazone* (Command 36 SC) aplikovaný preemergentně do porostu mrkve bez zapravení do půdy nebyl v roce 2013 80 dní po aplikaci detekován. V roce 2012 byl obsah reziduí *clomazonu* detekován 112 dní po aplikaci na hranici meze detekce 0,002 mg/kg. Rezidua *clomazonu* v roce 2012 nebyla detekována ve vzorcích mrkve 127 dní po aplikaci.

## 5.1.4 Inhibitory ACCasy (listové graminicidy)

### 5.1.4.1 Fluazifop

*Fluazifop* (Fusilade Forte 150 EC) aplikovaný postemergentně do porostu salátu byl již 12 dní po aplikaci degradován pod hranici MRL (0,133 mg/kg). Rezidua *fluazifopu* nebyla v salátu detekována již 26 dní po aplikaci. Průběh degradace *fluazifopu* v salátu je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 4 (přílohy).

*Fluazifop* (Fusilade Forte 150 EC) aplikovaný postemergentně do porostu kvěťáku byl v roce 2013 detekována 10 dní po aplikaci v míře šestkrát větší než je hodnota MRL (1,226 mg/kg). V roce 2012 byl 20 dní po aplikaci *fluazifopu* obsah reziduí pětkrát větší než hodnota MRL (0,984 mg/kg). V roce 2013 klesl obsah reziduí v kvěťáku pod hranici MRL (0,185 mg/kg) 35 dní po aplikaci ale v roce 2012 byl 36 dní po aplikaci stále detekován nad hranicí MRL (0,372 mg/kg). Rezidua *fluazifopu* pod hranicí MRL byla detekována v kvěťáku, pokud byl odběr vzorků

proveden 44 dní po jeho aplikaci. Průběh degradace *fluazifopu* v kvěťáku je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 5 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

*Fluazifop* (Fusilade Forte 150 EC) aplikovaný postemergentně do porostu mrkve byl v roce 2013 detekován v míře dvakrát větší než je hodnota MRL (0,68 mg/kg) 2 dny po jeho aplikaci. V roce 2012 se již 8 dní po aplikaci obsah reziduí *fluazifopu* blížil hranici MRL (0,328 mg/kg), ale obsah reziduí pod hranicí MRL (0,267 mg/kg) byl detekován až 28 dní po aplikaci. V roce 2013 byla detekována rezidua pod hranicí MRL (0,159 mg/kg) již 10 dní po aplikaci. V obou letech nebyla rezidua *fluazifopu* detekována, pokud byl vzorek odebrán 50 dní po aplikaci. Průběh degradace *fluazifopu* v mrkvi je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 6 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

*Fluazifop* (Fusilade Forte 150 EC) aplikovaný postemergentně do porostu cibule byl 20 dní po aplikaci degradován pod hranici MRL (0,022 mg/kg). Rezidua *fluazifopu* nebyla v roce 2012 ve vzorcích cibule detekována již po 36 dnech od aplikace, ale v roce 2013 byla detekována ještě 49 dní po aplikaci (0,006 mg/kg). V roce 2013 bylo 85 dní po aplikaci zjištěno ve skladovaném vzorku cibule značné navýšení obsahu reziduí *fluazifopu* (50 % hodnoty MRL - 0,154 mg/kg). Tato skutečnost mohla vzniknout chybou v měření přístroje, záměnou vzorků nebo jiným cizím zaviněním, proto nebyla tato hodnota použita při tvorbě modelu degradace. Průběh degradace *fluazifopu* v cibuli je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 7 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

#### **5.1.4.2 Quizalofop-P-ethyl**

*Quizalofop-P-ethyl* (Targa Super 5 EC) aplikovaný postemergentně do porostu salátu byl již 10 dní po aplikaci detekován pod hranicí MRL (0,097 mg/kg). Rezidua *quizalofop-P-ethylu* však byla detekována ještě 33 dní po aplikaci (0,021 mg/kg). Z grafu č. 8 (příloha) vyplývá, že je pravděpodobné, že rezidua *quizalofopu* nebudou v salátu detekována až po více než 40 dnech po aplikaci. Průběh degradace *quizalofop-P-ethylu* v salátu je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 8 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

*Quizalofop-P-ethyl* (Targa Super 5 EC) aplikovaný postemergentně do porostu kvěťáku byl 10 dní po aplikaci detekován pod hodnotou MRL (0,073 mg/kg). Rezidua *quizalofop-P-ethylu* byla detekována také 44 dní po aplikaci (0,009 mg/kg). Z grafu 9 (příloha) vyplývá, že je pravděpodobné, že rezidua *quizalofopu* nebudou v kvěťáku detekována až po více než 50 dnech po jeho aplikaci. Průběh degradace *quizalofop-P-ethylu* v kvěťáku je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 9 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

*Quizalofop-P-ethyl* (Targa Super 5 EC) aplikovaný postemergentně do porostu mrkve byl detekován pod hranicí MRL již 2 dny po aplikaci (0,014 mg/kg). V roce 2012 bylo 8 dní po aplikaci detekováno ve vzorku mrkve 0,011 mg/kg *quizalofop-P-ethylu*, ale v roce 2013 bylo 10 dní po aplikaci detekováno 0,108 mg/kg *quizalofop-P-ethylu*. Ve vzorcích odebraných 35 dní po aplikaci bylo detekováno 0,021 mg/kg *quizalofop-P-ethylu* a v roce 2012 byly 36 dní po aplikaci detekovány ve vzorcích mrkve 0,004 mg/kg *quizalofop-P-ethylu*. V roce 2012 nebyla detekována rezidua *quizalofop-P-ethylu* 50 dní po aplikaci, přičemž ale v roce 2013 bylo 50 dní po aplikaci detekováno 0,008 mg/kg *quizalofop-P-ethylu*. Průběh degradace *quizalofop-P-ethylu* v mrkvi je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 10 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

*Quizalofop-P-ethyl* (Targa Super 5 EC) aplikovaný postemergentně do porostu cibule byl v roce 2012 detekován v minimálním množství (0,001 mg/kg) již od 20 dní po aplikaci. V roce 2013 nebyla rezidua *quizalofop-P-ethylu* detekována 36 dní po aplikaci, ale v roce 2012 nebyla rezidua detekována až 57 dní od aplikace.

### 5.1.5 Inhibitory prodlužování řetězců mastných kyselin

#### 5.1.5.1 Ethofumesat

*Ethofumesat* (Stemat Super) aplikovaný preemergentně do porostu cibule bez zapravení do půdy byl 104 dní po aplikaci degradován pod hranici MRL. Rezidua *ethofumesatu* nebyla detekována ani ve vzorcích cibule 138 dní po aplikaci. Průběh degradace *ethofumesatu* v cibuli je vyjádřen v tabulce č 10. Použitá data jsou z roku 2012.

|   |       |       |       |     |
|---|-------|-------|-------|-----|
| Dny po aplikaci                           | 104   | 112   | 126   | 138 |
| Obsah reziduí <i>ethofumesatu</i> (mg/kg) | 0,006 | 0,004 | 0,002 | 0   |

Tabulka č. 10 Degradace obsahu *ethofumesatu* v cibuli v čase. MRL: 0,05 mg/kg.

## 5.1.5 Inhibitory syntézy mastných kyselin s dlouhým řetězcem (VLCFA)

### 5.1.5.1 Pethoxamid

Rezidua *pethoxamidu* (Successor 600) aplikovaného preemergentně i postemergentně do porostu mrkve byla při všech měřeních na hranici meze detekce měření (0,002 mg/kg). Rezidua *pethoxamidu* nebyla detekována v mrkvi, pokud byl odběr vzorků proveden 77 dní po aplikaci. Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

### 5.1.5.2 S-metolachlor

*S-metolachlor* (Dual Gold 960 EC) aplikovaný preemergentně a postemergentně do porostu mrkve bez zapravení do půdy byl 10 dní po aplikaci detekován v hodnotách převyšující hranici MRL (0,068 mg/kg). 22 dní po aplikaci obsah reziduí *S-metolachloru* klesl pod hranici MRL (0,021 mg/kg). Rezidua *S-metolachloru* byla detekována i po 146 dnech po preemergentní aplikaci (0,004 mg/kg). Průběh degradace *S-metolachloru* v salátu je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 11 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

*S-metolachlor* (Dual Gold 960 EC) aplikovaný do porostu cibule byl detekován pod hranicí MRL již 8 dní po aplikaci (0,003 mg/kg). Rezidua *S-metolachloru* nebyla detekována 19 dní po postemergentní aplikaci. Po preemergentní aplikaci nebyly detekovány rezidua tohoto herbicidu ani v jednom pokusném roce. Průběh degradace *S-metolachloru* v cibuli je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 12 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

### 5.1.5.3 Flufenacet

*Flufenacet* (Cadou) aplikovaný preemergentně a postemergentně do porostu mrkve byl 35 dní po aplikaci degradován pod hranici MRL (0,003 mg/kg). V roce 2013 nebyla rezidua *flufenacetu* ve vzorcích mrkve detekována 61 dnů po aplikaci, ale v roce 2012 byla detekována rezidua na hranici meze detekce přístroje (0,002 mg/kg) ještě 127 dní po aplikaci. Rezidua *flufenacetu* nebyla v roce 2012 detekována 146 dní po aplikaci. Průběh degradace *flufenacetu* v mrkvi je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 13 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

## 5.1.6. Inhibitory stavby mikrotubulů

### 5.1.6.1 Pendimethalin

*Pendimethalin* (Stomp 400 SC) aplikovaný před výsadbou salátu bez zapravení do půdy byl 41 dní po aplikaci detekován v množství překračující hodnotu MRL (0,085 mg/kg v roce 2012 a 0,052 mg/kg v roce 2013). Obsah reziduí *pendimethalinu* v salátu klesl pod hranici MRL (0,038 mg/kg) až 48 dní po aplikaci. Detekovatelné množství reziduí *pendimethalinu* (0,003 mg/kg) bylo nalezeno ještě 55 dní po aplikaci. S narůstající biomasou salátu byl průběh degradace zrychlen. Průběh degradace *pendimethalinu* v salátu je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 14 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

*Pendimethalin* (Stomp 400 SC) aplikovaný před výsadbou kvěťáku byl ve vzorcích nalezen pouze jednou (0,003 mg/kg) a to 47 dní po aplikaci v roce 2013.

*Pendimethalin* (Stomp 400 SC) aplikovaný preemergentně do porostu mrkve byl detekován 80 dní po aplikaci v množství lehce převyšující mez detekce měření (0,003 mg/kg). Obsah reziduí převyšující mez detekce měření (0,003 mg/kg) byl detekován i 127 dní po aplikaci. Rezidua *pendimethalinu* nebyla detekována v mrkvi až 146 dní po aplikaci. Průběh degradace *pendimethalinu* v mrkvi je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 15 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

*Pendimethalin* (Stomp 400 SC) aplikovaný preemergentně do porostu cibule byl 8 dní po aplikaci detekován pod hranicí MRL (0,022 mg/kg). Rezidua *pendimethalinu* detekována v cibuli již od 50 do 150 dne po jeho preemergentní aplikaci byla velmi nízká (do 0,005 mg/kg). Průběh degradace *pendimethalinu* v cibuli je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 16 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.



