

Biologické metody hodnocení rezistence škůdců k insekticidům a antirezistentní strategie



***František Kocourek, Jitka Stará, Tereza Horská, Tomáš Hovorka,
Marek Seidenglanz, Pavel Kolařík, Jiří Havel, Eva Hrudová***

Biologické metody hodnocení rezistence škůdců k insekticidům a antirezistentní strategie

Certifikovaná metodika

Prof. RNDr. Ing. František Kocourek, CSc.¹

Ing. Jitka Stará, Ph.D.¹

Ing. Tereza Horská, Ph.D.¹

Ing. Tomáš Hovorka¹

Ing. Marek Seidenglanz, Ph.D.²

Ing. Pavel Kolařík³

Ing. Jiří Havel, CSc.⁴

doc. Ing. Eva Hrudová, Ph.D.⁵

¹Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., ²Agritec Plant Research s.r.o., ³Zemědělský výzkum spol. s r.o.,

⁴Oseva vývoj a výzkum s.r.o., ⁵Mendelova univerzita v Brně

Dedikace:

Výsledek řešení projektu MZe QK1820081 „Metody monitorování rezistence hospodářsky významných škůdců a plevelů k přípravkům na ochranu rostlin a antirezistentní strategie.

Oponentní posudky vypracovali: Ing. Štěpánka Radová, Ph.D., ÚKZUZ

Ing. Rostislav Zemek, CSc., BC AV ČR, v.v.i.

Publikaci bylo uděleno Osvědčení č. ÚKZÚZ 206460/2020 o uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

Vydal:

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2020

ISBN: 978-80-7427-334-6

Obsah

I. Úvod (F. Kocourek)	5
II. Cíl metodiky (F. Kocourek).....	6
III. Vlastní popis metodiky	6
III. 1 Přehled škůdců s rezistencí k zoocidům (J. Stará)	6
III. 2 Mechanismy rezistence (J. Stará, F. Kocourek)	7
III. 3 Metody detekce mechanismů rezistence – molekulární a proteomické (J. Stará, F. Kocourek)	9
III. 4 Hodnocení stupně rezistence podle metodiky IRAC	9
III. 5 Biologické metody hodnocení rezistence.....	10
III.5.1 Blýskáček řepkový IRAC č. 011 (pyretroidy) (J. Stará, M. Seidenglanz).....	10
III.5.2 Blýskáček řepkový IRAC č. 021 (neonikotinoidy) (J. Stará, M. Seidenglanz)	17
III.5.3 Blýskáček řepkový IRAC č. 025 (organofosfáty) (J. Stará, M. Seidenglanz)	23
III.5.4 Blýskáček řepkový IRAC č. 027 (oxadiaziny) (J. Stará, M. Seidenglanz).....	28
III.5.5 Blýskáček řepkový - metoda topikální aplikace (J. Stará).....	33
III.5.6 Krytonosec šešulový (M. Seidenglanz)	35
III.5.7 Dřepčící <i>Phyllotreta</i> IRAC č. 031, č. 021 (M. Seidenglanz).....	37
III.5.8 Dřepčík olejkový IRAC č. 031 (F. Kocourek, J. Stará, T. Hovorka)	43
III.5.9 Krytonosec řepkový a krytonosec čtyřzubý IRAC č. 011, č. 021 (M. Seidenglanz)	49
III.5.10 Nosatčící rodu <i>Aphion</i> IRAC č. 011 (P. Kolařík)	50
III.5.11 Mandelinka bramborová FAO č. 012 (J. Stará, T. Hovorka, F. Kocourek).....	52
III.5.12 Mandelinka bramborová – požerový test (J. Stará, T. Hovorka, F. Kocourek)	56
III.5.13 Západníček polní IRAC č. 018 (T. Horská, F. Kocourek).....	58
III.5.14 Mšice broskvoňová (<i>Myzus persicae</i> , Sulz.) IRAC č. 019 (T. Hovorka, J. Stará, F. Kocourek)	61
III.5.15 Bázlivec kukuřičný IRAC č. 011, č. 021, č. 027 (E. Hrudová)	67
III. 6. Antirezistentní strategie proti vybraným skupinám škůdců (F. Kocourek)	69
III.6.1 Škůdci řepky na jaře (M. Seidenglanz, J. Havel)	70
III.6.2 Škůdci řepky na podzim (F. Kocourek, J. Havel)	79
III.6.3 Mandelinka bramborová (J. Stará, T. Hovorka, F. Kocourek).....	83
III.6.4 Mšice broskvoňová (řepka, cukrovka, sadbové brambory) (F. Kocourek, T. Hovorka).....	85
III.6.5 Další škůdci (P. Kolařík, E. Hrudová)	90
III.7 Závěry (F. Kocourek).....	90
IV. Srovnání novosti postupů (F. Kocourek)	92
V. Popis uplatnění metodiky (F. Kocourek)	93
VI. Ekonomické aspekty spojené s uplatněním metodiky (F. Kocourek).....	94
VII. Seznam použité související literatury.....	94
VIII. Seznam publikací, které předcházejí metodice.....	97

Anotace

Metodika uvádí popisy biologických metod pro hodnocení rezistence nebo citlivosti škůdců k insekticidům zpracované podle světových standardů. Je popsáno celkem 9 metod podle IRAC pro celkem 11 druhů (nebo skupin škůdců) a 1 metoda FAO pro topikální test pro mandelinku bramborovou a 1 pro blýskáčka řepkového a 1 nově vyvinutá metodu pro požerový test pro mandelinku bramborovou. Ke každé z 12 popsanych metod na všech 11 druzích škůdců jsou připojeny ukázky výsledků stupně rezistence, nebo citlivosti z provedených testů, které dokladují ověření metod. Popsané metody pro uvedené druhy škůdců lze doporučit pro účely plošného monitoringu rezistence škůdců k insekticidům v ČR. Metody hodnocení rezistence jsou využitelné pro monitoring rezistence jak orgány státní správy, tak dalšími organizacemi. Doporučení uváděná v antirezistentních strategiích jsou využitelná pro řízení ochrany proti škůdcům u pěstitelů řepky, cukrovky a brambor.

Annotation

Biological methods of evaluation of pest resistance to insecticides and antiresistant strategies

Methodology describes biological methods for evaluation of resistance or susceptibility of pests to insecticides based on the world standards. In total, 9 methods according to IRAC are described for 11 pest species (or groups of pests), 1 topical application method (according to FAO) for Colorado potato beetle, 1 topical application method for pollen beetle and 1 feeding test newly developed for Colorado potato beetle. The examples of results from evaluation of level of resistance are presented for each method and pest documenting the verification of the methods. The methods described in the methodology can be recommended for monitoring of resistance of pests to insecticides in the Czech Republic. The methods are useful for monitoring of resistance carried out by state administration or other organisations. The recommendations presented in antiresistant strategies are useful for pest control management in winter oilseed rape, sugar beet and potatoes.

Klíčová slova:

Rezistence k insekticidům, blýskáček řepkový, krytonosec šešulový, dřepčící rodu *Phyllotreta*, krytonosec řepkový, krytonosec čtyřzubý, nosatčící rodu *Aphion*, bázlivec kukuřičný, dřepčík olejkový, západníček polní, mšice broskvoňová.

I. Úvod

Předkládaná metodika je jedním z výsledků projektu QK1820081 „Metody monitorování rezistence hospodářsky významných škůdců a plevelů k přípravkům na ochranu rostlin a antirezistentní strategie“. Rezistence škůdců k insekticidům se stává v ČR stále závažnějším problémem, který se projevuje sníženou účinností přípravků, poklesem ekonomické efektivity ochranných opatření a nárůstem ztrát na výnosech a kvalitě produktů. Základem metodiky jsou popisy biologických metod hodnocení rezistence škůdců k insekticidům, které lze využívat pro detekci a pro monitoring rezistence hospodářsky významných škůdců, u kterých je v ČR rezistence známá nebo by mohla být v krátké době prokázána. Popisy metod ve formě návodů odpovídají standardním metodikám IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) nebo FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), anebo jsou aktualizovány nebo vypracovány pro jiné škůdce v souladu s těmito standardy. Pro všechny uváděné popisy metod, které byly ověřeny na případových studiích, jsou uváděny příklady výsledků ve formě kvantifikace rezistence nebo citlivosti škůdců k vybraným účinným látkám pesticidů. Nově byl ověřen test IRAC č. 019 na mšici broskvoňové, který umožňuje hodnotit rezistenci nebo citlivost jak ke klasickým insekticidům, tak k novým typům aphicidů. Nově byl vypracován požerový test pro mandelinku bramborou pro nové typy přípravků na bázi diamidů, pomocí kterého byla stanovena citlivost populací k diamidům (tzv. base line) před jejich hromadným používáním v ČR.

V předkládané metodice jsou zcela nové části nebo části významně aktualizované týkající se antirezistentních strategií. Nově jsou antirezistentní strategie popsány ne pro jednoho škůdce, ale pro celý komplex škůdců na jedné plodině v jednom období. Příkladem jsou antirezistentní strategie pro škůdce řepky na jaře a pro škůdce řepky na podzim. Antirezistentní strategie jsou významnou součástí řízení ochrany proti škůdcům polních plodin a byly již v průběhu řešení publikovány v odborných časopisech pro praxi, pro škůdce řepky na jaře (Havel a Seidenglanz, 2019, Kolařík a kol., 2018), pro škůdce řepky na podzim (Kocourek a kol., 2019), pro mandelinku bramborou (Stará a Kocourek, 2019), pro zápředníčka polního (Kovaříková a Kocourek, 2017, 2018), pro mšici broskvoňovou (Stará a kol., 2019), nosatčíky rodu *Apion* (Kolařík a kol., 2020). V metodice nejsou uváděny výsledky z publikací v časopisech s IF (jen odkazy na ně), které jsou výsledky řešení projektu. Jedná se o poznatky o výskytu rezistence a metodách její detekce pro dřepčíka olejkového (Stará a Kocourek, 2019), pro blýskáčka řepkového (Seidenglanz a kol., 2020a) a pro stonkové krytonosce (Seidenglanz a kol., 2020b). V podkapitolách III.3 a III.4 jsou uvedeny základní informace o mechanismech rezistence škůdců k insekticidům a metodách jejich zjišťování. Poznatky o mechanismech rezistence jsou

často významné pro interpretaci výsledků biologických metod hodnocení rezistence a mohou být prospěšné pro modifikace antirezistentních strategií.

II. Cíl metodiky

Cílem metodiky je poskytnout popisy biologických metod hodnocení rezistence škůdců k insekticidům, které je možné využívat pro detekci a pro monitoring rezistence vybraných škůdců. Na případových studiích ověřit, modifikovat, nebo nově vypracovat biologické metody hodnocení rezistence pro druhy škůdců, u kterých se v ČR rezistence k insekticidům vyskytla nebo existuje vysoké riziko výskytu rezistence. Pro vybrané nové pesticidy jako jsou diamidy a nové aphicidy stanovit pomocí biologických metod citlivost (base line) škůdců před počátkem masového používání nových látek. Dalším cílem je navrhnout nebo aktualizovat antirezistentní strategie pro komplex škůdců řepky na jaře a na podzim, pro mandelinku na bramborách a pro mšici broskvoňovou jako přenašeče virových chorob řepky, cukrovky a sadbových brambor.

III. Vlastní popis metodiky

III. 1 Přehled škůdců s rezistencí k zoocidům

Od roku 2010 je do současnosti v databázi www.pesticideresistance.org evidováno 4642 případů rezistence zjištěných u 115 druhů hmyzu. Ze škůdců na zemědělských plodinách je v Evropě nejvíce případů rezistence dokumentováno u blýskáčka řepkového (Slater a kol., 2011), mšice broskvoňové (Phillipou a kol., 2010), svilušky chmelové (Kim a kol., 2006, Nicastro a kol., 2010), molice bavlníkové (Horowitz a kol., 2020), mandelinky bramborové (Mota-Sanchez a kol., 2006) a zápředníčka polního (Zhao a kol., 2006). V posledních 5 letech se objevila rezistence také u krytonosce šešulového, krytonosce čtyřzubého a dřepčíka olejkového (Heimbach a Müller, 2013). V našich podmínkách je rezistence škůdců monitorována od roku 2017 v rámci expertní činnosti „Plošný monitoring rezistence vybraných škůdců vůči účinným látkám pesticidů na území ČR“. Monitoring je zaměřen na sledování výskytu rezistence u blýskáčka řepkového, krytonosce šešulového, dřepčíka olejkového, dřepčíků rodu *Phyllotreta*, zápředníčka polního a mandelinky bramborové. V ČR byla zjištěna rezistence u blýskáčka řepkového k pyretroidům (Havel, 2009, Havel a kol., 2016, Stará a Kocourek, 2018, Seidenglanz a kol., 2020), u zápředníčka polního k pyretroidům (Kovaříková a Kocourek, 2017), u krytonosce šešulového k pyretroidům (Stará a Kocourek, 2012), u dřepčíka olejkového k thiaklopridu (Stará a Kocourek, 2019), u mandelinky bramborové

k organofosfátům a pyretroidům (Zichová a kol., 2010) a k některým neonikotinoidům (Stará a Kocourek, 2019) a u mšice broskvoňové k pyretroidům a karbamátům (Stará a kol., 2019). V ČR byla také dokumentována rezistence obaleče jablečného k organofosfátům a inhibitorům tvorby chitinu (Stará a Kocourek, 2007) a k bakulovirům (Zichová a kol., 2011), ale předkládaná metodika se škůdci ovocných sadů nezabývá.

III. 2 Mechanismy rezistence

U hmyzích škůdců je známo 5 hlavních mechanismů rezistence k insekticidům: (1) zvýšení metabolismu biologicky aktivních látek, tj. degradace pesticidu specifickými detoxikačními enzymy (tzv. metabolická rezistence), (2) omezená účinnost penetrace účinných látek pesticidu přes kutikulu hmyzu, (3) zvýšené vylučování účinné látky pesticidu, (4) redukce citlivosti nervového systému na místě působení insekticidu vlivem mutace genů (např. *kdr* rezistence), (5) rezistence podmíněná změnou chování, tj. vyhnutí se místu, kde byl insekticid aplikován (Onstad, 2008). Projevem rezistence škůdců k insekticidům je neúčinnost insekticidu. Je-li populace škůdce po několik generací vystavena opakovanému působení jedné účinné látky některého insekticidu, zvyšuje se v populaci podíl rezistentních jedinců, dochází ke ztrátám na produkci a zvýšeným nákladům na ochranu při opakovaných aplikacích přípravku. U jednoho druhu hmyzu se může vyskytovat současně několik mechanismů rezistence. Např. u řady evropských populací blýskáčka řepkového rezistentních k účinným látkám deltametrin, lambda-cyhalothrin a cypermetrin bylo prokázáno, že se jedná o metabolicky podmíněnou rezistenci (Zimmer a Nauen, 2011, Erban a kol., 2017). Ve Švédsku a Dánsku, kde byla rezistence blýskáčka řepkového k pyretroidům také zaznamenána, však byla prokázána nejen metabolická rezistence, ale v roce 2010 byl u některých populací prokázán mechanismus rezistence založený na bodové mutaci L1014F v sodném kanálu, tzv. rezistence typu *kdr* (Nauen a kol., 2012). V ČR výskyt této mutace u blýskáčka řepkového nebyl dosud zjištěn (dosud nepublikovaná data). Mutace L1014F byla prokázána také u populací mšice broskvoňové rezistentních k pyretroidům (Martinez-Torres a kol., 1999). Výskyt této mutace u mšice broskvoňové v ČR se pohybuje mezi 20 a 30 % (dosud nepublikovaná data). U mšice broskvoňové byl kromě mutace L1014F prokázán také výskyt mutace M918T (*super-kdr*). Tato mutace se vyskytuje ve vazbě na mutaci L1014F (Anstead a kol., 2004).

Rezistence k více účinným látkám se stejným mechanismem účinku je označována jako křížová rezistence (cross-rezistence). Příkladem křížové rezistence může být rezistence populace mandelinky bramborové k organofosfátům typu *kdr*. Přestože lokální populace mohla

být vystavena selekčnímu tlaku jen jedné z mnoha účinných látek organofosfátů, vykazuje populace rezistenci ke všem účinným látkám organofosfátů, tedy i k těm, se kterými se populace škůdce nesetkala. Střídání přípravků ze skupiny organofosfátů na takovou rezistentní populaci tak nezajistí požadovanou účinnost. V případě rezistence blýskáčka řepkového k pyretroidům je situace složitější. Populace blýskáčka řepkového vystavená opakovanému ošetření například cypermethrinem bude rezistentní nejen k cypermethrinu, ale ke všem účinným látkám ze skupiny pyretroidů s obdobnou chemickou strukturou (např. deltamethrin, lambda-cyhalothrin). Některé účinné látky ze skupiny pyretroidů, například etofenprox a tau-fluvalinát však vykazují ještě jiné mechanismy působení než pyretroidy typu cypermethrinu. V tomto případě tak nemusí nastat případ křížové rezistence populace blýskáčka ke všem účinným látkám ze skupiny pyretroidů. U populací blýskáčka řepkového z ČR nebyla v období před rokem 2017 prokázána křížová rezistence mezi lambda-cyhalothrinem a tau-fluvalinátem, vůči kterému byly zkoumané populace dosud citlivé (Stará a Kocourek, 2018). Na větším souboru populací byl od roku 2018 prokázán nárůst rezistence populací blýskáčka řepkového k tau-fluvalinátu (Seidenglanz a kol., 2020), takže se časem vyselektovala křížová rezistence mezi lambda-cyhalothrinem a tau-fluvalinátem.

Nejzávažnějším případem rezistence škůdců k zoocidům je vznik mnohočetné rezistence (multiple resistance), tj. rezistence současně ke dvěma a více skupinám účinných látek s různým mechanismem účinku. Příkladem mnohočetné rezistence může být rezistence mandelinky bramborové současně k organofosfátům, pyretroidům a jejich směsným přípravkům (Zichová a kol., 2010), nebo rezistence obaleče jablečného k organofosfátům, juvenoidům a inhibitorům tvorby chitinu (Stará a Kocourek, 2007).

Pro některé druhy škůdců je možné v rámci antirezistentních strategií využívat princip negativní křížové rezistence anebo modely fenologie škůdců zahrnující simulaci podílu rezistentních jedinců v populaci. Negativní křížová rezistence (NCR) je označení efektu, kdy rezistence k účinné látce s jedním mechanismem účinku se projevuje zvýšenou citlivostí k účinné látce s jiným mechanismem účinku. Příkladem mohou být rezistentní populace blýskáčka řepkového k pyretroidům, která vykazuje zvýšenou citlivost k organofosfátům. V tomto případě je znám i mechanismus zvýšené citlivosti blýskáčka k organofosfátům. Metabolicky podmíněná rezistence k pyretroidům je založena na zvýšené aktivitě izoenzymů zodpovědných za degradaci molekul pyretroidů. Stejně izoenzymy štěpí účinnou látku organofosfátu na dvě složky, z nichž jedna vykazuje mnohem větší toxicitu, než měla původní molekula účinné látky insekticidu. Jiným příkladem negativní křížové rezistence jsou populace obaleče jablečného rezistentní k organofosfátu s účinnou látkou azinphos-methyl, které

vykazují zvýšenou citlivost k jiným skupinám účinných látek insekticidů (Dunley a Welter, 2000).

III. 3 Metody detekce mechanismů rezistence – molekulární a proteomické

V oblasti výzkumu rezistence škůdců k insekticidům se v posledním desetiletí dostávají do popředí molekulární metody detekce rezistence a proteomické metody. Předkládaná metodika nezahrnuje tyto metody detekce rezistence a proto je zde uvedena jen jejich krátká charakteristika. Pomocí molekulárních metod lze detekovat bodové mutace genů a tedy výskyt rezistentních jedinců v populaci, přičemž je možné určit, zda k mutaci došlo na obou alelách chromozomu (rezistentní homozygot RR), jedné alele (heterozygot SR) nebo zda k mutaci nedošlo ani na jedné alele (citlivý homozygot SS). Rozlišením genotypů je možné zjistit, jak vysoký je podíl rezistentních alel v populaci a jak vysoké je riziko, že citlivost k insekticidu ztratí celá populace. Molekulárními metodami Bi-PASA a RFLP byla např. prokázána v ČR rezistence mandelinky bramborové k pyretroidům (mutace L1014F) a organofosfátům (mutace S291G) (Zichová a kol., 2010). Metodou PCR lze prokázat také výskyt mutace L1014 u rezistence blýskáčka řepkového k pyretroidům. Pro detekci mutací L1014 a M918T, zodpovědných za rezistenci mšice broskvoňové k pyretroidům, se používá tzv. kvantitativní PCR (qPCR) (Anstead a kol., 2004). Tato metoda je založena na klasické PCR, ovšem s využitím speciálního termocykléru, který kvantifikuje sledovaný úsek DNA v reálném čase.

Kromě mutace genů může být rezistence způsobena např. zvýšenou aktivitou metabolismu, resp. aktivitou některých enzymů. Aktivitu enzymů zodpovědných za rezistenci, jako jsou např. esterázy, monooxygenázy nebo glutathion-S-transferázy, umožňují měřit biochemické a proteomické metody. Tzv. metabolicky podmíněná rezistence byla prokázána u blýskáčka řepkového (Zimmer a Nauen, 2011, Erban a kol. 2017).

III. 4 Hodnocení stupně rezistence podle metodiky IRAC

V případových studiích uvedených u jednotlivých škůdců v dalších kapitolách této metodiky byla použita metoda hodnocení rezistence (v číselném i barevném vyjádření) podle metodiky IRAC:



1 vysoce citlivá populace

laboratorní účinnosti 100% dávky i 20% dávky musí dosáhnout hodnoty 100 % (dle Abbotta)

- 2 citlivá populace
*laboratorní účinnost 100% dávky musí dosáhnout hodnoty 100 % (dle Abbotta);
laboratorní účinnost 20% dávky je pod hodnotou 100 % (dle Abbotta)*
- 3 středně rezistentní populace
laboratorní účinnost 100% dávky se pohybuje v intervalu od 90 do 99,99 % (dle Abbotta)
- 4 rezistentní populace
laboratorní účinnost 100% dávky se pohybuje v intervalu od 50 do 89,99 % (dle Abbotta)
- 5 vysoce rezistentní populace
laboratorní účinnost 100% dávky je pod hodnotou 50 % (dle Abbotta)

III. 5 Biologické metody hodnocení rezistence

Biologické metody hodnocení rezistence jsou základem pro provádění plošného monitoringu rezistence škůdců k insekticidům. Biologické testy jsou založeny na různých způsobech aplikace účinné látky insekticidu na různá vývojová stadia škůdců. Metody hodnocení, které zahrnují topikální aplikace, tarsální testy a ponořovací testy jsou vhodné zejména pro testování látek s kontaktním účinkem. Pro účinné látky s významnými nebo převažujícími účinky požerovými se používají požerové testy, nebo ponořovací testy s živnou rostlinou, případně aplikace insekticidu na povrch nebo inkorporace do umělé diety. U insekticidů se systémovým účinkem je třeba volit jiné metody, např. aplikace insekticidu na živnou rostlinu a následnou introdukci testovaného škůdce. Rozdílnými metodami je třeba testovat látky s ovicidním a larvicidním účinkem. Biologické testy poskytnou zpravidla informaci o citlivosti testovaného vzorku populace škůdce k insekticidu ve srovnání s citlivostí laboratorního kmene. Hodnotí se mortalita ve srovnání s mortalitou citlivé populace. Úroveň rezistence hodnocená biologickými testy je vyjadřována indexem rezistence, což je poměr LC_{50} rezistentní populace k LC_{50} citlivé populace škůdce. LC_{50} (LD_{50}) je koncentrace (dávka) účinné látky přípravku, která způsobuje 50% mortalitu testovaných jedinců, podobně LC_{90} (LD_{90}) způsobuje 90% mortalitu testovaných jedinců.

III.5.1 Blýskáček řepkový IRAC č. 011 (pyretroidy)

Materiál: nádoby na hmyz (např. monofilové izolátory nebo 0,5 L sklenice překryté monofilem), jemný malířský štěteček, entomologická odsávačka, kádinky na ředění pesticidů, pipety a špičky pro ředění tekutých pesticidů nebo laboratorní váhy pro vážení práškových pesticidů, 20 mL skleněné lahvičky, zařízení pro rotování lahviček (např. ohřívač párků),

nálevka pro přemístění brouků do lahvíček, filtrační papíry, klimabox pro zajištění kontrolovaných podmínek v průběhu pokusu.

Popis metody:

- 1) Nasbírejte (smýkáním) přibližně 100-200 dospělců blýskáčka řepkového na různých místech pole. Uchovejte brouky v dobře větrané nádobě (např. monofilovém izolátoru nebo zavařovací sklenici překryté monofilem). Na dno nádoby umístěte suchý filtrační papír a do nádoby umístěte několik kvetoucích rostlin řepky jako zdroj potravy. Brouci nesmí být před hodnocením rezistence vystaveni stresu (vysoké teploty, vlhkost nebo hladovění). Manipulace s brouky před pokusem by měla být omezena na minimum.
- 2) Přemístěte nasbírané brouky co nejrychleji do laboratoře, kde bude prováděno hodnocení rezistence. Způsob transportu by měl zamezit vysokým teplotám, vlhkosti a stresu hladověním.
- 3) Doporučuje se brouky po přemístění do laboratoře vypustit do dobře větrané nádoby (klícky) a hodnocení rezistence provádět až další den. Vhodnější je brouky v izolátorech s potravou uložit do ledničky, nebo do prostoru s teplotou okolo 5 °C.
- 4) Jako standard pro hodnocení rezistence k pyretroidům je používán lambda-cyhalothrin (technický produkt dostupný např. od Sigma-Aldrich). Je možné použít i jiné pyretroidy, ale v takovém případě IRAC doporučuje použít lambda-cyhalothrin pro srovnání.
- 5) Pro hodnocení rezistence použijte skleněné lahvičky s vnitřním povrchem 20-80 cm². Nové lahvičky je třeba před použitím vypláchnout v mýdlové vodě, v acetonu a nechat sušit alespoň 4 hodiny před použitím.
- 6) Vypočtěte povrch lahviček podle vzorce: $S = \pi r^2 + (2 \pi r) * h$
- 7) Připravte roztoky lambda-cyhalothrinu v acetonu:
 - a. Pro monitoring rezistence byly IRAC stanoveny 2 doporučené koncentrace lambda-cyhalothrinu a naše výsledky tento výběr potvrzují (viz kap. III.5.):
 - i. 0,075 µg/cm² (100 % doporučené polní dávky 7,5 g úč. látky/ha)
 - ii. 0,015 µg/cm² (20 % doporučené polní dávky)
 - iii. aceton jako kontrola
- 8) Skleněné lahvičky naplňte 500-1500 µL roztoku (v závislosti na velikosti lahviček je třeba, aby stěny lahviček byly kompletně pokryty roztokem). Lahvičky nechte rotovat při pokojové teplotě, až dojde k odpaření acetonu. Otevřené lahvičky nechte potom vytemperovat a vyschnout při pokojové teplotě, jinak vysrážená vlhkost uvnitř lahviček výsledky testů znehodnotí.

9) Použijte tři opakování od každé koncentrace a kontrolní varianty (v návodu IRAC uvádí 2 opakování).

10) Do každé lahvičky umístěte 10-20 brouků (pro přemístění brouků do lahviček je vhodné použít malířský štěteček a plastový trychtýř), uzavřete lahvičky monofilem a ve svislé poloze nechte inkubovat při teplotě 20 +/- 2 °C a vlhkosti 60 % (IRAC vlhkost neuvádí). Lahvičky se uzavírají originální plastovou zátkou, proto není vlhkost uvedena. Brouci na kontrole spolehlivě přežívají, použití monofilu není potřeba a je pracné.

11) Mortalitu brouků vyhodnoťte po 24 h. Hodnocení mortality brouků se provádí po vysypání brouků z lahvičky doprostřed kruhové výseče z filtračního papíru o průměru 8 cm. Spočítání jsou mrtví brouci a také brouci vážně postižení. Za vážně postižené považujte brouky, kteří nejsou schopni kruhovou výseč během 1 min opustit.