### 5.1.6.2 Propyzamide

*Propyzamide* (Kerb 40 SC) aplikovaný postemergentně do porostu salátu byl 40 dní po aplikaci detekován pod hranicí MRL (0,019 mg/kg). 48 dní po aplikaci byla detekovaná hodnota rovna hodnotě meze detekce měření (0,002 mg/kg). S narůstající biomasou salátu byl průběh degradace výrazně zrychlen. Průběh degradace *propyzamidu* v salátu je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 17 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

### 5.1.7 Neznámý způsob účinku

#### 5.1.7.1 Aclonifen

*Aclonifen* (Bandur) aplikovaný preemergentně a postemergentně do porostu mrkve v roce 2013 bez zapravení do půdy byl již 35 dní po aplikaci degradován pod hranicí MRL (0,01 mg/kg). Rezidua *aclonifenu* nebyla v mrkvi detekována 77 dní po aplikaci. Naopak, v roce 2012 byla 146 dní po aplikaci detekována rezidua *aclonifenu* (0,005 mg/kg), což je pod hranicí MRL. Průběh degradace *aclonifenu* v mrkvi je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 18 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

*Aclonifen* (Bandur) aplikovaný preemergentně a postemergentně do porostu cibule byl detekován v roce 2012 v množství převyšující hranici MRL 8 dní po aplikaci (0,082 mg/kg). V roce 2013 byl 12 dní po aplikaci obsah reziduí *aclonifenu* pod hranicí MRL. Rezidua *aclonifenu* nebyla v roce 2012 detekována 41 dní po aplikaci, ale v roce 2013 byla 40 dní po aplikaci detekována v množství 0,016 mg/kg. V obou letech byla rezidua *aclonifenu* detekována i po 120 dnech po aplikaci (0,002 mg/kg a 0,005 mg/kg). Ve vzorcích cibule nebyla detekována rezidua *aclonifenu* 138 dní po aplikaci. Průběh degradace *aclonifenu* v cibuli je vyjádřen exponenciální funkcí v grafu č. 19 (přílohy). Použitá data jsou pokusů z let 2012 a 2013.

### 5.1.8 Ostatní zkoumané herbicidy

U ostatních zkoumaných herbicidů v jednotlivých zeleninách nebyly při stanovení obsahových látek detekovány jejich rezidua. Účinné látky herbicidů, které nebyly ve vzorcích zeleniny během let 2012 a 2013 detekovány jsou uvedeny v tabulce č. 11.

| Salát                | Květák               | Mrkev                | Cibule               |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <i>clomazone</i>     | <i>clomazone</i>     | <i>cylcoxydim</i>    | <i>flumioxazin</i>   |
| <i>flufenacet</i>    | <i>clopyralid</i>    | <i>propaquizafop</i> | <i>flufenacet</i>    |
| <i>dimethenamid</i>  | <i>picloram</i>      |                      | <i>fluroxypyr</i>    |
| <i>S-metolachlor</i> | <i>quinmerac</i>     |                      | <i>pethoxamid</i>    |
| <i>cycloxydim</i>    | <i>metazachlor</i>   |                      | <i>pyridate</i>      |
| <i>propaquizafop</i> | <i>pyridate</i>      |                      | <i>dimethenamid</i>  |
|                      | <i>dimethachlor</i>  |                      | <i>propaquizafop</i> |
|                      | <i>dimethenamid</i>  |                      |                      |
|                      | <i>S-metolachlor</i> |                      |                      |
|                      | <i>napropamide</i>   |                      |                      |
|                      | <i>cocloxydim</i>    |                      |                      |
|                      | <i>propaquizafop</i> |                      |                      |

**Tabulka č. 11** Účinné látky herbicidů, které nebyly nalezeny při detekci reziduí herbicidů v testované zelenině.

## 6. DISKUSE

### 6.1. Rezidua herbicidů v salátu

Ve vzorcích salátu nebyla detekována rezidua účinných látek *clomazone*, *flufenacet*, *dimethenamid*, *S-metolachlor*, *cycloxydim* a *propaquizafop*. Tyto látky jsou v testovaných zeleninách rychle metabolizovány, nebo je jejich kořenový příjem či transport v rostlině minimální.

*Quizalofop-P-ethyl* aplikovaný postemergentně do porostu salátu byl již 10 dní po aplikaci detekován pod hranicí MRL (0,097 mg/kg). Rezidua však byla detekována ještě 33 dní po aplikaci (0,021 mg/kg). Je pravděpodobné, že rezidua *quizalofop-P-ethylu* nebudou v salátu detekována až po více než 40 dnech po aplikaci, což je důležité v případě „nízkoreziduální“ či „bezreziduální“ produkce, kterou některé obchodní řetězce požadují od svých dodavatelů zeleniny.

*Pendimethalin* aplikovaný před výsadbou salátu byl 41 dní po aplikaci detekován v množství překračující hodnotu MRL (0,085 mg/kg v roce 2012 a 0,052 mg/kg v roce 2013). Obsah reziduí v salátu klesl pod hranici MRL (0,038 mg/kg) až 48 dní po aplikaci. Detekované množství reziduí (0,003 mg/kg) bylo nalezeno ještě 55 dní po aplikaci. S rostoucí hmotností biomasy salátu nejspíše docházelo k nakoncentrování reziduí herbicidu, či byl průběh degradace *pendimethalinu* zrychlen. Estruk a kol. (2014) však v Turecku detekoval ve sklizeném salátu určeném k prodeji rezidua této úč. látky, která překračovala hodnotu MRL ve 20 vzorcích ze 120.

Rychlost degradace účinné látky *propyzamide*, přestože byla aplikována po výsadbě salátu, byla poměrně rychlá a 40 dní po aplikaci byla tato látka detekována pod hranicí MRL (0,019 mg/kg). 48 dní po aplikaci byla detekovaná hodnota rovna hodnotě meze detekce měření (0,002 mg/kg). Lze tedy předpokládat, že degradace *propyzamidu* v salátu je oproti *pendimethalinu* rychlejší, nebo je hůře přijímán kořeny salátu z půdy.

## 6.2 Rezidua herbicidů v kvěťáku

Ve vzorcích kvěťáku nebyla v letech 2012 ani 2013 detekována rezidua účinných látek *clomazone*, *clopyralid*, *picloram*, *quinmerac*, *metazachlor*, *pyridate*, *dimethachlor*, *dimethenamid*, *S-metolachlor*, *napropamide*, *cycloxydim* a *propaquizafop*. Tyto látky jsou v testovaných zeleninách rychle metabolizovány, nebo je jejich kořenový příjem, či transport v rostlině minimální.

Stejných výsledků dosáhli ve svých pokusech i Jursík a Crha (2014), kteří nedetekovali v pokusech s kvěťákem žádná rezidua herbicidů obsahující úč. látky *clomazone*, *metazachlor*, *dimethenamid* a *quinmerac*, pokud byla jejich aplikace provedena 50 dní před sklizní. *Pyridate*, *clopyralid* a *picloram* v kvěťáku nedetekovali ani v případě, že ošetření bylo provedeno tři týdny před sklizní.

*Fluazifop* vykázal nejdelší perzistenci v kvěťáku. Nalezené množství této účinné látky v testovaných vzorcích bylo několikanásobně vyšší než hodnoty MRL. Podobné výsledky zaznamenali také Jursík a Crha (2014), kteří publikovali, že rezidua *fluazifopu* byly detekovány i v případě, že doba od aplikace do sklizně byla delší než 40 dní. V kvěťáku byly také nalezeny rezidua dalšího listového graminicidu *quizalofopu*, ty však byly vždy detekovány pod hodnotou MRL (max. 0,073 mg/kg).

*Pendimethalin* aplikovaný postemergentně do porostu kvěťáku byl ve vzorcích nalezen pouze jednou (0,003 mg/kg) a to v roce 2013, kdy mohlo dojít vlivem vysokých srážek po aplikaci k jeho proplavení do hlubších vrstev půdy, kde byl snáze přijímán kořeny kvěťáku. Také Sondhia (2013), detekovala jen nepatrné množství reziduí *pendimethalinu* ve vzorcích kvěťáku (0,001 mg/kg).

## 6.3 Rezidua herbicidů v mrkvi

Ve vzorcích mrkve nebyla detekována rezidua účinných látek *cycloxydim* a *propaquizafop*. Tyto látky jsou v testovaných zeleninách rychle metabolizovány, nebo je jejich kořenový příjem, či transport v rostlině minimální.

*Metribuzin* aplikovaný postemergentně do porostu mrkve byl již 2 dny po aplikaci degradován pod hodnotu, lze tedy předpokládat, že listový příjem tohoto herbicidu mrkví je minimální a herbicid na povrchu listů podléhá rychlé degradaci.

*Linuron* aplikovaný preemergentně a postemergentně do porostu mrkve do půdy byl již 10 dní po aplikaci degradován pod hranici MRL. Malé množství reziduí (na hranici detekce měření přístroje - 0,002 mg/kg) však bylo detekováno v roce 2012 i 127 dní po aplikaci, což mohlo být způsobeno pomalou degradací herbicidu v půdě v suchých podmínkách roku 2012. Podobné výsledky byly zaznamenány také u *clomazone*.

Z testovaných listových graminicidů bylo největší množství reziduí nalezeno ve vzorcích mrkve u *fluazifopu*, který byl v roce 2013, 2 dny po jeho aplikaci detekován ve dvakrát vyšších hodnotách než je hodnota MRL (0,68 mg/kg). Malé množství reziduí (vždy do 10 % MRL) bylo detekováno také u listového graminicidu *quizalofop-P-ethyl*.

Rezidua *pethoxamidu*, *pendimetalinu* a *flufenacetu* aplikovaného preemergentně i postemergentně do porostu mrkve byla při všech měřeních na hranici meze detekce měření (0,002 mg/kg), lze tedy předpokládat, že jeho perzistence v půdě je sice poměrně dlouhá, ale jeho příjem mrkví je minimální.

*S-metolachlor* aplikovaný postemergentně do porostu mrkve byl 10 dní po aplikaci detekován v hodnotách převyšující hranici MRL (0,068 mg/kg). U této účinné látky je tedy potencionální nebezpečí kontaminace mrkve, zejména v případě že nebude tento herbicid použit preemergentně. K podobnému závěru došli i Amjad a kol. (2013), kteří detekovali ve všech vzorcích mrkve z tržiště obsah *S-metolachloru* v rozmezí 0,0046 až 0,0073 mg/kg.