12) Výsledek hodnocení vyjádřete jako procento mortality a proveďte korekci na mortalitu v kontrolní neošetřené variantě podle Abbotta (1925), tj. $A = [(P-C)/(100-C)] \cdot 100$, kde A je výsledná mortalita v ošetřené variantě po korekci, P je mortalita v ošetřené variantě před korekcí a C je mortalita v kontrolní neošetřené variantě. Mortalitu počítáme jako podíl součtu mrtvých a postižených brouků z celkového počtu hodnocených brouků. Pokud je mortalita v kontrolní variantě vyšší než 20 %, je třeba pokus zopakovat.

Případová studie:

V letech 2018 – 2020 byl testován relativně vysoký počet populací blýskáčka řepkového na citlivost k pyretroidům lambda-cyhalothrin a tau-fluvalinátu. K testování citlivosti populací byl použit lahvičkový IRAC test č. 011 (*Adult vial test*), doba expozice 24 hodin. Pro srovnání a získání přesnější představy o pokračování vývoje rezistence v ČR byly do testů též zařazeny populace ze Slovenska. V roce 2018 bylo na lambda-cyhalothrin otestováno celkem 81 populací (z toho 17 slovenských), v roce 2019 to bylo 68 populací (z toho 21 ze Slovenska) a v roce 2020 celkem 90 populací (35 ze Slovenska). V případě tau-fluvalinátu bylo v roce 2018 otestováno 74 populací (z toho 16 ze Slovenska), v roce 2019 to bylo 66 populací (21 ze Slovenska) a v roce 2020 celkem 80 populací (z toho 30 populací slovenských). Neboť vysoký počet populací zařazených v jednotlivých ročníkových souborech byl současně testován jak na lambda-cyhalothrin tak na tau-fluvalinát, bylo možné provést korelační analýzu za účelem zjištění, respektive vyvrácení existence pozitivní korelace mezi citlivostí (rezistencí) k oběma látkám. To znamená potvrdit nebo vyvrátit existenci křížové rezistence.

České populace blýskáčků vykazují k lambda-cyhalothrinu rezistenci nebo vysokou rezistenci. Tabulka III.5.1.1 ukazuje, jakým způsobem probíhal vývoj vedoucí k postupnému vytracení citlivých populací blýskáčka řepkového z našeho území. Nejde tedy o problém posledních tří let (Graf III.5.1.1, graf III.5.1.2). Na Slovensku je situace o něco lepší, přesto i zde již dominují rezistentní populace (Tab. III.5.1.2). V obou zemích se též vyskytuje vysoký podíl rezistentních populací k tau-fluvalinátu, i když celkově je situace u tohoto pyretroidu lepší než v případě lambda-cyhalothrinu (Tab. III.5.1.3). Velkým nebezpečím do budoucna je, že se navíc v posledních letech začíná projevovat pozitivní korelace mezi rezistencí k lambda-cyhalothrinu a nižší citlivostí k tau-fluvalinátu u českých a bohužel již i u slovenských populací. Toto je velmi zajímavé zjištění, protože to vypovídá o tom, že nejen samotná citlivost populací může v čase klesat, ale vývojem též může procházet i populační chování ve smyslu změn reakcí na více látek současně. Výsledky potvrzují pro české populace blýskáčků středně silnou křížovou rezistenci k oběma pyretroidům (Tab. III.5.1.4). Přípravky na bázi tau-fluvalinátu nelze doporučit pro ochranu řepky proti blýskáčkům.

Tab. III.5.1.1 Vývoj rezistence k lambda-cyhalothrinu u českých populací blýskáčků mezi lety 2009 – 2020. Tabulka ukazuje změny v podílech vysoce citlivých (1), citlivých (2), středně rezistentních (3), rezistentních (4) a vysoce rezistentních (5) populací na území ČR v jednotlivých ročnících, ve kterých bylo testování prováděno.

rok (stát)	stupeň citlivosti (1, 2) respektive rezistence (3 - 5)				
	1	2	3	4	5
2009 (CZ)	11,71	18,02	25,23	33,33	11,71
2010 (CZ)	4,00	22,40	21,60	43,20	8,80
2011 (CZ)	0,00	3,92	13,73	61,77	20,59
2012 (CZ)	0,00	1,21	4,82	59,04	34,94
2013 (CZ)	0,00	0,00	7,32	65,85	26,83
2014 (CZ)	0,00	0,00	5,71	48,57	45,71
2015 (CZ)	0,00	0,00	3,57	41,07	55,36
2016 (CZ)	0,00	5,36	0,00	50,00	44,64
2017 (CZ)	0,00	0,00	0,00	49,02	50,98
2018 (CZ)	0,00	0,00	1,56	39,06	59,38
2019 (CZ)	0,00	2,13	2,13	40,43	55,32
2020 (CZ)	0,00	0,00	2,17	41,62	56,21

Tab. III.5.1.2 Vývoj rezistence k lambda-cyhalothrinu u slovenských populací blýskáčků mezi lety 2012 – 2020. Tabulka ukazuje změny v podílech vysoce citlivých (1), citlivých (2), středně

rezistentních (3), rezistentních (4) a vysoce rezistentních (5) populací na území ČR v jednotlivých ročnících, ve kterých bylo testování prováděno.

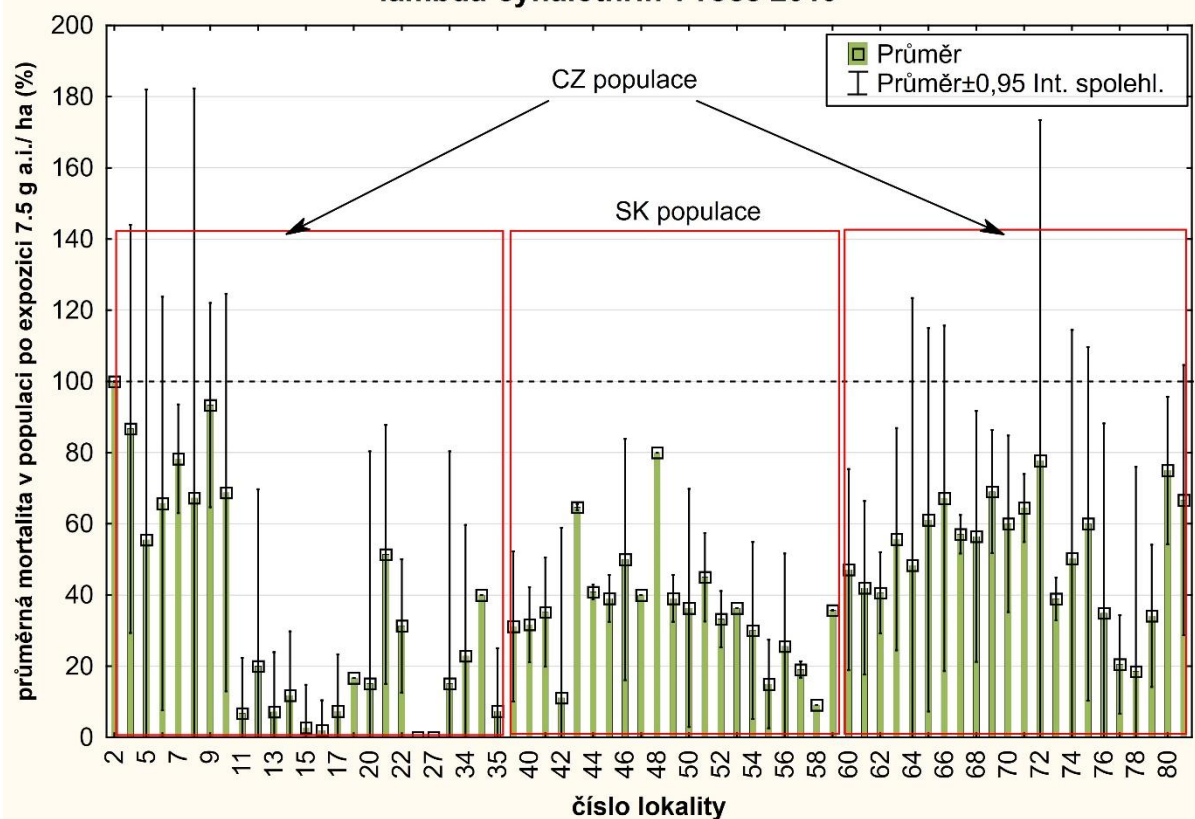
rok (stát)	stupeň citlivosti (1, 2) respektive rezistence (3 - 5)				
	1	2	3	4	5
2012 (SK)	0,00	0,00	70,00	30,00	0,00
2015 (SK)	0,00	0,00	18,18	81,82	0,00
2016 (SK)	4,76	19,05	4,76	57,14	14,29
2017 (SK)	0,00	4,76	4,76	47,62	42,86
2018 (SK)	0,00	11,76	0,00	64,71	23,53
2019 (SK)	0,00	0,00	0,00	14,29	85,70
2020 (SK)	0,00	2,36	4,87	48,94	43,83

Tab. III.5.1.3 Vývoj změn citlivosti k pyretroidu tau-fluvalinátu u českých a slovenských populací blýskáčků mezi lety 2012 – 2020. Tabulka ukazuje změny v podílech vysoce citlivých (1), citlivých (2), středně rezistentních (3), rezistentních (4) a vysoce rezistentních (5) populací na území ČR v jednotlivých ročnících, ve kterých bylo testování prováděno.

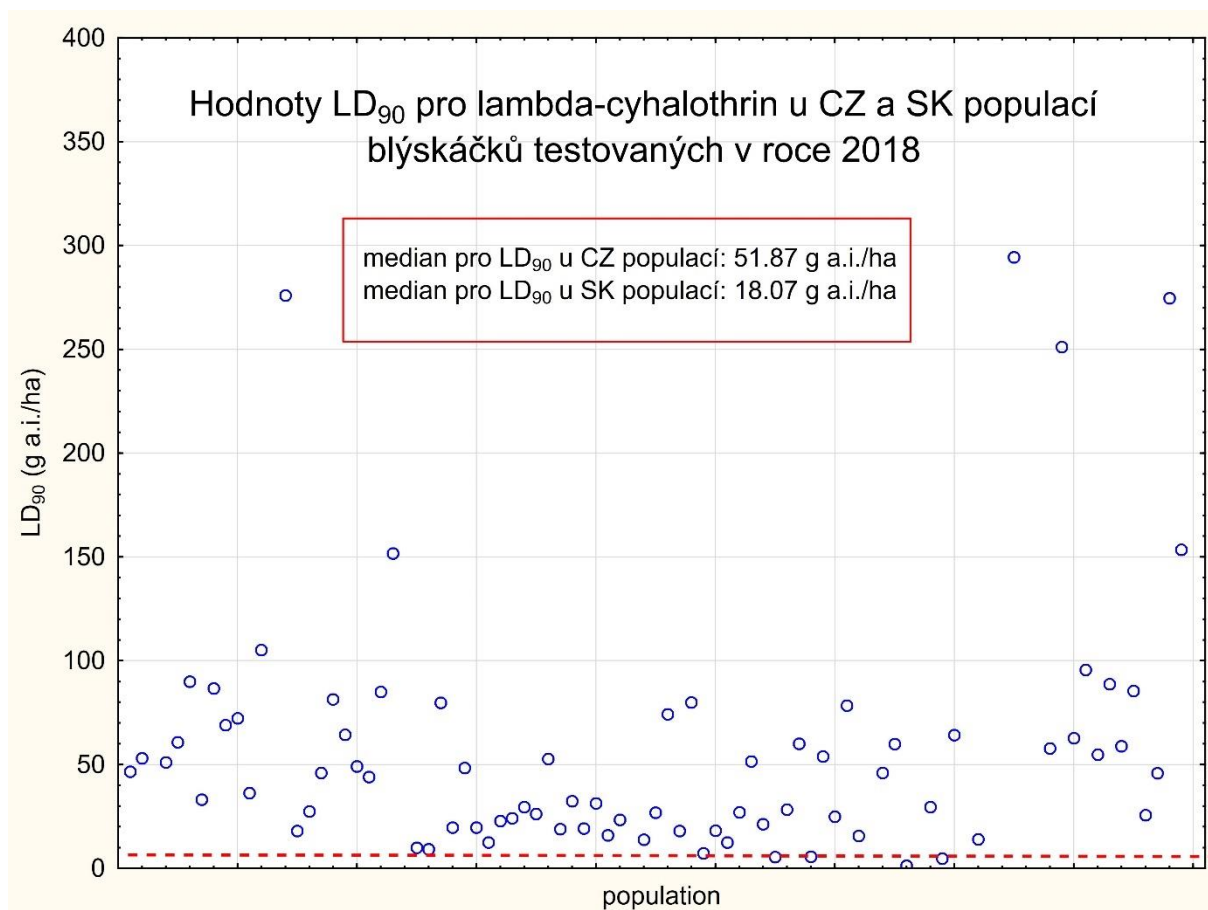
insekticid	ročník	Podíl populací s určitým stupněm rezistence (%)				
		1	2	3	4	5
tau-fluvalinát	2012 (CZ)	2,86	32,86	28,57	28,57	7,14
	2013 (CZ)	0,00	25,40	38,10	36,50	0,00
	2014 (CZ)	0,00	52,50	19,67	21,31	6,56
	2015 (CZ)	0,00	34,04	17,02	46,81	2,13
	2016 (CZ)	0,00	53,34	33,33	13,33	0,00
	2017 (CZ)	7,50	42,50	32,50	17,50	0,00
	2018 (CZ)	0,00	43,11	17,24	34,48	5,17
	2019 (CZ)	13,33	46,67	20,00	20,00	0,00
	2020 (CZ)	7,50	32,50	42,50	17,50	0,00
	2012 (SK)	9,09	72,73	0,00	18,18	0,00
	2015 (SK)	0,00	30,00	70,00	0,00	0,00
	2016 (SK)	9,25	61,90	14,29	14,29	0,00
	2017 (SK)	4,76	42,86	42,86	9,52	0,00
	2018 (SK)	6,25	62,50	25,00	6,25	0,00
	2019 (SK)	4,76	71,43	19,05	4,76	0,00
	2020 (SK)	5,51	66,97	22,03	5,49	0,00

Graf III.5.1.1 Mortalita blýskáčků po vystavení registrované dávce pyretroidu lambda-cyhalothrin je u většiny populací v ČR i v SR nízká. Pyretroidy v polních podmínkách selžou.

Mortalita CZ a SK populací blýskáčků vyvolaná registrovanou dávkou pyretroidu lambda-cyhalothrin v roce 2019



Graf III.5.1.2 Hodnoty LD₉₀ se u českých populací blýskáčků pohybují výrazně nad hladinou registrované dávky (přerušovaná čára) pro referenční pyretroid lambda-cyhalothrin (7.5 g ú.l./ha). Registrovanou dávkou nelze v polních podmínkách docílit vysoké účinnosti.