*Aclonifen* aplikovaný do porostu mrkve byl 35 dní po aplikaci degradován pod hranici MRL (0,01 mg/kg). Až po 77 dnech po aplikaci došlo k poklesu reziduí pod mez detekce přístroje v roce 2013. V roce 2012 byla ještě 146 dní po preemergentní aplikaci detekována rezidua *aclonifenu* (0,005 mg/kg), což mohlo být způsobeno suššími podmínkami v roce 2012.

## 6.4 Rezidua herbicidů v cibuli

Ve vzorcích cibule nebyla detekována rezidua účinných látek *flumioxazin*, *flufenacet*, *fluroxypyr*, *pethoxamid*, *pyridate*, *dimethenamid* a *propaquizafop*. Tyto látky jsou v testovaných zeleninách rychle metabolizovány, nebo je jejich kořenový příjem, či transport v rostlině minimální.

Janaki a kol. (2013) uvádí, že rezidua *oxyfluorfenu* v cibuli degradují již během 6 dnů po aplikaci. V našich pokusech byl *oxyfluorfen* aplikovaný postemergentně do porostu cibule po 28 dnech po aplikaci degradován pod hranici MRL (0,003 mg/kg). Rezidua *oxyfluorfenu* byla detekována v nepatrném množství (0,002 mg/kg) ještě 87 dní po aplikaci. S tím se shoduje i Sondhia (2010), která detekovala 50 dní po aplikaci 0,0015 mg/kg *oxyfluorfenu* a při sklizni zralých cibulí detekovala ve vzorcích 0,0005 mg/kg *oxyfluorfenu*. Sondhia a Dixit (2007) dále aplikovali postemergentně do porostu cibule *oxyfluorfen* v dávkách 150 až 300 g/ha. 90 dní po aplikaci detekovali rezidua v množství 0,0004 - 0,00063 mg/kg a 130 dní po aplikaci detekovali 0,00034 až 0,00046 mg/kg *oxyfluorfenu*.

Z testovaných listových graminicidů bylo největší množství reziduí nalezeno ve vzorcích cibule u *fluazifopu*, který byl 20 dní po aplikaci sice degradován pod hranici MRL, ale k degradaci pod meze detekce přístroje došlo až po 40 dnech od aplikace. V roce 2013 bylo 85 dní po aplikaci zjištěno ve skladovaném vzorku cibule značné navýšení obsahu reziduí *fluazifopu* (50 % hodnoty MRL - 0,154 mg/kg). Tato skutečnost mohla vzniknout chybou v měření přístroje, záměnou či nesprávnou přípravou vzorků nebo jiným cizím zaviněním, proto nebyla tato hodnota použita při tvorbě modelu degradace. Malé množství reziduí (vždy do 1 % MRL) bylo detekováno také u listového graminicidu *quizalofop-P-ethyl*. S tím se neshodují Sahoo a kol. (2013), kteří při sklizni nedetekovali rezidua *quizalofop-P-ethylu* v cibuli (mez detekce 0,001 mg/kg).

*Ethofumesat* aplikovaný preemergentně do porostu cibule byl detekován pod hranici MRL 104 dní po aplikaci. Rezidua *ethofumesatu* nebyla detekována ani ve vzorcích cibule 138 dní po aplikaci.

*S-metolachlor* aplikovaný do porostu cibule byl detekován Pouze pokud byla provedena jeho postemergentní aplikace. Po preemergentní aplikaci nebyly detekovány rezidua tohoto herbicidu ani v jednom pokusném roce.

Podle Tsiropoulou a Miliadise (1998) bylo zjištěno, že obsah reziduí *pendimethalinu* v cibuli rychle klesá a už 7 dní po aplikaci je na polovině počáteční koncentrace. V našich pokusech byl *pendimethalin* aplikovaný postemergentně do porostu cibule byl po 8 dnech detekován pod hranicí MRL (0,022 mg/kg). Rezidua *pendimethalinu* detekována v cibuli od 50 do 150 dne po jeho aplikaci byla velmi nízká (do 0,005 mg/kg). S tím se shodují Engebretson a kol. (2001), kteří detekovali ve vzorcích nezralé cibule obsah reziduí *pendimethalinu* jen nepatrně vyšší, než je mez detekce měření (0,005 mg/kg). Sondhia a Dubey (2006) detekovali 50 dní po aplikaci 0,003 mg/kg *pendimethalinu* a ve vzorcích zralé cibule 129 dní po aplikaci již nedetekovali rezidua *pendimethalinu*. Ale Jevtic a kol. (1997) detekovali ve zralých cibulích ze Srbska rezidua *pendimethalinu* v rozmezí 0,0095 až 0,0296 mg/kg.

*Aclonifen* aplikovaný postemergentně do porostu cibule byl detekována v množství převyšující hranici MRL pouze 8 dní po aplikaci v roce 2012 (0,082 mg/kg). V roce 2013 byl naopak 12 dní po aplikaci obsah reziduí pod hranicí MRL. Pod hodnotu MRL se rezidua této účinné látky dostal pokud byl odběr vzorků proveden více než 30 dní po aplikaci. V obou pokusných letech byla rezidua detekována i po 120 dnech po aplikaci (0,002 mg/kg a 0,005 mg/kg). Ve vzorcích cibule nebyla detekována rezidua *aclonifenu* až po uplynutí 140 dní po aplikaci.

## 7. ZÁVĚR

Po vyhodnocení dat byla potvrzena první hypotéza, že existují mezi herbicidy rozdíly v rychlosti jejich metabolizace v polních zeleninách (salát, květák, mrkev a cibule).

Zpracováním výsledků byla také potvrzena druhá hypotéza, že lze snížit obsah reziduí herbicidů v zelenině vhodnými agrotechnickými opatřeními, především termínem aplikace herbicidů a sklizně zeleniny. Pokud budou herbicidy, které se v zelenině pomalu rozkládají aplikovány v dostatečně dlouhé době před sklizní, bude obsah jejich reziduí ve sklizené zelenině pod hodnotou MRL nebo dokonce pod mezní hodnotou detekce v současnosti používaných analytických přístrojů.

### **Doporučení pro nízkoreziduální produkci zeleniny**

V porostu salátu je možné před výsadbou aplikovat herbicidy s účinnými látkami *clomazone*, *flufenacet*, *dimethenamid* a *S-metolachlor*, bez rizika kontaminace vyšším množstvím reziduí herbicidů. Z listových graminicidů lze aplikovat herbicidy s účinnými látkami *cycloxydim* a nebo *propaquizafop*. Herbicid s účinnou látkou *fluazifop* je vhodné aplikovat pouze tehdy, pokud do sklizně zbývá více než 30 dní.

Před výsadbou lze do porostu květáku aplikovat herbicidy s účinnými látkami *clomazone*, *dimethachlor* a *napropamide*, bez rizika kontaminace vyšším množstvím reziduí herbicidů. Během vegetace květák vyžaduje plečkování, které je účinné na plevely v meziřádcích ale část pozemku zůstane nezpracována a plevely na ní mohou plodině konkurovat. Proto je důležité plevely dále regulovat použitím postemergentních herbicidů, nejlépe s účinnými látkami *clopyralid*, *picloram*, *quinmerac*, *metazachlor*, *pyridate*, *dimethenamid*, *S-metolachlor*, *cycloxydim*, *propaquizafop* nebo *pendimethalin*, jejichž rezidua byla při dodržení doporučeného termínu aplikace, nepřesahují hodnotu MRL. Herbicid s účinnou látkou *quizalofop-P-ethyl* je vhodné aplikovat pouze tehdy, pokud do sklizně zbývá více než 50 dní.



Preemergentně lze do porostu mrkve aplikovat herbicidy s účinnými látkami *linuron*, *clomazone*, *pethoxamid* nebo *flucenacet*, bez rizika kontaminace vyšším množstvím reziduí herbicidů. K postemergentní aplikaci lze použít herbicidy s účinnými látkami *propaquizafop*, *pethoxamid* (pokud zbývá více než 60 dní do sklizně) *metribuzin* (pokud zbývá více než 60 dní do sklizně), *quizalofop-P-ethyl* (pokud zbývá více než 50 dní do sklizně).

Preemergentně lze do porostu cibule aplikovat herbicidy s účinnými látkami *flufenacet*, *pethoxamid* a *S-metolachlor*, bez rizika kontaminace vyšším množstvím reziduí herbicidů. K postemergentní aplikaci lze v nízkoreziduální produkci použít herbicidy s účinnými látkami *pyridate*, *fluroxypyr*, *flumioxazin*, *propaquizafop*, *dimethenamid*, *oxyfluorfen* (pokud zbývá více než 90 dní do sklizně), *fluazifop-P-ethyl* (pokud zbývá více než 60 dní do sklizně), *quizalofop-P-ethyl* (pokud zbývá více než 60 dní do sklizně) a *S-metolachlor* (pokud zbývá více než 25 dní do sklizně).

## 8. SEZNAM LITERATURY

Amjad, M., Ahmad, T., Iqbal, Q., Nawaz, A., Jahangir, MM. 2013. Herbicide contamination in carrot grown in Punjab, Pakistan. Pakistan journal of agricultural sciences. 50. 7-10.

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

Batts, R.B., Monks, D.W., Mitchem W.E., Jennings, K.M. 2008. Weed management in North Carolina: Broccoli, Cabbage & Cauliflower. Department of Horticultural Science. NC State University. 4 s.

Biggs, M., McVicar, J., Flowerdew, B. 2002. The Complete Book of Vegetables, Herbs and Fruit. Kyle Cathie. London. 640 s.

Buryšková, L. 2006. Citlivost plodin na rezidua herbicidů v půdě. Agromanuál 2. 60-63.

Carlson, H.L., Kirby, D. 2005. Effect of herbicide rate and application timing on weed control in dehydrator onions. Research progress. 115. 4 s.

Coby, A.H., Reade, J.P.H. 2010. Herbicides and Plant Physiology. Wiley-Blackwell. Oxford. 286 s. ISBN: 978-1-4051-2935-0.

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

Engebretson, J., Hall, G., Hengel, M., Shibamoto, T. 2001. Analysis of pendimethalin in fruit, nuts, vegetables, grass and mint by gas chromatography. Journal of agricultural and food chemistry. 49.4. s 2198 - 2206.

Estruk, O., Yakar, Y., Ayhan, Z. 2014. Pesticide residue analysis in parsley, lettuce and spinach by LC-MS/MS. Journal of food science and technology-mysore. 51.3. s 458 - 466.

Fecenko, J., Ložek, O. 2000. Výživa a hnojenie poľných plodín. SPU v Nitre. Nitra. 452 s.

- Fennimore, S.A., Rachuy, J.S., Valdez, J.A. 2011. Safe Lettuce Planting Intervals Following Herbicide Use on Fallow Beds. *Weed technology*. 25 (1). 103-106.
- Fonder, N., Heens, B., Xanthoulins, D. 2010. Optimisation of fertilisation for irrigated vegetables. *Biotechnologie agronomie society et environnement*. 14. 103-111.
- Gall, J. 2007. Herbicidy a podmínky použití. *Agromanuál*. 3. 14.
- Håkansson, S. 2003. *Weeds and Weed Management on Arable Land*. CABI Publishing. Uppsala. 274 s. ISBN: 0-85199-651-5.
- Harrington, K.C., Bedford, T.A. 2004. Control of weeds by paper mulch in vegetables and trees. *New Zealand plant protection*. 57. 37-40.
- Hlušek, J., Richter, J., Ryant, P. 2002. *Výživa a hnojení zahradních plodin*. Zemědělec. Praha. 81 s. ISBN: 80-902413-5-2.
- Hlušek, J. 2004. *Základy výživy a hnojení zeleniny a ovocných kultur*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 56 s. ISBN: 80-7271-147-4.
- Holý, K., Hrbek, V., Urbanová, J., Hajšlová, J., Kocourek, V., Kocourek, F. 2011. Výskyt reziduí pesticidů v zelenině pěstované v systému IP. *Zahradnictví* 12. 28-30.
- Janaki, P., Priya, R.S., Chinnusamy, C. 2013. Field dissipation of oxyfluorfen in onion and its dynamics in soil under Indian tropical conditions. *Journal of environmental science and health part B-pesticides food contaminants and agricultural wastes*. 48.11. s 941 - 947.
- Janýška, A. 1977. *Účelné použití herbicidů v kulturách cibule*. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha. 20 s.
- Janýška, A. 1984. *Použití herbicidů v kulturách zeleniny 53*. Výzkumný a šlechtitelský ústava zelinářský. Olomouc. 24 s.
- Janýška, A. 1990. *Použití herbicidů v kulturách zeleniny 62*. Výzkumný a šlechtitelský ústava zelinářský. Olomouc. 39 s. ISBN: 80-85117-06-1.
- Jenni, S., Brault, D., Stewart, K.A. 2004. Degradable mulch as an alternative for weed control in lettuce produced on organic soils. *Sustainability of horticultural systems in the 21 st century*. 638. 111-118.

Jevtic, S., CirkovaGjorievska, M., Alexandrova, M., Lazic, B., Markovic, V., Obradovic A. 1997. Pendimethalin residues in onion. *Acta horticulturae*. 1.462. s 571 - 576.

Jursík, M. 2004. Regulace plevelů v cibuli. *Zahradnictví*. 4. 24-26.

Jursík, M., Soukup, J. 2004. Regulace plevelů v cibulové zelenině. *Agro*. 5. 16-19.

Jursík, M., Soukup, J., Klamová, J. 2005. Regulace plevelů v kořenové zelenině z čeledi miříkovitých. *Agromanuál*. 0. 4-6.

Jursík, M., Soukup, J. 2006. Regulace plevelů v košťálové zelenině. *Agromanuál*. 1. 10-12.

Jursík, M., Holec, H., Hamouz, H., Soukup, J. 2011. PLEVELE Biologie a regulace. Kurent. České Budějovice. 232 s. ISBN: 978-80-87111-27-7.

Jursík, M., Crha, J. 2014. Možnosti regulace plevelů v košťálové zelenině. *Úroda*. V tisku.

Kocourek, V. 2013. Úvod do potravinářské legislativy. Část 4: rezidua pesticidů, léčiv a biologicky aktivních látek ze zemědělství. VŠCHT. Praha. 30 s.

Lozowicka, B., Jankowska, M., Kaczynski, P. 2012. Pesticide residues in Brassica vegetables and exposure assessment of consumers. *Food control*. 2. 561-575.

MAFF - Ministry of agriculture, fisheries and food. 1981. Weed control in vegetables. Booklet 2258 (81). Great Britain.

Malý, I., Petříková, K. 1998. Základy pěstování kořenové zeleniny. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. Praha. 48 s. ISBN: 80-7105-162-4.

Malý, I., Petříková, K. 2000. Základy pěstování cibulové zeleniny. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. Praha. 26 s. ISBN: 80-7105-205-1.

Mikulka, J. 2007. Možnosti regulace plevelů na strništi. *Agromanuál*. 7. 12-13.

Mikulka, J., Kocourek, F. 2008. Vypracování spolehlivých metod regulace plevelů s cílem zachování diverzity plevelových společenstev a minimalizací rizik kontaminace půdy a plodin rezidui herbicidů. Výzkumný ústav rostlinné výroby - Ruzyně. Praha. 42 s.

- Neuweiler, R. Krauss, J. 2008. Effect of different planting techniques on the efficacy and phytotoxicity of Pendimethalin in lettuce (*Lactuca sativa* L.) Journal of plant diseases and protection. 21. 575-579.
- Oliberius, J., Mikulka, J. 1995. Vliv obsahů reziduí vybraných perzistentních herbicidů na změny druhového spektra plevelů. Ministerstvo zemědělství ČR. 10 s.
- Petříková, K., Malý, I., Pokluda, R., Pacík, V. 2004. Integrované pěstování listové zeleniny. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 42 s. ISBN: 80-7271-154-7.
- Petříková, K., Jánský, J., Malý, I., Peza, Z., Poláčková, J., Rod, J. 2006. Zelenina: pěstování ekonomika prodej. Profi Press s. r. o. Praha. 237 s. ISBN: 80-86726-20-7.
- Petříková, K., Hlušek, J., Koudela, M., Malý, I., Pokluda, R., Lošák, T., Ryant, P., Škarpa, P., Rod, J., Poláčková, J. 2012. Zelenina. Profi Press s. r. o. Praha. 191 s. ISBN: 978-80-86726-50-2.
- Pospíšilová, J., Pospíšil, R. 1975. Rezidua pesticidů v zelenině. Výzkumný ústav zeleninářský v Olomouci. Olomouc. 13 s.
- Riemens, M.M., van der Weide, R.Y., Bleeker, P.O., Lotz, L.A.P. 2007. Effect of stale seedbed preparations and subsequent weed control in lettuce (cv. Iceboll) on weed densities. Weed research. 47 (2). 149-156.
- Rubatzky, V.E., Yamaguchi, M. 1999. World Vegetables: principles, production and nutritive values. Aspen Publisher, Inc. Gaithersburg. 843 p. ISBN: 0-8342-1687-6.
- Runham, S.R., Town, S.J., Fitzpatrick, J.C. 2000. Evaluation over four seasons of paper mulch used for weed control in vegetables. Proceedings of the XXVTH international horticultural congress, pt 3: Culture techniques with special emphasis on environmental implications. 513. 193-201.
- Sahoo, S.K., Mandal, K., Singh, G., Kumar, R., Chybil, G.S., Battu, R.S., Singh, B. 2013. Residua behavior of quizalofop ethyl on onion (*Allium cepa* L.) Environmental monitoring and assessment. 185.2. s 1711 - 1718.
- Shem-Tov, S., Fennimore, S.A., Lanini, W.T. 2006. Weed management in lettuce (*Lactuca sativa*) with preplant irrigation. Weed technology. 20 (4). 1058-1065.

Slavík, L., Beran, P., Zavadil, J. 1993. Závlahy pro pěstitele speciálních plodin a zahrádkáře. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR. Praha. 39 s. ISBN: 80-7105-057-1.

Soceanu, A., Dobrinas, S., Coatu, V., Chirila, E. 2009. Pesticide residues determination in vegetables from Romania by GC-ECD. NATO Science for Peace and Security Series C - Environment Security. 423-430.

Sondhia, S., Dubey, R.P. 2006. Terminal residues of butachlor and pendimethalin in onion. Pesticide research journal. 18. s 85 - 86.

Sondhia, S., Dixit, A. 2007. Determination of terminal residues of oxyfluorfen in onion. Annals of plant protection science. 15. s 232 - 234.

Sondhia, S. 2010. Persistence and bioaccumulation of oxyfluorfen residues in onion. Environmental monitoring and assessment. 162.1-4. s 163 - 168.

Sondhia, S. 2013. Harvest time residues of pendimethalin in tomato, cauliflower, and radish under field conditions. Toxicological and environmental chemistry. 95. 254-259.

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.

Tóth, Š. 2001. Osud pesticídov v prírodnom prostredí. Jurov. Michalovce. 80 s. ISBN: 80-968589-8-X.

Tsiropoulos, N.G., Miliadis, G.E. 1998. Field persistence studies on pendimethalin residues in onions and soil after herbicide postemergence application in onion cultivation. Journal of agricultural and food chemistry. 46.1. s 291 - 295.

Umeda K. 2000. Weed control in cole crops. The University of Arizona. IPM series no. 15. 3 s.

Vaněk, V., Balík, J., Němeček, R., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 1998. Výživa a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny. Farmář - zemědělské listy. Praha. 124 s. ISBN: 80-902413-1-X.

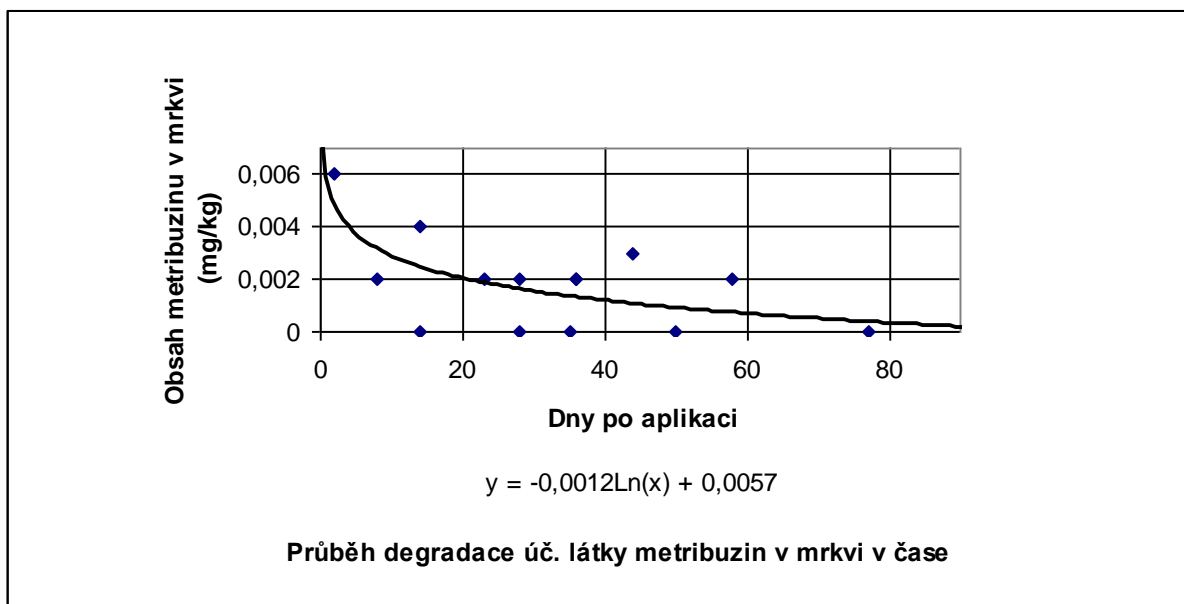
Vaněk, V., Balík, J., Černý, J., Pavlík, M., Pavlíková, D., Tlustoš, P., Valtera, J. 2012. Výživa zahradních rostlin. Academia. Praha. 568 s. ISBN: 978-80-200-2147-2.