Tab. III.5.1.4 Výsledky korelačních analýz mezi hodnotami LD₅₀, LD₉₀ pro lambda-cyhalothrin a tau-fluvalinát zpracované pro soubory populací pocházejících z Čech, Moravy a Slovenska, jež byly otestované v letech 2015 – 2018.

rok (stát - region)	počet populací	koeficient korelace ^{1,2} (hladina významnosti, p) pro:	
		hodnoty LD ₅₀	hodnoty LD ₉₀
2015 (CZ + SK)	56	0,43 (p<0,05)	0,41 (p<0,05)
2015 (CZ - Čechy)	11	0,63 (p<0,05)	0,25 (p>0,05)
2015 (CZ - Morava)	35	0,34 (p<0,05)	0,47 (p<0,001)
2015 (SK)	10	0,43 (p>0,05)	"-0,23 (p>0,05)
2016 (CZ + SK)	63	0,45 (p<0,001)	0,17 (p>0,05)
2016 (CZ - Čechy)	16	0,67 (p<0,05)	"-0,23 (p>0,05)
2016 (CZ - Morava)	26	0,72 (p<0,001)	0,71 (p<0,001)
2016 (SK)	21	0,15 (p>0,05)	0,03 (p>0,05)
2017 (CZ + SK)	61	"-0,03 (p>0,05)	0,23 (p>0,05)
2017 (CZ - Čechy)	16	0,34 (p>0,05)	0,51 (p<0,05)
2017 (CZ - Morava)	24	"-0,13 (p>0,05)	0,04 (p>0,05)
2017 (SK)	21	0,18 (p>0,05)	"-0,18 (p>0,05)
2018 (CZ + SK)	71	0,60 (p<0,001)	0,60 (p<0,001)
2018 (CZ - Čechy)	28	0,63 (p<0,001)	0,40 (p<0,05)

rok (stát - region)	počet populací	koeficient korelace ^{1,2} (hladina významnosti, p) pro:	
		hodnoty LD ₅₀	hodnoty LD ₉₀
2018 (CZ - Morava)	27	0,67 (p<0,001)	0,62 (p<0,001)
2018 (SK)	16	0,66 (p<0,001)	"-0,07 (p>0,05)

¹Pearsonova korelace

²hodnoty zvýrazněné tučným písmem označují případy se statisticky významnou pozitivní korelací (s minimálně 95% pravděpodobností) - to naznačuje existenci křížové rezistence mezi lambda-cyhalothrinem a tau-fluvalinátem

III.5.2 Blýskáček řepkový IRAC č. 021 (neonikotinoidy)

Materiál: nádoby na hmyz (např. monofilové izolátory nebo 0,5 L sklenice překryté monofilem), jemný malířský štěteček, kádinky na ředění pesticidů, pipety a špičky pro ředění tekutých pesticidů nebo laboratorní váhy pro vážení práškových pesticidů, 20 mL skleněné lahvičky, zařízení pro rotování lahviček (např. ohřívač párků), nálevka pro přemístění brouků do lahviček, filtrační papíry, teploměr, klimabox pro zajištění kontrolovaných podmínek v průběhu pokusu.

Popis metody:

- 1) Nasbírejte (smýkáním) přibližně 200 dospělců blýskáčka řepkového na různých místech pole. Uchovejte brouky v dobře větrané nádobě (např. monofilovém izolátoru nebo zavařovací sklenici překryté monofilem). Na dno nádoby umístěte suchý filtrační papír a do nádoby umístěte několik kvetoucích rostlin řepky jako zdroj potravy. Brouci nesmí být před hodnocením rezistence vystaveni stresu (vysoké teploty, vlhkost nebo hladovění). Manipulace s brouky před pokusem by měla být omezena na minimum. Přemístěte nasbírané brouky co nejrychleji do laboratoře, kde bude prováděno hodnocení rezistence. Způsob transportu by měl zamezit vysokým teplotám, vlhkosti a stresu hladověním.
- 2) Doporučuje se brouky po přemístění do laboratoře vypustit do dobře větrané nádoby (klíčky) a hodnocení rezistence provádět až další den.
- 3) Jako standard pro hodnocení rezistence k neonikotinoidům je používán thiakloprid ve formulaci komerčně dostupného přípravku Biscaya 240 OD.
- 4) Pro hodnocení rezistence použijte skleněné lahvičky s vnitřním povrchem 20-80 cm². Nové lahvičky je třeba před použitím vypláchnout v mýdlové vodě, v acetonu a nechat sušit alespoň 4 hodiny před použitím.
- 5) Vypočtete povrch lahviček podle vzorce: $S = \pi r^2 + (2 \pi r) * h$

- 6) Připravte roztoky přípravku Biscaya 240 OD:
- Připravte zásobní roztok rozpuštěním přípravku Biscaya 240 OD v destilované vodě (2 % celkového objemu rozpouštědla) a přidejte aceton do 100 % objemu rozpouštědla.
 - Pro monitoring rezistence byly IRAC stanoveny 3 doporučené koncentrace thiaklopridu a naše výsledky tento výběr potvrzují (viz kap. III.5.):
 - 1,44 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (200% doporučené polní dávky 72 g úč. látky/ha)
 - 0,72 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (100% doporučené polní dávky)
 - 0,144 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (20% doporučené polní dávky)
 - aceton jako kontrola
 - V případě potřeby je pro vytvoření křivky závislosti mortality na koncentraci možné použít koncentrace 4 % a 0,8 % doporučené dávky. Koncentrace vyšší než 200 % doporučené dávky není možné použít z důvodu olejové formulace přípravku.
- 7) Skleněné lahvičky naplňte 500-1500 μL roztoku (v závislosti na velikosti lahviček je třeba, aby stěny lahviček byly kompletně pokryty roztokem). Lahvičky nechte rotovat při pokojové teplotě, až dojde k odpaření acetonu. Z důvodu obsahu oleje ve formulaci přípravku a malého objemu vody v roztoku je třeba lahvičky nechat rotovat alespoň 2 h a další 2 h nechat odpařovat bez rotování (např. přes noc) a teprve poté lahvičky uzavřít a uskladnit před použitím. Připravené lahvičky je možné skladovat při pokojové teplotě ve tmě minimálně 8 týdnů, aniž by došlo k významné degradaci účinné látky.
- 8) Použijte tři opakování od každé koncentrace a kontrolní varianty (v návodu IRAC uvádí 2 opakování).
- 9) Do každé lahvičky umístěte 10 brouků (pro přemístění brouků do lahviček je vhodné použít malířský štěteček a plastový trychtýř), uzavřete lahvičky monofilem a ve svislé poloze nechte inkubovat při teplotě $20 \pm 2^\circ\text{C}$ a vlhkosti 60 % (IRAC vlhkost neuvádí).
- 10) Mortalitu brouků vyhodnoťte po 24 h. Hodnocení mortality brouků se provádí po vysypání brouků z lahvičky doprostřed papíru s nakreslenou kružnicí o průměru 15 cm. Spočítání jsou mrtví brouci a také brouci vážně postižení. Za vážně postižené považujte brouky, kteří nejsou schopni kruhovou výseč během 1 min opustit.
- 11) Výsledek hodnocení vyjádřete jako procento mortality a proveďte korekci na mortalitu v kontrolní neošetřené variantě podle Abbotta (1925), tj. $A = [(P-C)/(100-C)] \cdot 100$, kde A je výsledná mortalita v ošetřené variantě po korekci, P je mortalita v ošetřené variantě před korekcí a C je mortalita v kontrolní neošetřené variantě. Mortalitu počítáme jako

podíl součtu mrtvých a postižených brouků z celkového počtu hodnocených brouků. Pokud je mortalita v kontrolní variantě vyšší než 20 %, je třeba pokus zopakovat.

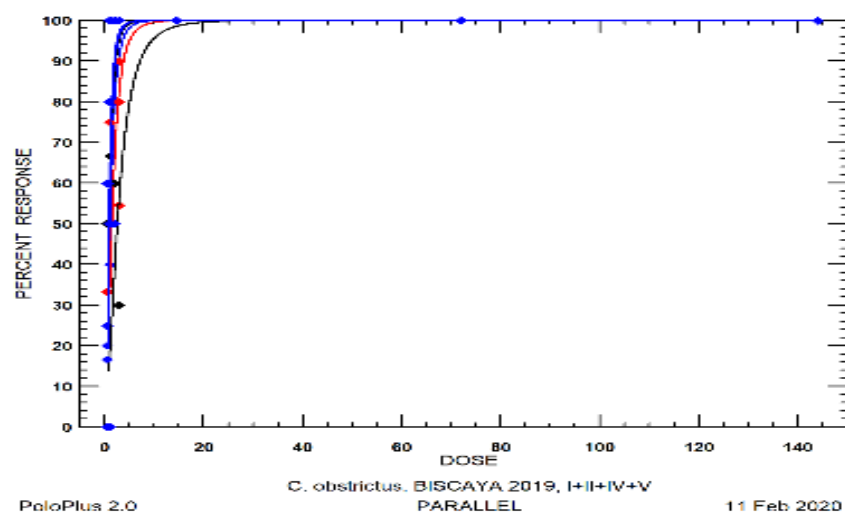
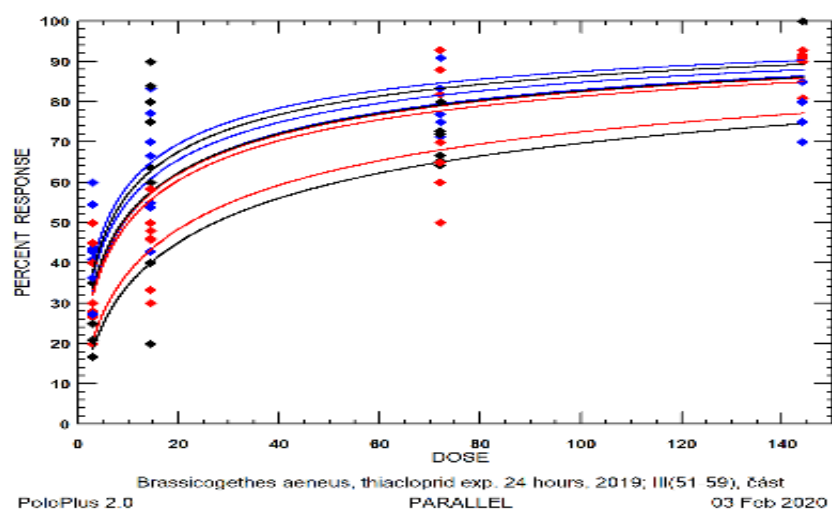
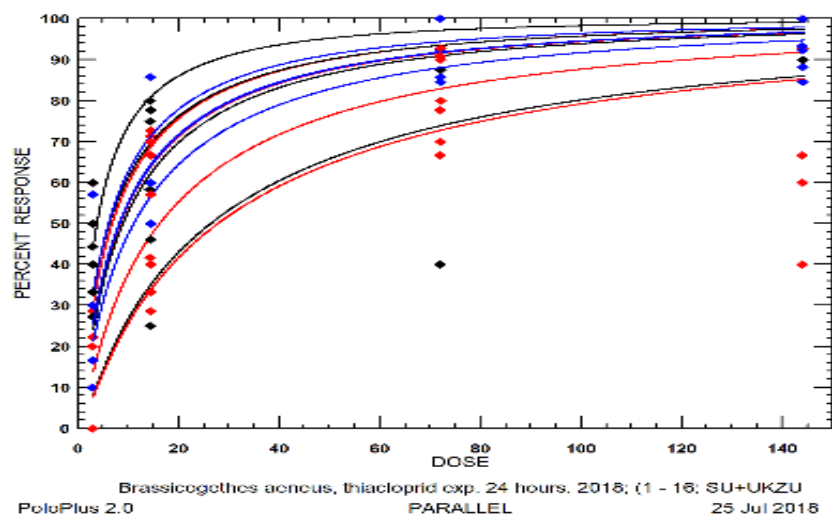
Případová studie:

V letech 2018 až 2020 byla testována citlivost blýskáčků zejména na neonikotinoid thiakloprid. K testování byl využit IRAC test číslo 021. Jedná se o lahvičkový test (*Adult vial test*), ve kterém se hodnotí kontaktní účinek testovaného neonikotinu (vnitřní povrch lahviček je ošetřen určitou dávkou) na dospělé blýskáčky, kteří jsou uzavřeni uvnitř lahviček na dobu 24 hodin (doba expozice). Dle metodiky IRAC se k testování doporučuje použití komerční formulace Biscaya 240 OD, což bylo v našem případě dodrženo.

V roce 2018 bylo tímto způsobem otestováno 65 českých a 15 slovenských populací blýskáčků, v roce 2019 to bylo 48 českých a 21 slovenských populací a v roce 2020 celkem 51 českých a 30 slovenských populací blýskáčků. Pro populace blýskáčků pocházejících z území obou států je typických několik společných projevů. Především jde o vysokou variabilitu v projevech jednotlivých populací blýskáčků (Graf III.5.2.1). Křivky mortalit populací blýskáčků v letech 2018 a 2019 ukazují na vysokou variabilitu mezi populacemi v jejich kontaktní citlivosti na thiakloprid (Graf III.5.2.1). Naproti tomu křivky mortality lokálních populací krytonosce šešulového jsou velmi podobné (Graf III.5.2.1). Populace krytonosce šešulového jsou oproti populaci blýskáčků citlivější. Na vyšší mortalitu je potřeba nižší dávka thiaklopridu.