Winter, C.K. 1992. Pesticide tolerances and their relevance as safety standards. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 15. 137-150.

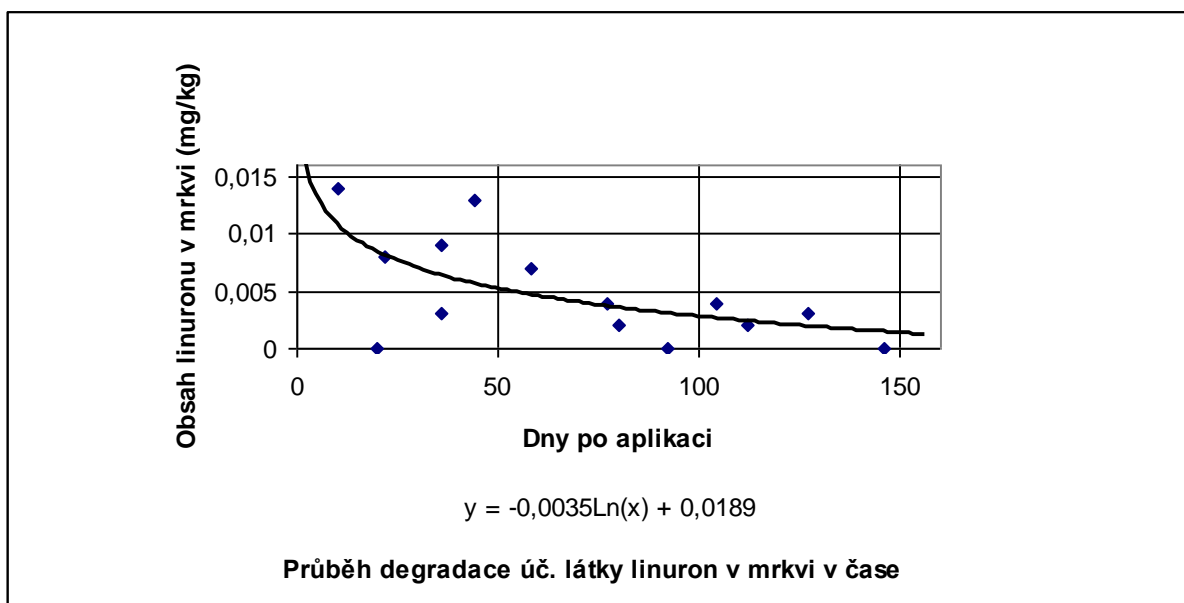
Zandstra, B.H. 2006. 2007 Weed control guide for vegetable crops. Department of Horticulture. Michigan State University. 38 s.

## 9. PŘÍLOHA

V příloze jsou uvedeny nelineární modely degradace jednotlivých účinných látek herbicidů v zelenině.

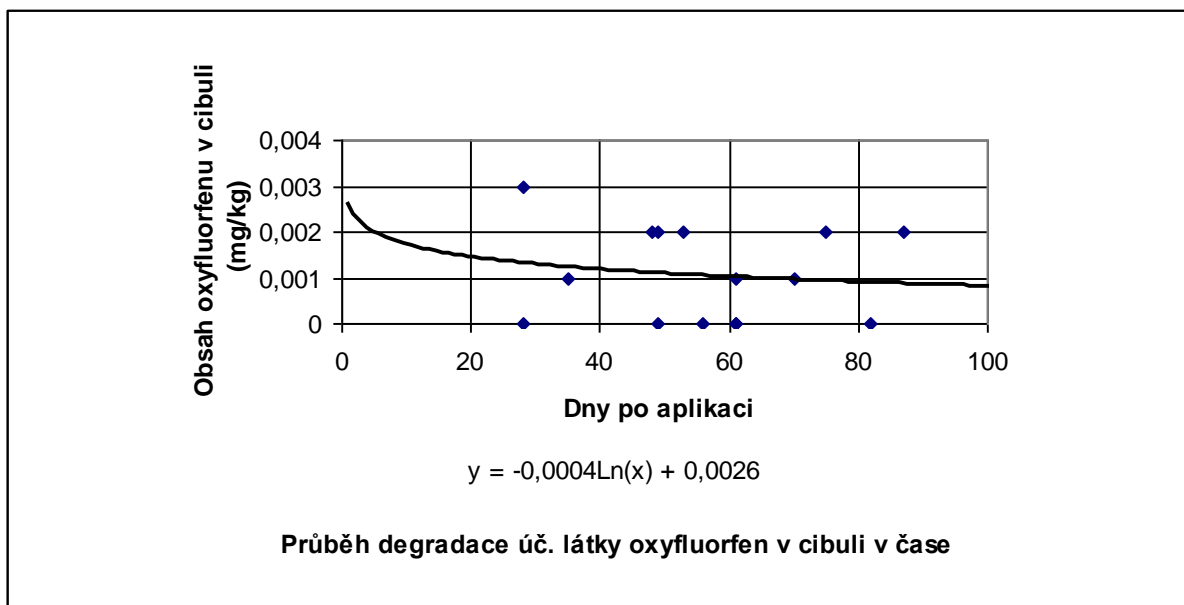


Graf č. 1: Degradace obsahu *metribuzinu* v mrkvi v čase. MRL: 0,1 mg/kg.

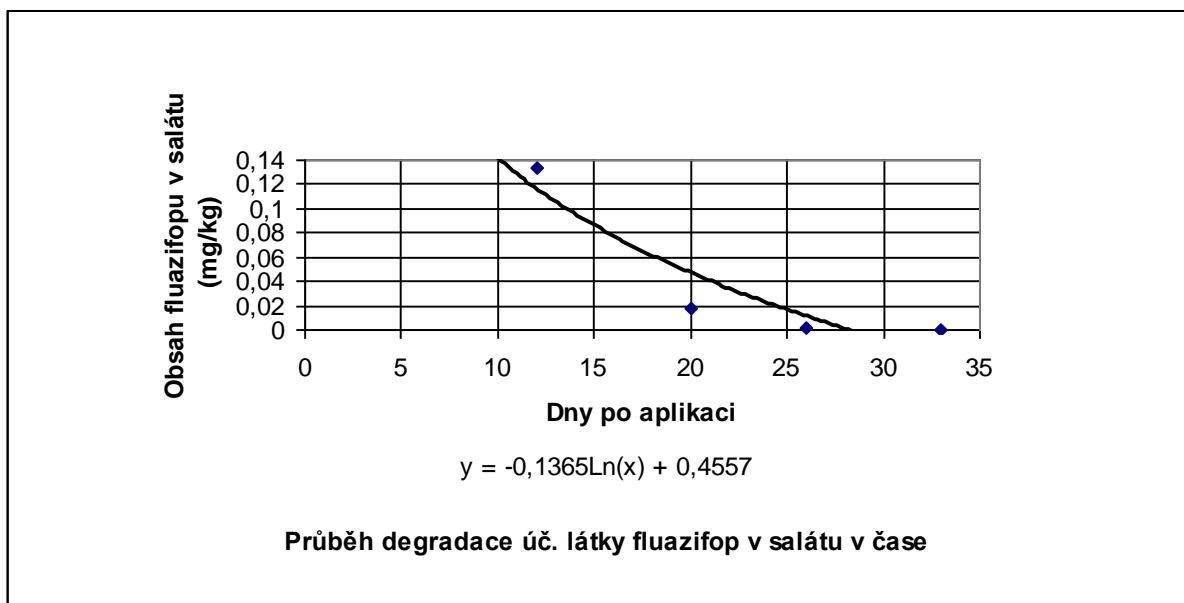


Graf č. 2: Degradace obsahu *linuronu* v mrkvi v čase. MRL: 0,2 mg/kg.