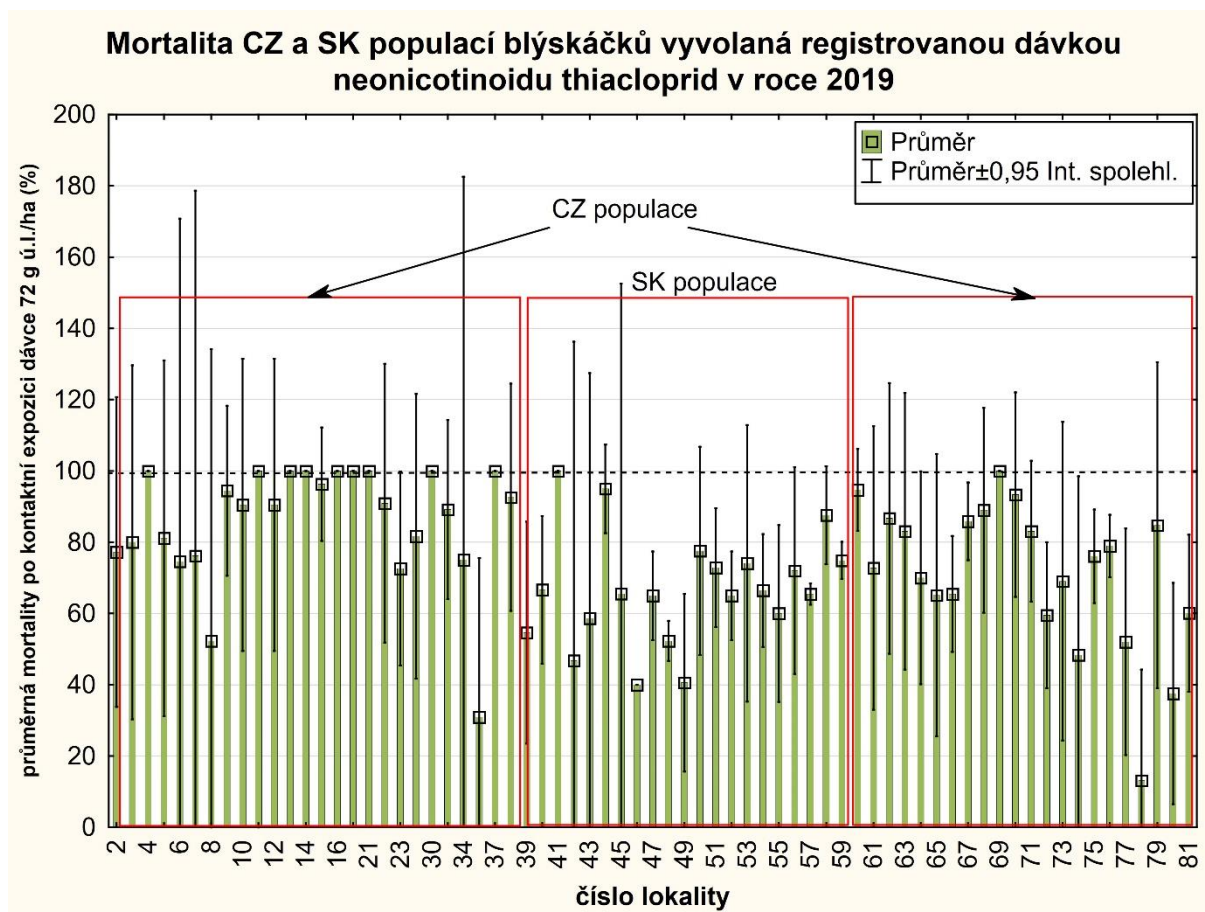
V populacích blýskáčka byl zjištěn významný podíl populací vykazujících významně sníženou kontaktní citlivost k thiaklopridu v ročníkových kolekcích (Graf III.5.2.2). Některé populace vykazovaly výrazně nižší citlivost než jiné. Na rozdíl od pyretroidů zde ale nelze jednoznačně tvrdit, že situace v ČR je horší než na Slovensku. Z dat také není možno vysledovat trend vývoje, takže není možné jasně odpovědět na otázku, zda se situace zhoršuje (roste rezistence) nebo ne (Tab.III.5.2.1). Hodnoty LD₉₀ se u vysokého podílu populací blýskáčků pohybují nad úrovní registrované dávky thiaklopridu, u některých populací výrazně. Slovenské populace na tom v tomto případě (na rozdíl od pyretroidů) nejsou lépe než populace české (Graf III.5.2.3). Tento graf dokladuje vysokou variabilitu v mortalitě k thiaklopridu jak českých, tak slovenských populací blýskáčka.

Graf III.5.2.1 Křivky mortalit populací blýskáčků v roce 2018 (nahore) a v roce 2019 (uprostřed) a krytonosce šešulového (dole).



Graf III.5.2.2 Mortalita blýskáčků v českých a slovenských populacích po vystavení registrované dávce neonikotinoidu thiachloprid v roce 2019. Některé populace vykazují výrazně

nižší citlivost než jiné. Na rozdíl od pyretroidů zde ale nelze jednoznačně tvrdit, že situace v ČR je horší než na Slovensku.



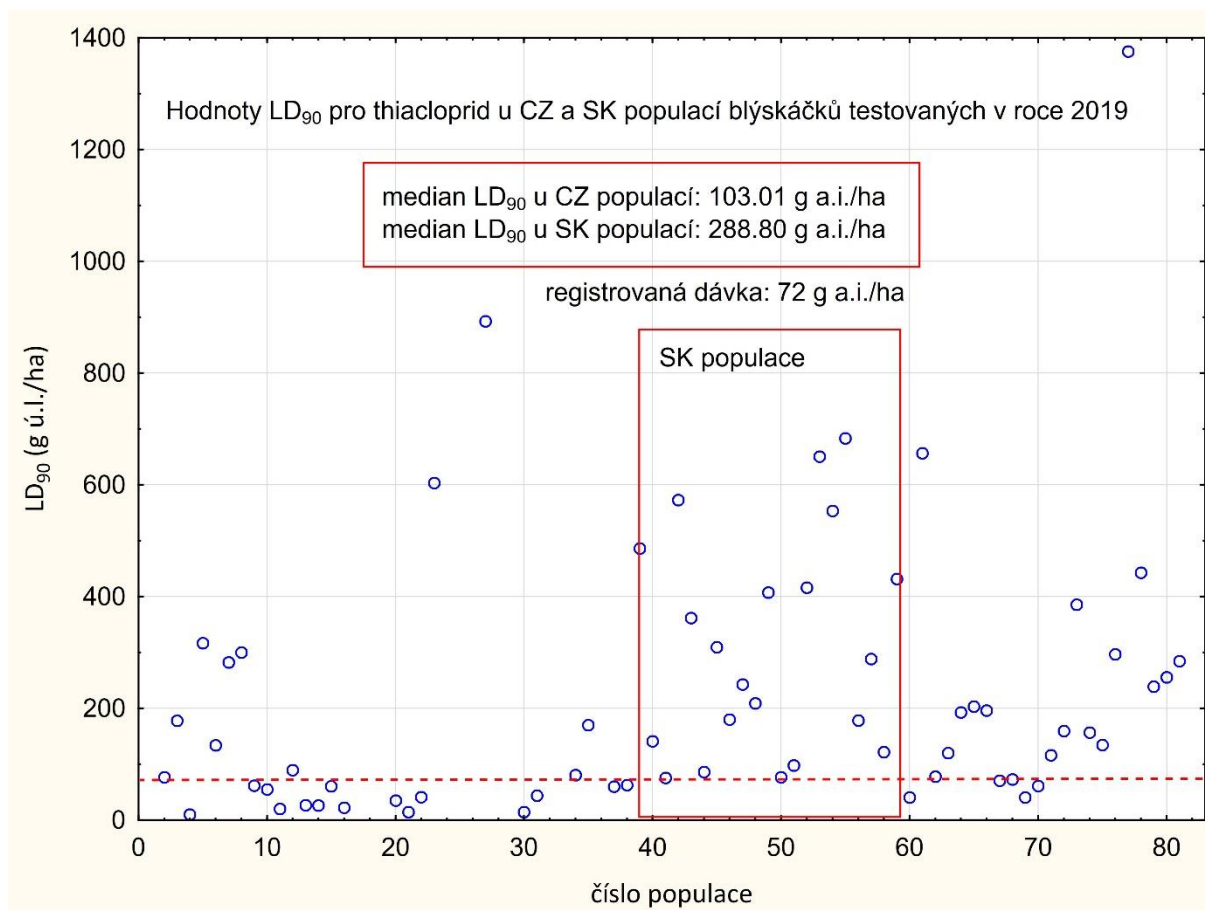
Tab.III.5.2.1 Podíly populací blýskáčků s určitým přiřazeným stupněm rezistence resp. citlivosti (st. 1 – 5) k neonicotinoиду BISCAYA 240 OD (thiacloprid) v ročníkových kolekcích (2011 – 2020) v CZ a SK. Stupně přiřazeny na základě výsledků testů citlivosti provedených podle metodiky IRAC 021 (lahvičkový test).

insekticid	ročník	počet testovaných populací	Podíl populací s určitým stupněm rezistence resp. citlivosti (%)*:				
			C	SC	VSC	R	VR
BISCAYA 240 OD (thiacloprid)	2011 (CZ)	90	56,67	38,89	3,33	1,11	0,00
	2012 (CZ)	64	53,13	26,56	10,94	9,38	0,00
	2013 (CZ)	62	27,42	41,94	16,13	8,06	6,45
	2014 (CZ)	65	56,92	15,38	6,16	6,16	15,38

insekticid	ročník	počet testovaných populací	Podíl populací s určitým stupněm rezistence resp. citlivosti (%)*:				
			C	SC	VSC	R	VR
	2015 (CZ)	51	54,90	21,59	15,69	5,88	1,96
	2016 (CZ)	46	67,39	17,39	4,35	8,70	2,17
	2017 (CZ)	46	41,30	30,44	26,09	2,17	0,00
	2018 (CZ)	65	49,23	21,54	18,46	6,15	4,62
	2019 (CZ)	48	41,67	35,42	14,58	6,25	2,08
	2020 (CZ)	51	45,45	28,48	16,52	6,20	3,35
	2012 (SK)	8	75,00	25,00	0,00	0,00	0,00
	2015 (SK)	9	33,33	44,44	22,23	0,00	0,00
	2016 (SK)	21	61,90	33,34	4,76	0,00	0,00
	2017 (SK)	21	28,57	47,62	19,05	4,76	0,00
	2018 (SK)	15	86,67	13,33	0,00	0,00	0,00
	2019 (SK)	21	14,29	23,81	47,62	14,29	0,00
	2020 (SK)	30	50,48	18,57	23,81	6,01	1,15

*Stupně rezistence resp. citlivosti (st. 1-5) byly jednotlivým populacím přiřazeny na základě laboratorní kontaktní účinnosti dosažené registrovanou dávkou (72 g ú.l./ha): Zelený sloupec, C = citlivá populace ke kontaktnímu účinku (lab. kontakt. účinnost registrované dávky: 87 – 100 %); žlutý sloupec, SC = populace se sníženou citlivostí ke kontaktnímu účinku (lab. kontakt. účinnost registrované dávky: 70 – 86,9 %); světle modrý sloupec, VSC = populace s výrazně sníženou kontakt. citlivostí (lab. kontakt. účinnost registrované dávky: 50 – 69,9 %); tmavě modrý sloupec, R = populace rezistentní ke kontaktnímu účinku (lab. kontakt. účinnost registrované dávky: 35 – 49,9 %); červený sloupec, VR = populace vysoce rezistentní ke kontaktnímu účinku (lab. kontakt. účinnost registrované dávky: pod 35 %).

Graf III.5.2.3 Hodnoty LD₉₀ pro neonikotinoid thiakloprid se u populací blýskáčků pohybovaly v roce 2019 mnohdy výrazně nad hladinou registrované dávky (přerušovaná čára) (72 g ú.l./ha).



III.5.3 Blýskáček řepkový IRAC č. 025 (organofosfáty)

Materiál: nádoby na hmyz (např. monofilové izolátory nebo 0,5 L sklenice překryté monofilem), jemný malířský štěteček, kádinky na ředění pesticidů, pipety a špičky pro ředění tekutých pesticidů nebo laboratorní váhy pro vážení práškových pesticidů, 20 mL skleněné lahvičky, zařízení pro rotování lahviček (např. ohřívač párků), nálevka pro přemístění brouků do lahviček, filtrační papíry, klimabox pro zajištění kontrolovaných podmínek v průběhu pokusu.

Popis metody:

- 1) Nasbírejte (smýkáním) přibližně 200 dospělců blýskáčka řepkového na různých místech pole. Uchovejte brouky v dobře větrané nádobě (např. monofilovém izolátoru nebo zavařovací sklenici překryté monofilem). Na dno nádoby umístěte suchý filtrační papír a do nádoby umístěte několik kvetoucích rostlin řepky jako zdroj potravy. Brouci nesmí být před hodnocením rezistence vystaveni stresu (vysoké teploty, vlhkost nebo hladovění). Manipulace s brouky před pokusem by měla být omezena na minimum.

- 2) Přemístěte nasbírané brouky co nejrychleji do laboratoře, kde bude prováděno hodnocení rezistence. Způsob transportu by měl zamezit vysokým teplotám, vlhkosti a stresu hladověním.
- 3) Doporučuje se brouky po přemístění do laboratoře vypustit do dobře větrané nádoby (klícky) a teploty 13 – 15 °C a hodnocení rezistence provádět až další den.
- 4) Jako standard pro hodnocení rezistence k organofosfátům je používán chlorpyrifos (ethyl) (technický produkt).
- 5) Pro hodnocení rezistence použijte skleněné lahvičky s vnitřním povrchem 20-80 cm². Nové lahvičky je třeba před použitím vypláchnout v mýdlové vodě, v acetonu a nechat sušit alespoň 4 hodiny před použitím.
- 6) Vypočtete povrch lahviček podle vzorce: $S = \pi r^2 + (2 \pi r) * h$
- 7) Připravte roztoky chlorpyrifosu v acetonu:
 - a. Vzhledem k tomu, že dosud nebyla u žádné populace v Evropě prokázána rezistence k organofosfátům, IRAC doporučuje použít pro testy pouze jednu koncentraci 0,3 µg/cm² (16 % obvyklé polní dávky 187,5 g úč. látky/ha) a v kontrolní variantě aceton.
 - b. Podle našich výsledků doporučujeme pro monitoring rezistence použít 3 koncentrace, a to:
 - i. 1,875 µg/cm² (100 % obvyklé polní dávky 187,5 g úč. látky/ha)
 - ii. 0,375 µg/cm² (20 % doporučené polní dávky)
 - iii. 0,018 µg/cm² (1 % doporučené polní dávky)
- 8) Skleněné lahvičky naplňte 500-1500 µL roztoku (v závislosti na velikosti lahviček je třeba, aby stěny lahviček byly kompletně pokryty roztokem). Lahvičky nechte rotovat při pokojové teplotě, až dojde k odpaření acetonu. Připravené lahvičky je možné skladovat při teplotě -20 °C maximálně 1 měsíc.
- 9) Použijte tři opakování od každé koncentrace a kontrolní varianty (IRAC uvádí 2 opakování).
- 10) Do každé lahvičky umístěte 10–20 brouků (pro přemístění brouků do lahviček je vhodné použít malířský štěteček a plastový trychtýř), uzavřete lahvičky monofilem a ve svislé poloze nechte inkubovat při teplotě 20 +/- 2 °C a vlhkosti 60 % (IRAC vlhkost neuvádí).
- 11) Mortalitu brouků vyhodnoťte po 24 h. Před hodnocením je vhodné s lahvičkami krátce zatřást, aby bylo snadnější vyhodnotit živé od mrtvých a postižených brouků (brouci, kteří nejsou schopni koordinovaného pohybu). Hodnocení mortality brouků se provádí po vysypání brouků z lahvičky doprostřed papíru s nakreslenou kružnicí o průměru 15

cm. Spočítání jsou mrtví brouci a také brouci vážně postižení. Za vážně postižené považujeme brouky, kteří nejsou schopni kruhovou výseč během 1 min opustit.

- 12) Výsledek hodnocení vyjádřete jako procento mortality a proveďte korekci na mortalitu v kontrolní neošetřené variantě podle Abbotta (1925), tj. $A = [(P-C)/(100-C)] \cdot 100$, kde A je výsledná mortalita v ošetřené variantě po korekci, P je mortalita v ošetřené variantě před korekcí a C je mortalita v kontrolní neošetřené variantě. Mortalitu počítáme jako podíl součtu mrtvých a postižených brouků z celkového počtu hodnocených brouků. Pokud je mortalita v kontrolní variantě vyšší než 20 %, je třeba pokus zopakovat.

Případová studie:

V letech 2018 – 2020 byly české populace blýskáčků testovány na citlivost proti dvěma organofosfátům. Ve většině případů byl použit chlorpyrifos-ethyl (tento organofosfát je brán jako referenční v Evropě) a částečně (v menším počtu případů) chlorpyrifos-methyl. V roce 2018 byla testována citlivost k chlorpyrifos-ethylu u 62 českých a 14 slovenských populací, v roce 2019 u 33 českých a 21 slovenských populací a v roce 2020 u 35 českých a 20 slovenských populací. České i slovenské populace jsou k oběma organofosfátům vysoce citlivé. Hodnoty LD₅₀ i LD₉₀ se pohybují hluboce pod registrovanou dávkou (tab. III.5.3.1). Populace z ČR i SR po kontaktní expozici na chlorpyrifos-ethyl reagují více-méně uniformně (graf III.5.3.1). Chlorpyrifos-ethyl aplikovaný v doporučených polních dávkách je plně účinný na populace blýskáčka řepkového v ČR i SR (graf III.5.3.2, graf III.5.3.3).

Tab. III.5.3.1 Mediány a průměrné hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ pro účinnou látku chlorpyrifos-ethyl odhadnuté pro sezónní kolekce populací blýskáčka řepkového odebrané na území ČR a SR v letech 2018, 2019 a 2020. Pro odhad byla využita regresní probitová analýza.

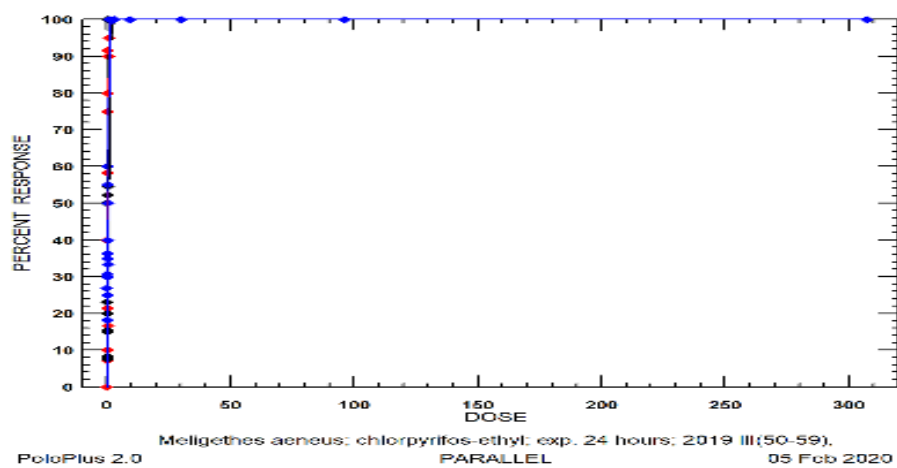
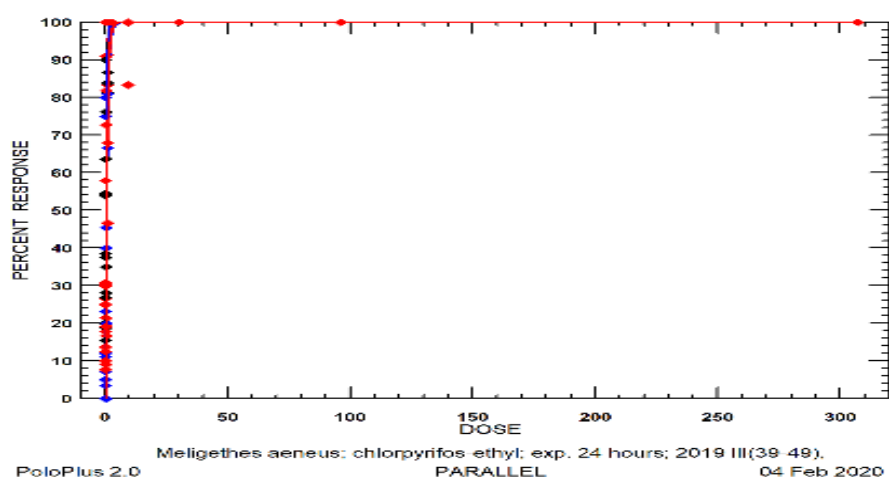
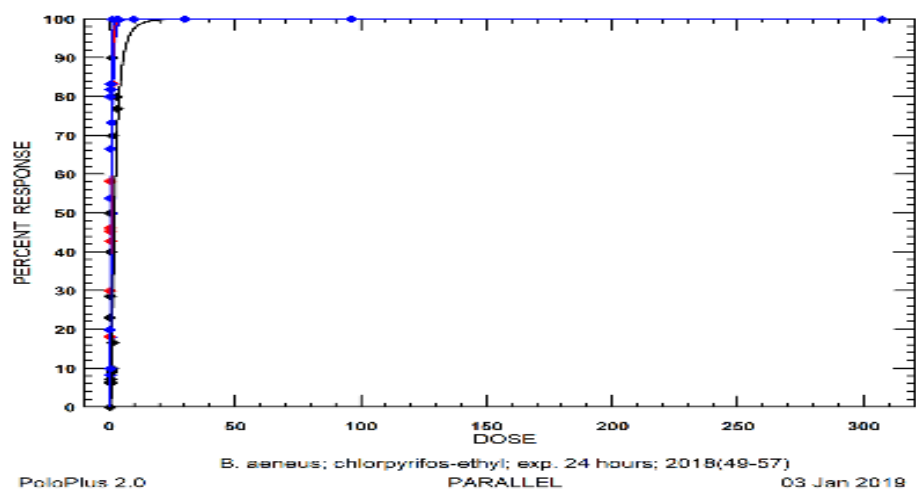
rok	soubor populací	počet populací v souboru	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	registrovaná dávka (g ú.l./ha)
2018	CZ	62	medián: 0,58 průměr: 1,09	medián: 2,05 průměr: 3,85	180 – 350*

	SK	14	medián: 0,83 průměr: 1,22	medián: 2,60 průměr: 4,27
2019	CZ	33	medián: 0,23 průměr: 0,47	medián: 0,58 průměr: 2,22
	SK	21	medián: 0,27 průměr: 0,28	medián: 0,71 průměr: 0,88
2020	CZ	35	medián: 0,47 průměr: 0,76	medián: 1,36 průměr: 2,71
	SK	20	medián: 0,54 průměr: 0,62	medián: 1,37 průměr: 2,72

**V ČR i v Evropě se chlorpyrifos-ethyl vyskytuje v řadě přípravků a dávka, ve které je registrován není jednotná. V tabulce je uvedeno rozpětí pro Evropu.*

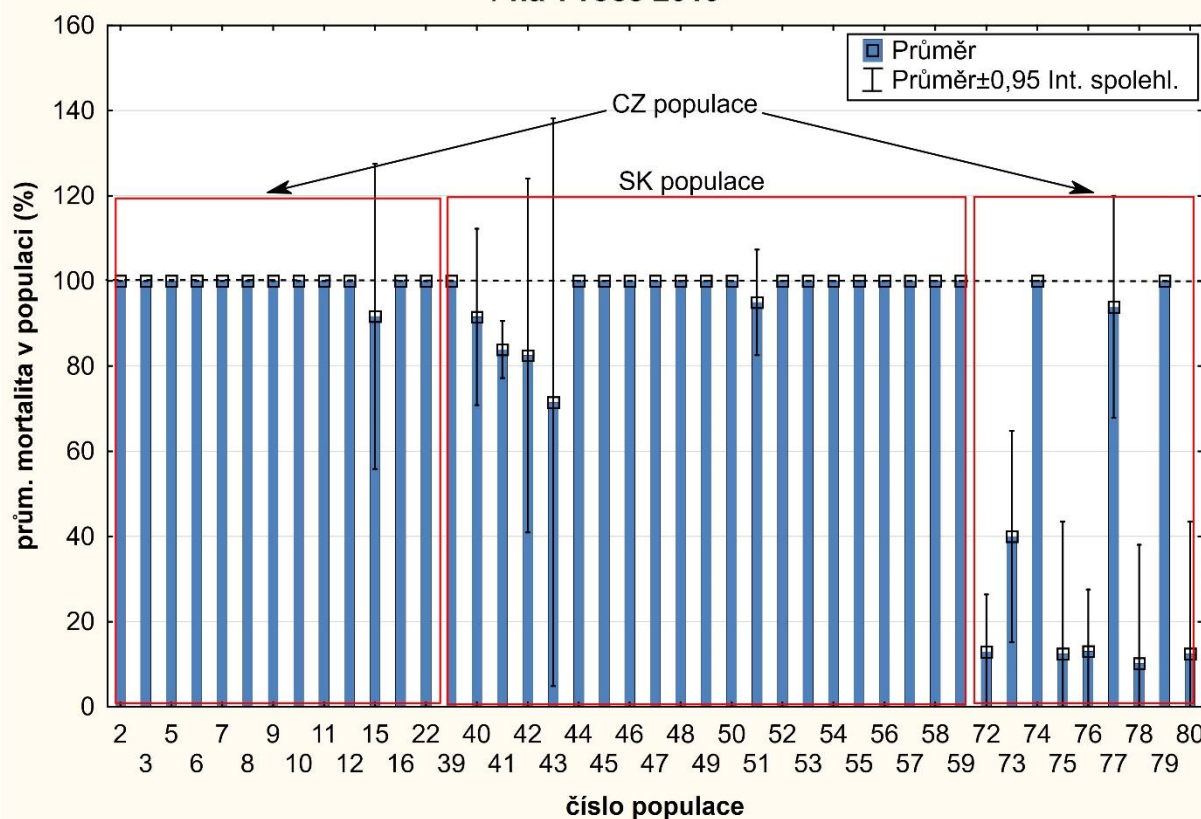
Pro dosažení vysoké mortality blýskáčka (grafu III.5.3.1 osa y) jsou potřeba relativně nízké dávky testovaného organofosfátu (dávky jsou na ose x, registrovaná dávka se pohybuje v rozmezí 180–350 g ú.l./ha). U většiny populací v ČR a SR se jako plně účinná v laboratorních podmínkách jeví dávka 0,92 g ú.l./ha. Mortalita nebyla stoprocentní jen u několika populací v ČR (graf III.5.3.2). Dávky kolem 10 g ú.l./ha jsou již plně účinné na všechny populace.

Graf III.5.3.1 Křivky mortality (v %) pro několik skupin českých populací blýskáčka řepkového testovaných na citlivost k chlorpyrifos-ethylu v závislosti na dávce účinné látky v letech 2018 a 2019.



Graf III.5.3.2 Mortalita blýskáčka odpovídající dávce 0,92 g ú.l./ha chlorpyrifos-ethylu českých a slovenských populací, 2019.

Mortalita CZ a SK populací blýskáčků vyvolaná dávkou 0.92 g chlorpyrifos-ethylu / ha v roce 2019



III.5.4 Blýskáček řepkový IRAC č. 027 (oxadiaziny)

Materiál: nádoby na hmyz (např. monofilové izolátory nebo 0,5 L sklenice překryté monofilem), jemný malířský štěteček, kádinky na ředění pesticidů, pipety a špičky pro ředění tekutých pesticidů nebo laboratorní váhy pro vážení práškových pesticidů, 20 mL skleněné lahvičky, zařízení pro rotování lahviček (např. ohřívač párků), nálevka pro přemístění brouků do lahviček, filtrační papíry, klimabox pro zajištění kontrolovaných podmínek v průběhu pokusu.

Popis metody:

- 1) Nasbírejte (smýkáním) přibližně 300 dospělců blýskáčka řepkového na různých místech pole. Uchovejte brouky v dobře větrané nádobě (např. monofilovém izolátoru nebo zavařovací sklenici překryté monofilem). Na dno nádoby umístěte suchý filtrační papír a do nádoby umístěte několik kvetoucích rostlin řepky jako zdroj potravy. Brouci nesmí být před hodnocením rezistence vystaveni stresu (vysoké teploty, vlhkost nebo hladovění). Manipulace s brouky před pokusem by měla být omezena na minimum.