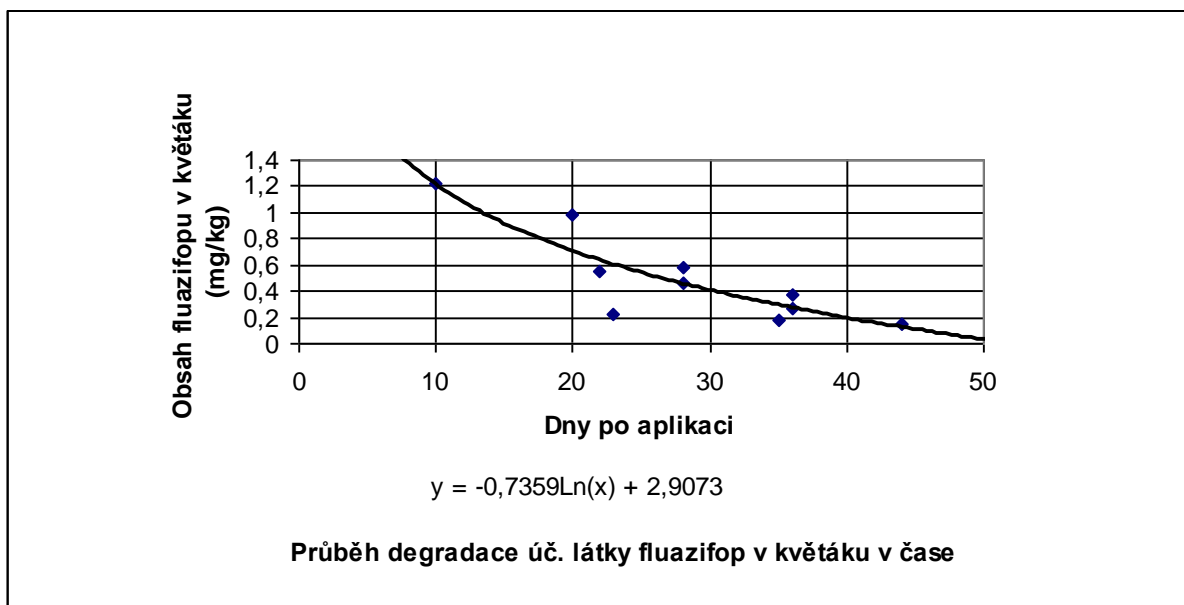




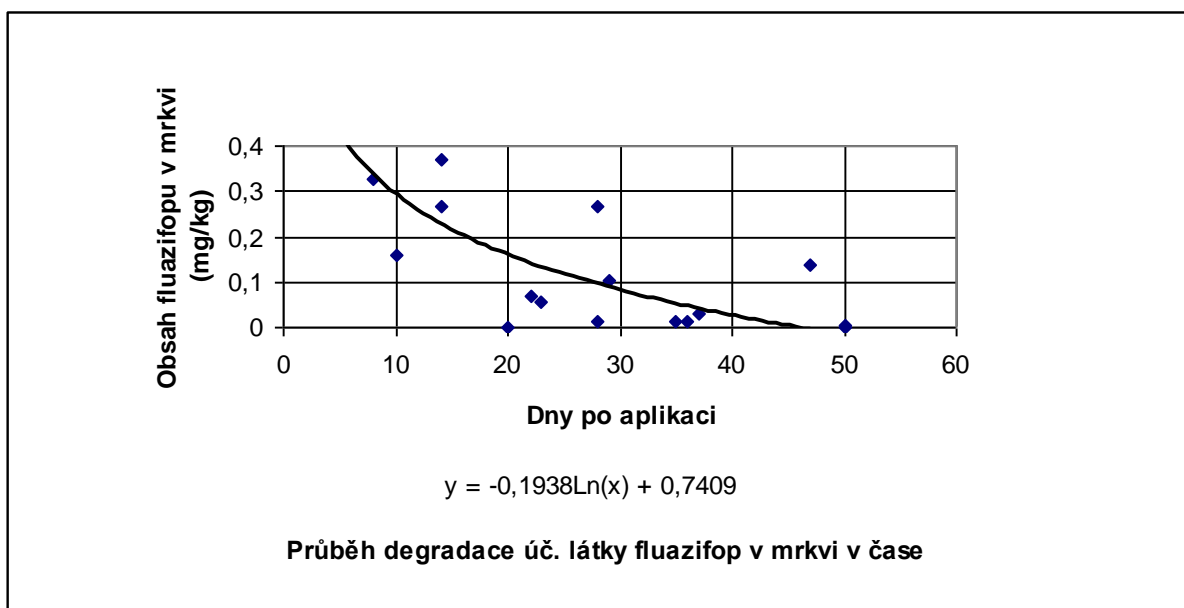
Graf č. 3: Degradace obsahu *oxyfluorfen* v cibuli v čase. MRL: 0,05 mg/kg.



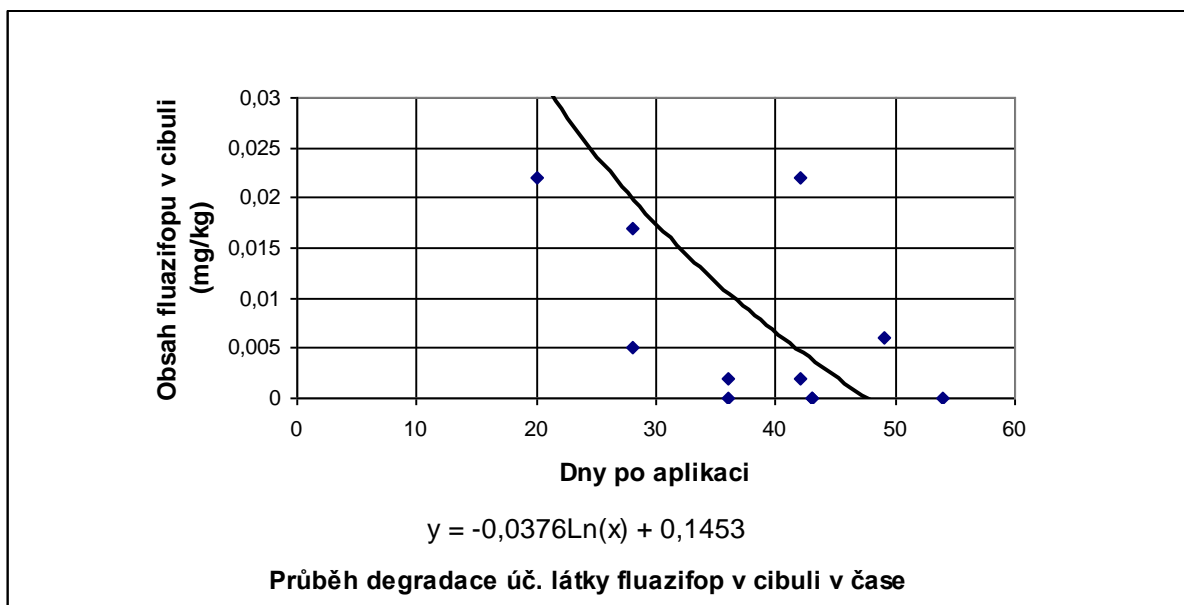
Graf č. 4: Degradace obsahu *fluazifopu* v salátu v čase. MRL: 0,2 mg/kg.



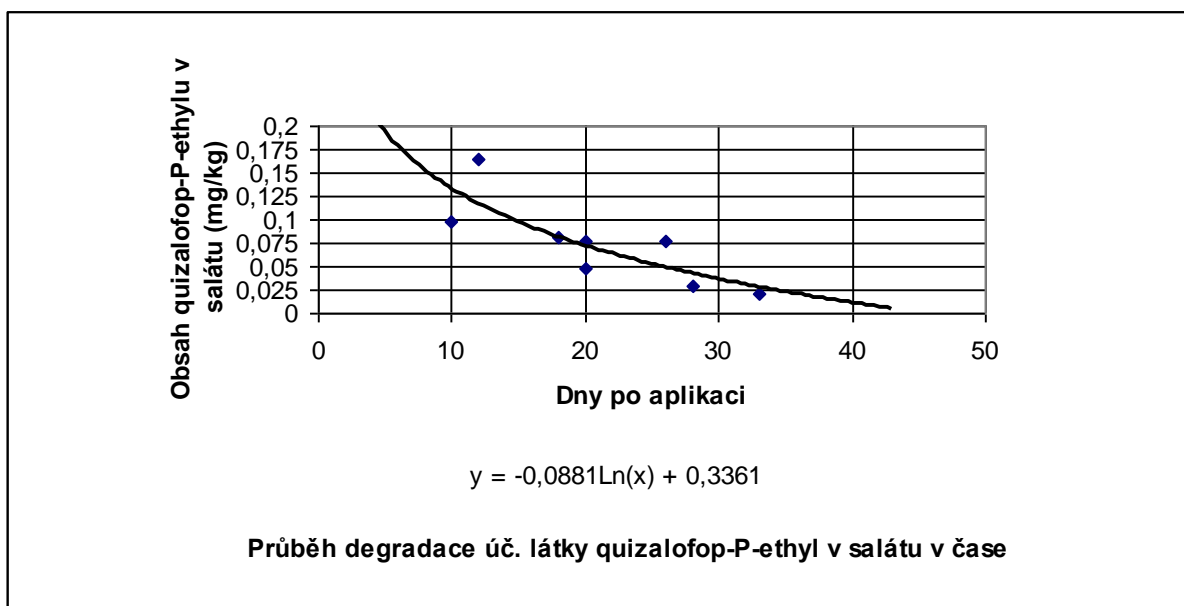
**Graf č. 5:** Degradace obsahu *fluazifopu* v kvěťáku v čase. MRL: 0,2 mg/kg.



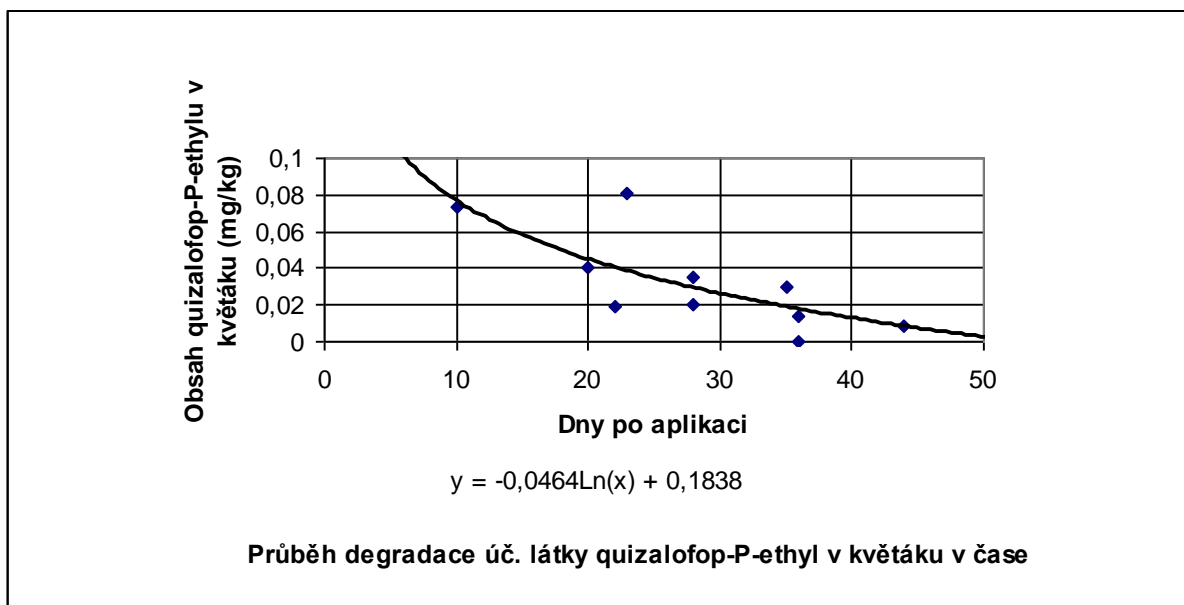
**Graf č. 6:** Degradace obsahu *fluazifopu* v mrkvi v čase. MRL: 0,3 mg/kg.



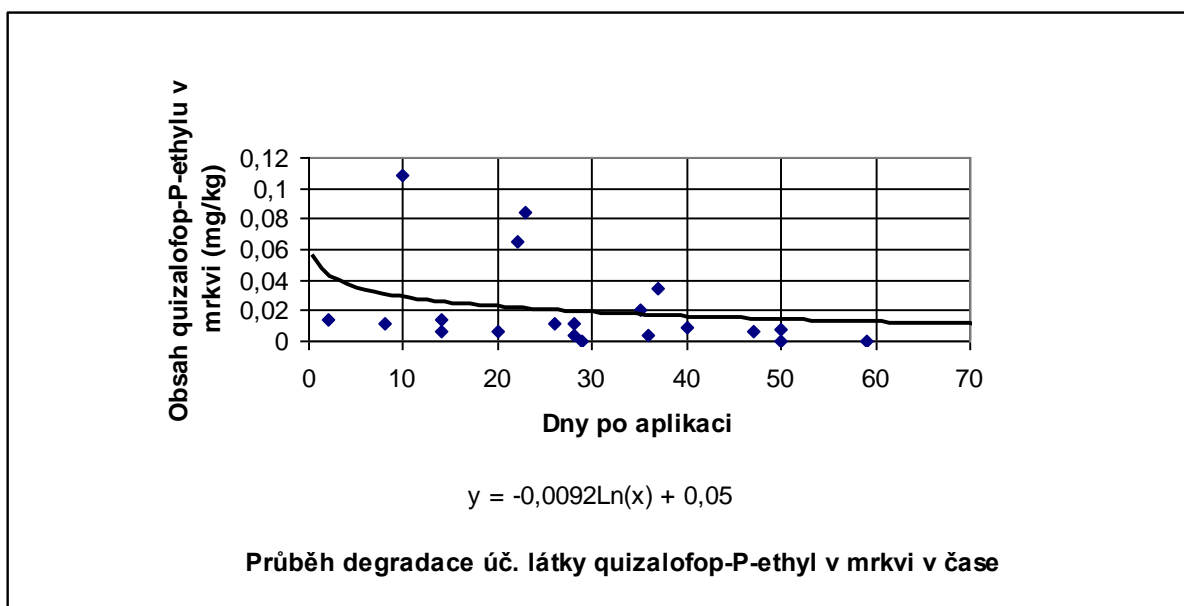
**Graf č. 7:** Degradace obsahu *fluazifopu* v cibuli v čase. MRL: 0,3 mg/kg.



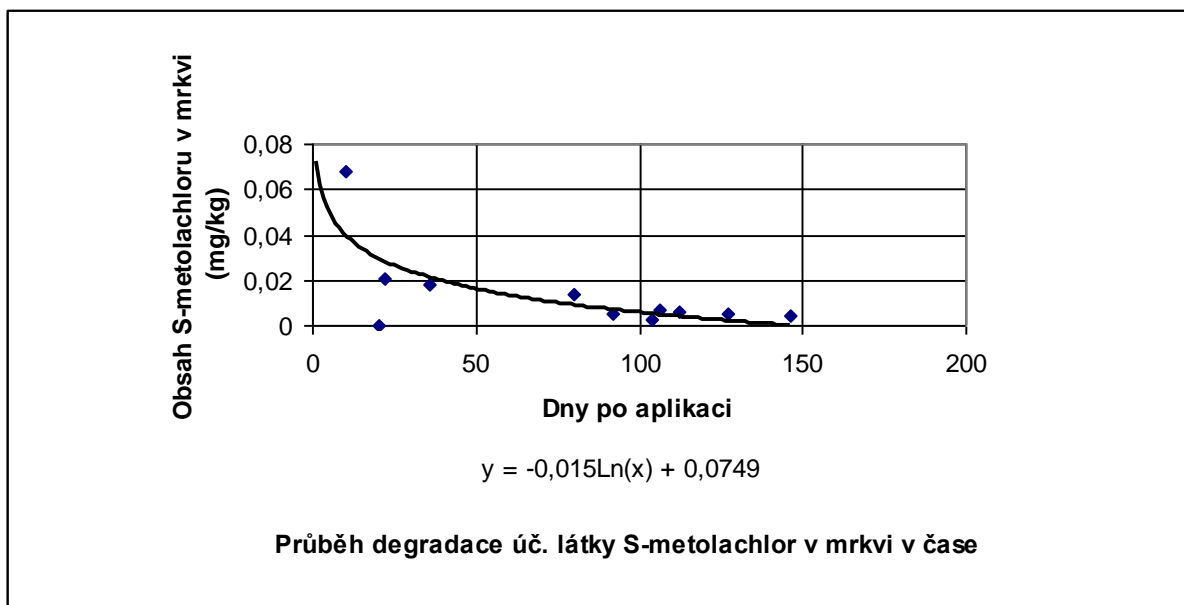
**Graf č. 8:** Degradace obsahu *quizalofop-P-ethylu* v salátu v závislosti na čase. MRL: 0,4 mg/kg.



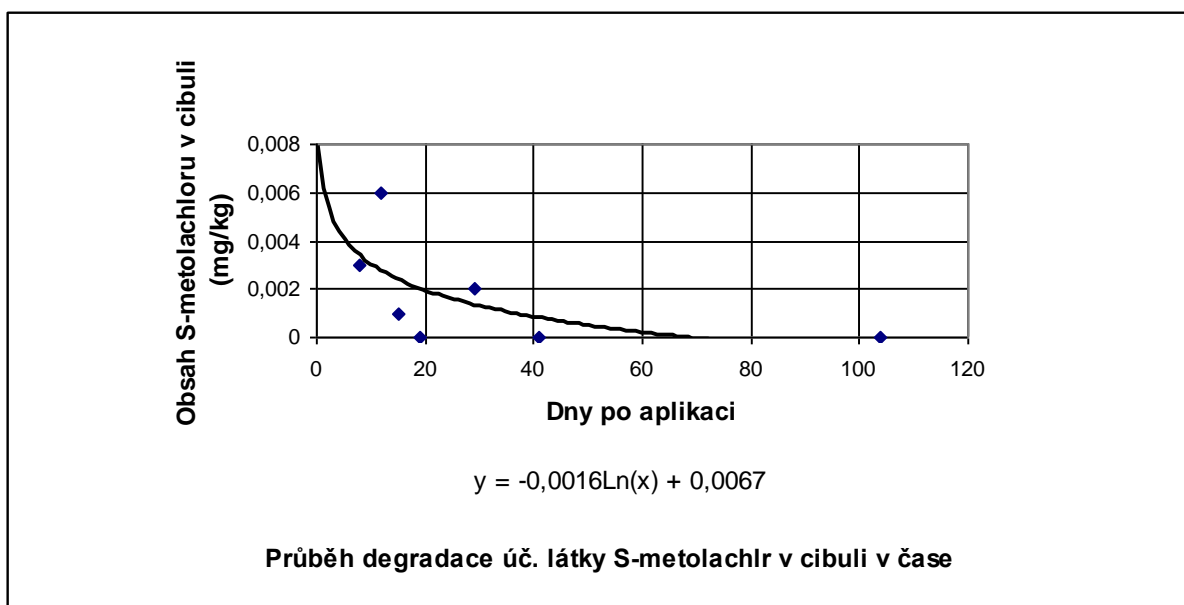
**Graf č. 9:** Degradace obsahu *quizalofop-P-ethylu* v kvěťáku v čase. MRL: 0,4 mg/kg.



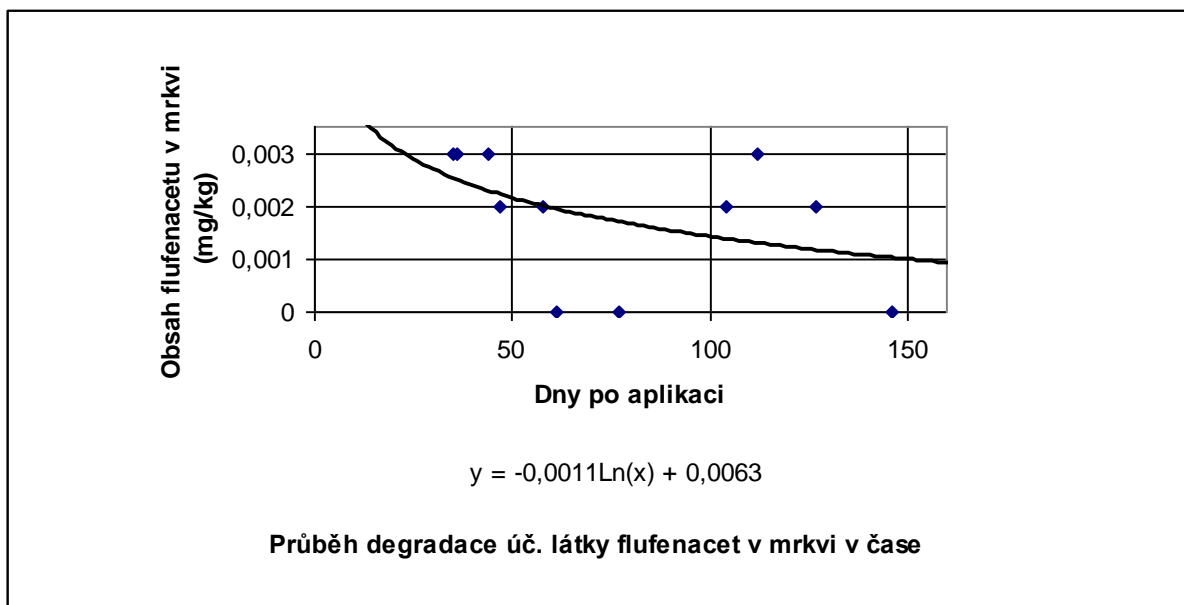
**Graf č. 10:** Degradace obsahu *quizalofop-P-ethylu* v mrkvi v čase. MRL: 0,4 mg/kg.



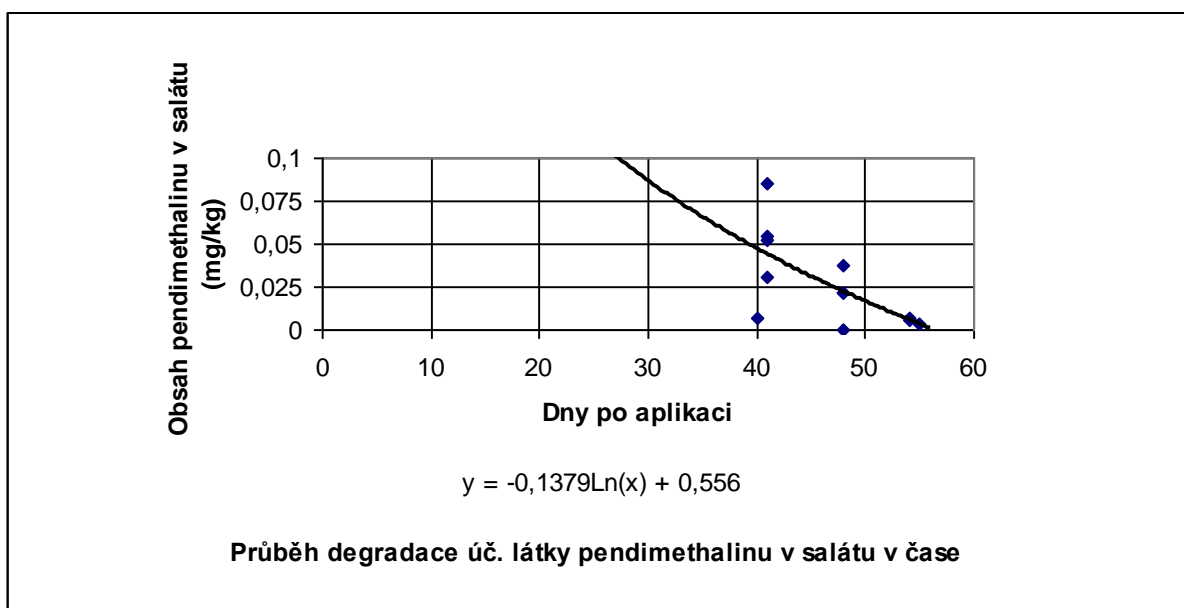
**Graf č. 11:** Degradace obsahu *S-metolachloru* v mrkvi v závislosti na čase. MRL: 0,05 mg/kg.