- 2) Přemístěte nasbírané brouky co nejrychleji do laboratoře, kde bude prováděno hodnocení rezistence. Způsob transportu by měl zamezit vysokým teplotám, vlhkosti a stresu hladověním.
- 3) Doporučuje se brouky po přemístění do laboratoře vypustit do dobře větrané nádoby (klícky) a hodnocení rezistence provádět až další den.
- 4) Jako standard pro hodnocení rezistence k oxadiazinům je používán indoxacarb (technický produkt).
- 5) Pro hodnocení rezistence použijte skleněné lahvičky s vnitřním povrchem 20-40 cm². Nové lahvičky je třeba před použitím vypláchnout v mýdlové vodě, v acetonu a nechat sušit alespoň 4 hodiny před použitím.
- 6) Vypočtete povrch lahviček podle vzorce: $S = \pi r^2 + (2 \pi r) * h$
- 7) Připravte roztoky indoxacaru (technical grade) v roztoku vody a acetonu (5 % vody + 95 % acetonu):
 - a. Pro získání spolehlivých výsledků je dle IRAC třeba pro hodnocení rezistence použít 5-6 koncentrací indoxacaru:
 - i. 255 ng/cm² (100 % doporučené polní dávky 25,5 g úč. látky/ha)
 - ii. 90,5 ng/cm²
 - iii. 63,75 ng/cm² (25 % doporučené polní dávky)
 - iv. 31,88 ng/cm²
 - v. 9,4 ng/cm²
 - vi. 1,99 ng/cm²
 - vii. voda + aceton jako kontrola
 - b. Pokud není možné použít celé spektrum doporučených koncentrací, je možné použít 2 koncentrace 255 ng/cm² a 63,75 ng/cm² a kontrolní variantu
 - c. Podle našich výsledků doporučujeme pro monitoring rezistence použít 3 koncentrace, a to:
 - i. 255 ng/cm² (100 % doporučené polní dávky 25,5 g úč. látky/ha)
 - ii. 51 ng/cm² (20 % doporučené polní dávky)
 - iii. 2,55 ng/cm² (1 % doporučené polní dávky)
- 8) Skleněné lahvičky naplňte 500-1500 µL roztoku (v závislosti na velikosti lahviček je třeba, aby stěny lahviček byly kompletně pokryty roztokem). Lahvičky nechte rotovat při pokojové teplotě, až dojde k odpaření acetonu. Připravené lahvičky je možné skladovat 7 dnů v chladničce, ale doporučuje se použít nově ošetřené lahvičky.
- 9) Použijte tři opakování od každé koncentrace a kontrolní varianty.

- 10) Do každé lahvičky umístíte minimálně 10 brouků (pro přemístění brouků do lahviček je vhodné použít malířský štěteček a plastový trychtýř), uzavřete lahvičky monofilem a ve svislé poloze nechte inkubovat při teplotě 20 +/- 2 °C a vlhkosti 60 % (IRAC vlhkost neuvádí).
- 11) Mortalitu brouků vyhodnoťte po 24h. Hodnocení mortality brouků se provádí po vysypání brouků z lahvičky doprostřed papíru s nakreslenou kružnicí o průměru 15 cm. Spočítání jsou mrtví brouci a také brouci vážně postižení. Za vážně postižené považujeme brouky, kteří nejsou schopni kruhovou výseč během 1 min opustit.
- 12) Výsledek hodnocení vyjádřete jako procento mortality a proveďte korekci na mortalitu v kontrolní neošetřené variantě podle Abbotta (1925), tj. $A = [(P-C)/(100-C)] \cdot 100$, kde A je výsledná mortalita v ošetřené variantě po korekci, P je mortalita v ošetřené variantě před korekcí a C je mortalita v kontrolní neošetřené variantě. Mortalitu počítáme jako podíl součtu mrtvých a postižených brouků z celkového počtu hodnocených brouků. Pokud je mortalita v kontrolní variantě mortalita vyšší než 20 %, je třeba pokus zopakovat.

Případová studie:

Citlivost českých populací blýskáčků k účinné látce indoxacarb byla v laboratorních testech ověřována v letech 2018 – 2020. Do srovnávacích studií byly též zařazeny slovenské populace blýskáčků získané jak ze západní (oblast intenzivního pěstování řepky) tak z východní části Slovenské republiky (výrazně nižší intenzita). K hodnocení citlivosti byl využit IRAC test č. 027. Jde tedy o hodnocení projevů imag blýskáčků vystavených různým dávkám účinné látky indoxacarb po kontaktní expozici na dobu 24 hodin (požerový efekt není zahrnut). V roce 2018 byla testována citlivost k indoxacardu u 61 českých a 14 slovenských populací, v roce 2019 u 48 českých a 21 slovenských populací a v roce 2020 u 35 českých a 20 slovenských populací. České i slovenské populace jsou k indoxacardu vysoce citlivé. Hodnoty LD₅₀ i LD₉₀ se pohybují pod registrovanou dávkou (tab. III.5.4.1). Navíc populace z ČR i SR po kontaktní expozici na indoxacarb reagují víceméně uniformně (graf III.5.4.1). Z grafu III.5.4.1 je patrné, že na dosažení vysoké mortality blýskáčka (osa y) jsou potřeba relativně nízké dávky testovaného insekticidu (osa x), registrovaná dávka 25,5 g ú.l./ha.

Indoxacarb aplikovaný v doporučených polních dávkách je plně účinný na populace blýskáčka řepkového v ČR i SR. Většina testovaných populací blýskáčků reaguje citlivě již na dávku 3,19 g indoxacardu / ha, což odpovídá 12,5 % látky registrované (25,50 g ú.l./ha) (graf III.5.4.2). Na území obou států se ale také v určitém nízkém podílu nachází populace, u nichž

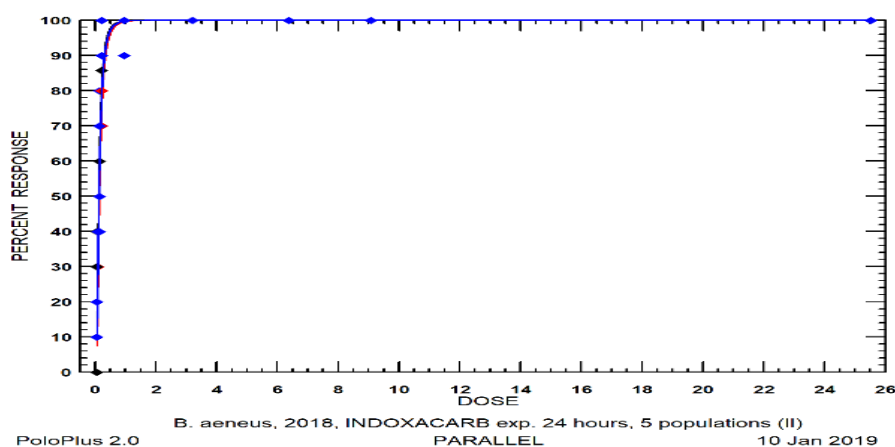
po vystavení dávce 6,38 g indoxacaru /ha, což odpovídá 25 % látky registrované (25,50 g ú.l./ha), nedojde k dosažení 100% mortality jedinců (graf III.5.4.2).

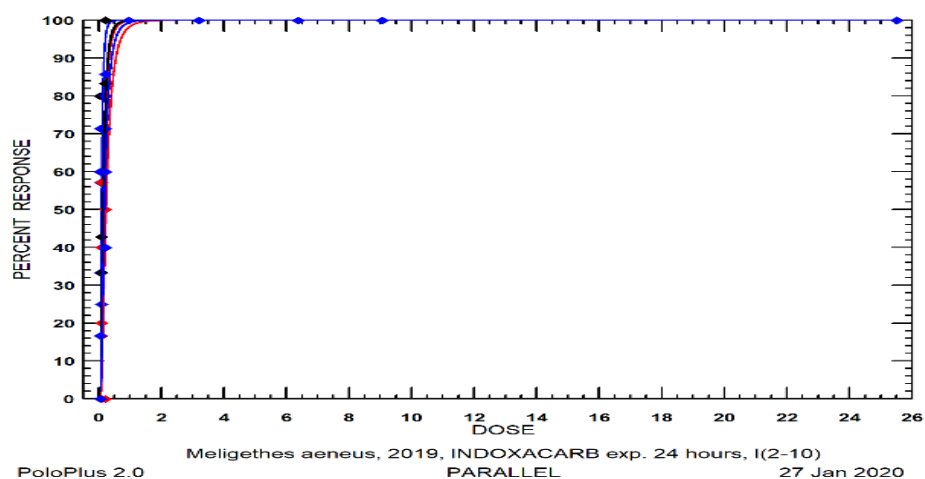
Tab. III.5.4.1 Mediány a průměrné hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ pro účinnou látku indoxacarb odhadnuté pro sezónní kolekce populací blýskáčka řepkového odebrané na území ČR a SR v letech 2018 a 2019. Pro odhad byla využita regresní probitová analýza.

rok	soubor populací	počet populací v souboru	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	registrovaná dávka (g ú.l./ha)
2018	CZ	61	medián: 0,10 průměr: 0,12	medián: 0,29 průměr: 0,44	25,5*
	SK	14	medián: 0,08 průměr: 0,11	medián: 0,24 průměr: 0,62	
2019	CZ	48	medián: 0,10 průměr: 0,23	medián: 0,37 průměr: 0,67	
	SK	21	medián: 0,05 průměr: 0,05	medián: 0,20 průměr: 0,24	

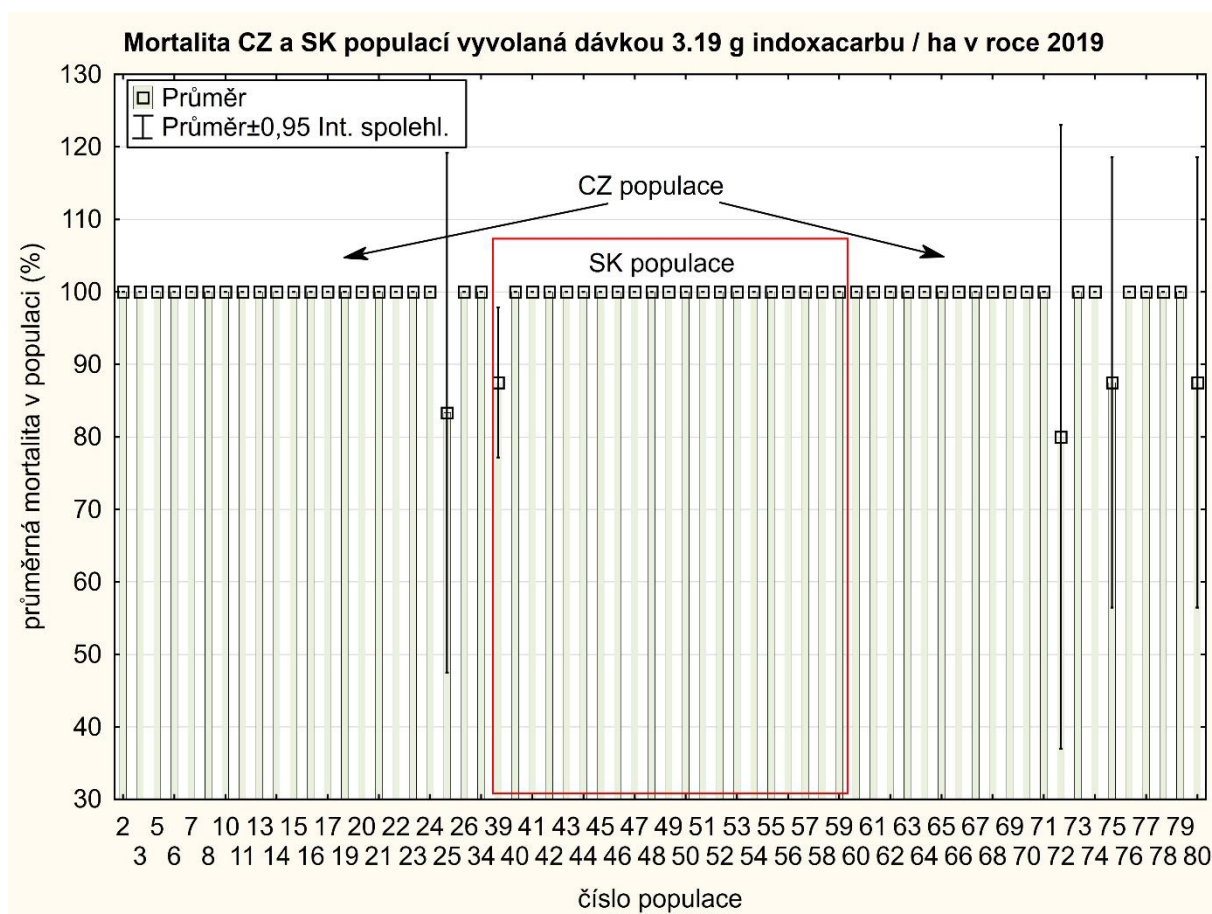
*Tato dávka je v Evropě jednotná.

Graf III.5.4.1 Křivky mortality pro několik skupin českých populací blýskáčka řepkového testovaných na citlivost k indoxacaru v závislosti na dávce účinné látky, v letech 2018 a 2019.