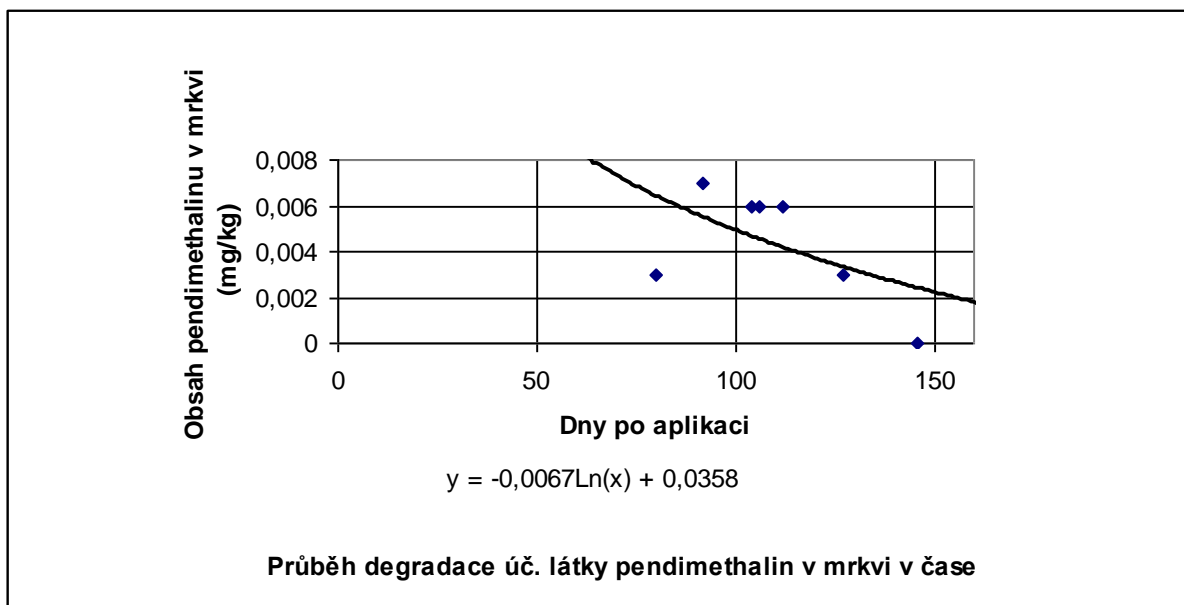
**Graf č. 12:** Degradace obsahu *S-metolachloru* v cibuli v závislosti na čase. MRL: 0,05 mg/kg.



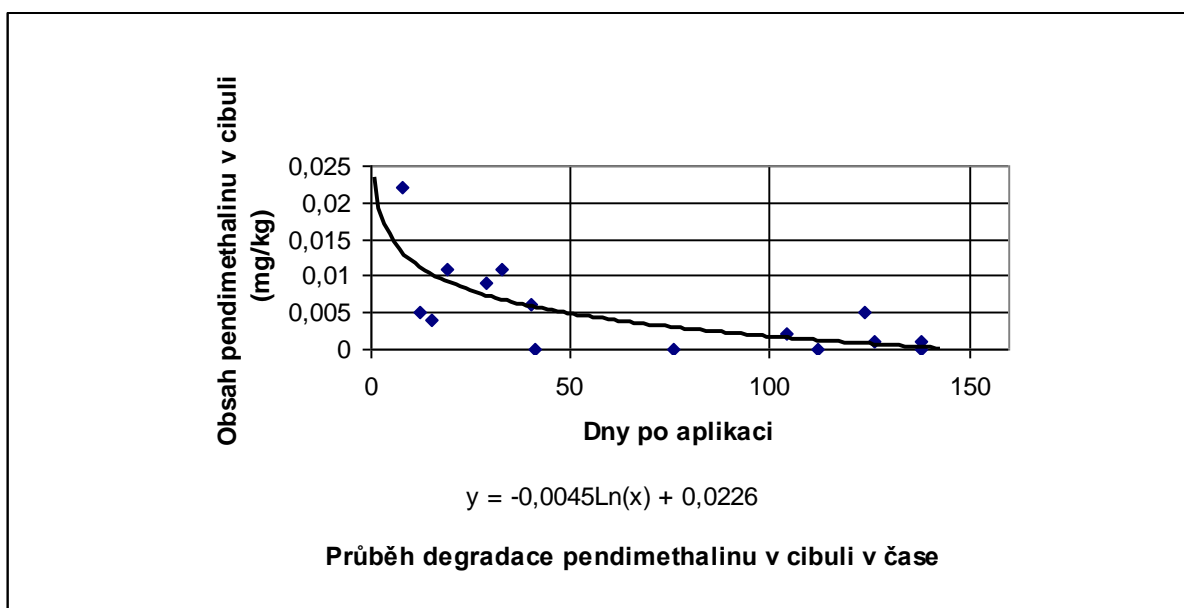
Graf č. 13: Degradace obsahu *flufenacetu* v mrkvi v čase. MRL: 0,05 mg/kg.



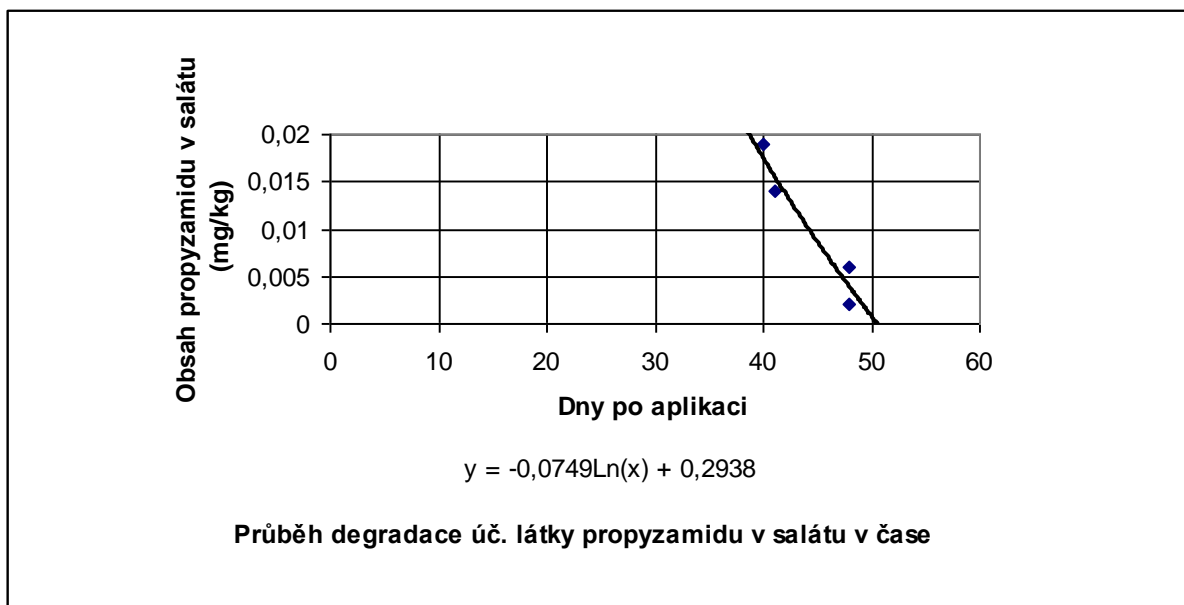
Graf č. 14: Degradace obsahu *pendimethalinu* v salátu v čase. MRL: 0,05 mg/kg.



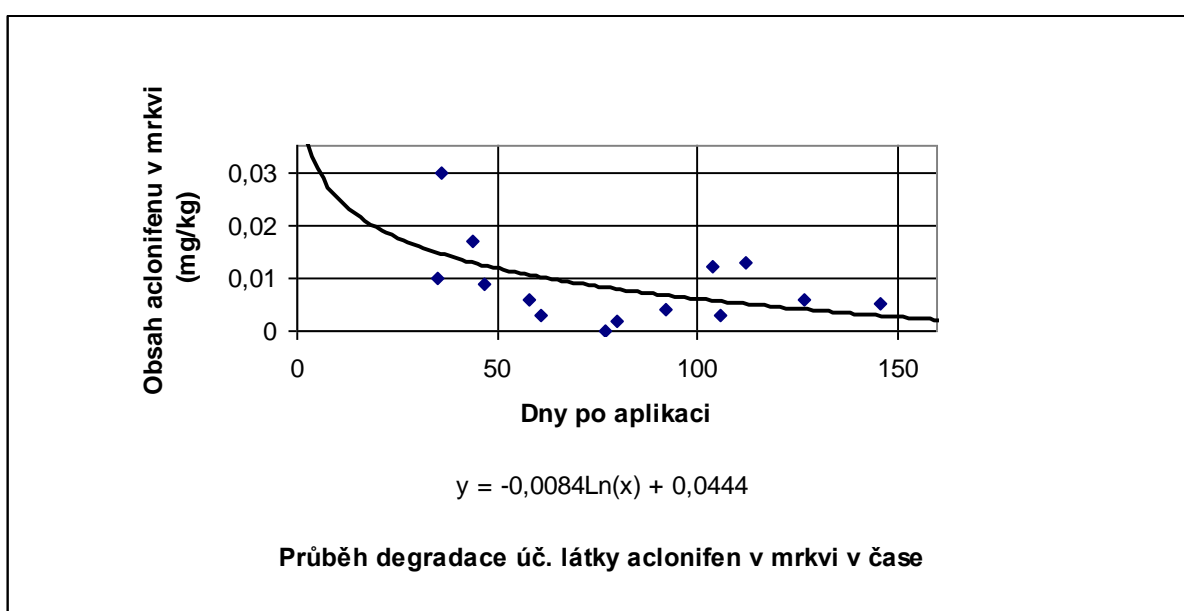
Graf č. 15: Degradace obsahu *pendimethalinu* v mrkvi v čase. MRL: 0,2 mg/kg.



Graf č. 16: Degradace obsahu *pendimethalinu* v cibuli v čase. MRL: 0,05 mg/kg.

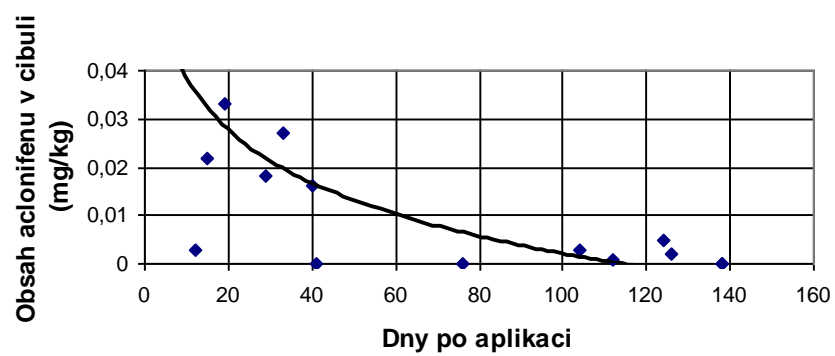


Graf č. 17: Degradace obsahu *propyzamidu* v salátu v čase. MRL: 1 mg/kg.



Graf č. 18: Degradace obsahu *aclonifenu* v mrkvi v čase. MRL: 0,1 mg/kg.





$$y = -0,016\ln(x) + 0,0757$$

**Průběh degradace úč. látky aconifenu v cibuli v čase**

**Graf č. 19:** Degradace obsahu *aconifenu* v cibuli v čase. MRL: 0,05 mg/kg.