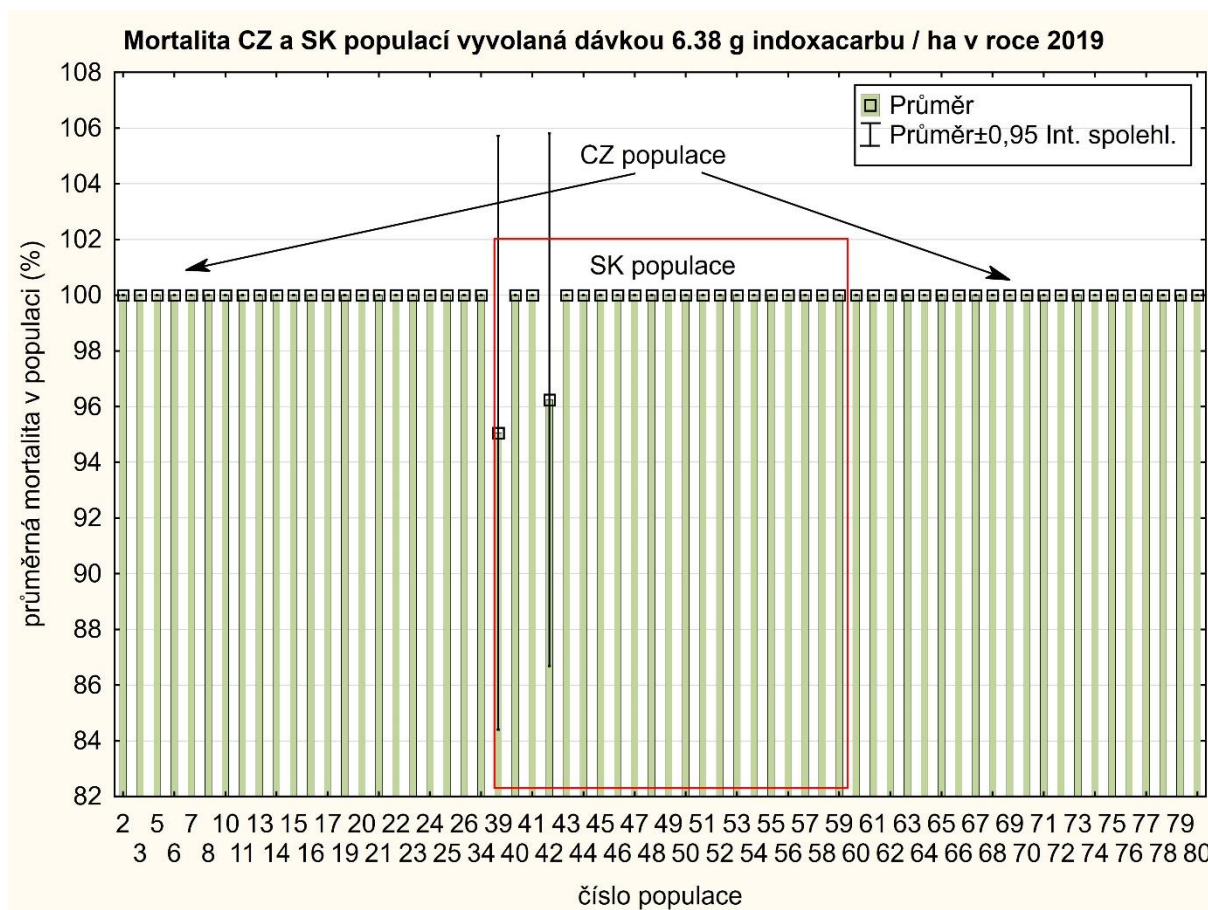




Graf III.5.4.2 Mortalita blýskáčků odpovídající dávce 3,19 g indoxacarbů / ha v českých a slovenských populacích, 2019



Graf III.5.4.2 Mortalita blýskáčků odpovídající dávce 6,38 g indoxacarbů / ha v českých a slovenských populacích, 2019



III.5.5 Blýskáček řepkový - metoda topikální aplikace

Metoda topikální aplikace pro hodnocení rezistence (citlivosti) dospělců blýskáčka řepkového k insekticidům s kontaktními účinky, zejména pro pyretroidy byla nově vyvinutá. Jedná se o modifikovanou metodu FAO č. 012 využívanou pro mandelinku bramborou.

Materiál: nádoby na hmyz (např. monofilové izolátory nebo 0,5 L sklenice překryté monofilem), jemný malířský štěteček, kádinky na ředění pesticidů, pipety a špičky pro ředění tekutých pesticidů nebo laboratorní váhy pro vážení práškových pesticidů, filtrační papíry, dávkovač Eppendorf Multipette M4 + jednorázové špičky (nebo jiný typ dávkovače, např. Hamilton), klimabox pro zajištění kontrolovaných podmínek v průběhu pokusu.

Popis metody:

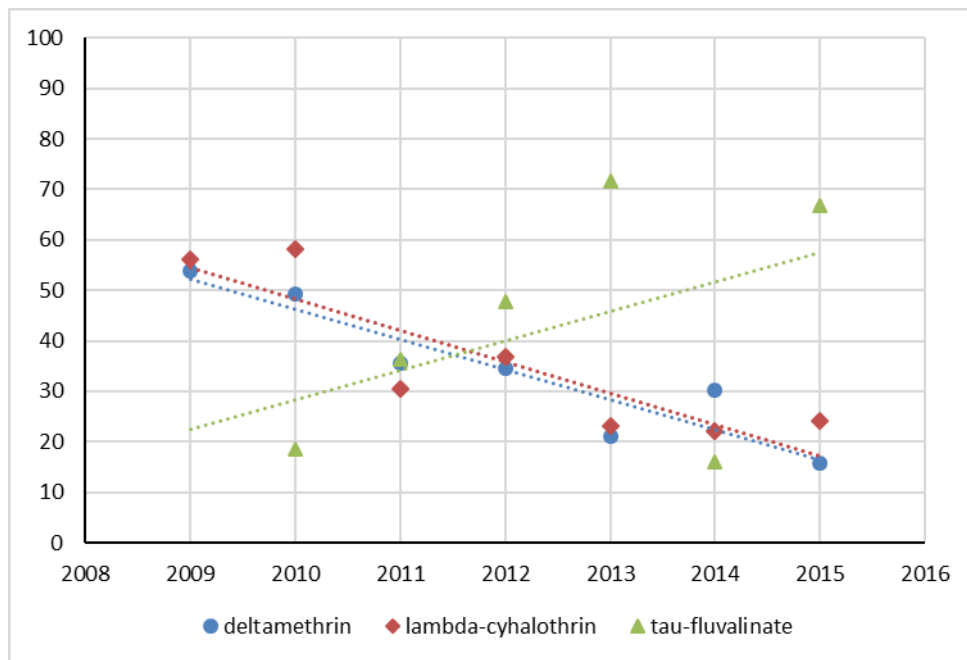
Sběr brouků, ředění pesticidů, podmínky pokusu (teplota, světelný režim, vlhkost) a vyhodnocení pokusu je obdobné jako u lahvičkových testů IRAC pro hodnocení rezistence blýskáčka řepkového k pyreteroidům. Pro aplikaci insekticidů ve zvolených koncentracích se používá dávkovač s jednorázovými špičkami. Brouci se před aplikací umístí do PET lahviček o objemu 100 mL v počtu 10 ks na lahvičku. Lahvičky se překryjí monofilem a krátkodobě (cca

30 min) se zchladí v chladničce. Těsně před aplikací je vhodné lahvičky umístit do polystyrenové krabice s ledovou tříští. Z lahviček se brouci vyklepávají do plastové nádoby o průměru 9,5 cm a výšce 5,5 cm s filtračním papírem na dně. Po vyklepnutí brouků do nádoby se dávkovačem aplikuje 1ul roztoku insekticidu na dorsum brouků. Po aplikaci se brouci pomocí malířského štětečku přemístí do skleněných lahviček s vnitřním povrchem 20-80 cm², které se používají v metodách IRAC. Další postup je obdobný jako u lahvičkových testů IRAC.

Případová studie

Metoda topikální aplikace byla použita pro hodnocení citlivosti 9 populací z ČR v letech 2009 až 2015. Pomocí této metody byl zjištěn trend poklesu citlivosti blýskáčka řepkového k pyretroidům deltametrin a lambda-cyhalothrin od roku 2009 do roku 2015 (graf III.5.5.1) Trend poklesu je pro deltametrin a lambda-cyhalothrin shodný, což potvrzuje existenci křížové rezistence mezi těmito dvěma pyretroidy. Naproti tomu u tau-fluvalinátu byl zaznamenán postupný nárůst citlivosti od roku 2009 do roku 2013, následovaný poklesem v roce 2014.

Graf III.5.5.1 Mortalita dospělců blýskáčka řepkového v letech 2009 – 2015 po topikální aplikaci vybraných pyretroidů v 100% dávce pro polní aplikaci (průměr z 9 populací)



Hodnoty LC₅₀ a LC₉₀ zjištěné na základě závislosti mezi mortalitou blýskáček a použitou koncentrací insekticidů značně kolísaly mezi roky (Tab. III.5.5.1). Pro vyjádření vztahu mezi hodnotou LC₉₀ a doporučenou dávkou přípravku pro polní aplikaci byly vypočteny hodnoty SI indexu ($SI = \text{dop.dávka}/LC_{90}$). Pokud jsou hodnoty SI indexu vyšší než 1, lze předpokládat

vysokou účinnost insekticidu v polních podmínkách. Čím nižší je hodnota SI, tím vyšší je rezistence a tedy nižší účinnost přípravku. Hodnoty SI uvedené v tabulce ukazují vysoký stupeň rezistence u všech hodnocených látek zejména v letech 2013 a 2014, kdy rezistence k pyretroidům v ČR kulminovala. V dalších letech byl pravděpodobně v důsledku dodržování antirezistentních strategií zaznamenán určitý pokles rezistence, i když její stupeň zůstává i nadále vysoký. Nově vyvinutá metoda topikální aplikace pro hodnocení rezistence (citlivosti) dospělců blýskáčka řepkového k insekticidům s kontaktními účinky se ukázala citlivější v zachycení změn v rezistenci v populacích, než metody IRAC pro odpovídající účinné látky insekticidů.

Tab. III.5.5.1 Průměrné hodnoty LC_{50} a LC_{90} (mg/L) a hodnoty security indexu (SI) zjištěné při hodnocení citlivosti 9 populací blýskáčka řepkového k vybraným pyretroidům v letech 2009 – 2015

	deltametrin			lambda-cyhalothrin			tau-fluvalinát		
	LC_{50}	LC_{90}	SI	LC_{50}	LC_{90}	SI	LC_{50}	LC_{90}	SI
2009	22,6	366,0	0,05	45,5	5818,6	0,002	x	x	0,07
2010	34,7	1261,7	0,01	24,4	54349,6	0,0002	487,7	1846,1	0,05
2011	76,4	744,8	0,03	84,6	922,9	0,01	144,5	2302,8	0,3
2012	79,6	5801,7	0,003	33,8	11758,9	0,001	59,3	473,9	0,03
2013	16278,0	45517,8	0,0004	9909,6	33209,4	0,0004	94,4	4536,0	0,002
2014	45,2	685,2	0,03	48,8	725,9	0,02	2002,7	50736,6	0,002
2015	86,6	1235,7	0,02	101,9	3564,7	0,004	422,7	52632,0	0,07

x - nehodnoceno

III.5.6 Krytonosec šešulový

V pokusech byla hodnocena citlivost populací k. šešulového ke dvěma insekticidům, pyretroidu lambda-cyhalothrin a neonikotinoidu thiakloprid. Pro testování citlivosti k lambda-cyhalothrinu byl využit test IRAC č. 011 popsáný v kapitole III.5.1. Pro testování citlivosti k neonikotinoidům byl využit test IRAC č. 021 popsáný v kapitole III.5.2. Postup přípravy testovacích roztoků, nakládání s dospělci testovaných populací k. šešulového, vlastní hodnocení jejich projevů po expozici insekticidům a analýza získaných dat byly obdobné jako v případě blýskáčků (III.5.1 a III.5.2).

Případová studie:

Na citlivost k lambda-cyhalothrinu bylo v roce 2018 otestováno celkem 31 populací, v roce 2019 bylo otestováno pouze 6 populací a v roce 2020 to bylo 15 populací. Všechny

testované populace pocházely z ČR. Slovenské populace zařazeny nebyly. Z výsledků vyplývá celkem příznivá zpráva: 88 % populací spadá do kategorie 1 (vysoce citlivé populace), 12 % do kategorie 2 (citlivé populace). To znamená, že v laboratorních podmínkách byla registrovaná dávka (7,5 g ú.l./ha) příčinou 100% mortality v případě všech testovaných populací. Mediány a průměrné hodnoty letálních dávek (LD₅₀ a LD₉₀) stanovené pro všechny tři roční kolekce (2018, 2019, 2020) se pohybují na nízkých hodnotách hluboko pod registrovanou dávkou pro lambda-cyhalothrin (Tab. III.5.6.1). V roce 2018 se hodnoty LD₉₀ pohybovaly v rozmezí 0,04 – 1,98 g ú.l./ha, v roce 2019 v rozmezí 0,14 – 0,82 g ú.l./ha a v roce 2020 v rozmezí 0,06 – 1,66 g ú.l./ha.

Tab. III.5.6.1 Mediány a průměrné hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ pro účinnou látku lambda-cyhalothrin odhadnuté pro sezónní kolekce populací krytonosce šesulového odebrané na území ČR v letech 2018, 2019 a 2020. Pro odhad byla využita regresní probitová analýza (Leorasoftware, PoloPlus).

rok	soubor populací	počet populací v souboru	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	registrovaná dávka (g ú.l./ha)
2018	CZ	31	medián: 0,15 průměr: 0,19	medián: 0,40 průměr: 0,54	7,5*
2019	CZ	6	medián: 0,13 průměr: 0,14	medián: 0,30 průměr: 0,37	
2020	CZ	15	medián: 0,13 průměr: 0,17	medián: 0,37 průměr: 0,44	

*Tato dávka je v Evropě jednotná.

Na citlivost k thiaklopridu bylo v roce 2018 otestováno celkem 31 populací krytonosce šesulového, v roce 2019 bylo otestováno pouze 7 populací a v roce 2020 celkem 16 populací. Všechny testované populace pocházely z ČR. Slovenské populace zařazeny nebyly. České populace krytonosce šesulového jsou k neonikotinoidu thiakloprid výrazně citlivější než jiné skupiny řepkových škůdců, to znamená blýskáčci a především pak dřepčící (Graf III.5.7.3a,3b,3c v kapitole III.5.7 (dřepčící *Phyllotreta*). Střední hodnoty letálních dávek (i v případě LD₉₀) byly u sezónních kolekcí českých populací (2018, 2019, 2020) hluboko pod hodnotou registrované dávky (Tab. III.5.6.1. V roce 2018 se hodnoty LD₉₀ pohybovaly

v rozmezí 2,21 – 12,91 g ú.l./ha, v roce 2019 v rozmezí 0,62 – 2,38 g ú.l./ha a v roce 2020 v rozmezí 1,53 – 7,15 g ú.l./ha.

Tab. III.5.6.1 Mediány a průměrné hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ pro účinnou látku thiakloprid (testována komerční formulace Biscaya 240 OD) odhadnuté pro sezónní kolekce populací krytonosce šesulového odebrané na území ČR v letech 2018, 2019 a 2020. Pro odhad byla využita regresní probitová analýza (Leorasoftware, PoloPlus).

rok	soubor populací	počet populací v souboru	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	registrovaná dávka (g ú.l./ha)
2018	CZ	31	medián: 1,59 průměr: 1,91	medián: 3,09 průměr: 4,61	72*
2019	CZ	7	medián: 0,72 průměr: 1,01	medián: 1,95 průměr: 3,38	
2020	CZ	16	medián: 1,24 průměr: 1,75	medián: 2,62 průměr: 3,74	

*Tato dávka je v Evropě jednotná.

III.5.7 Dřepčící *Phyllotreta* IRAC č. 031, č. 021

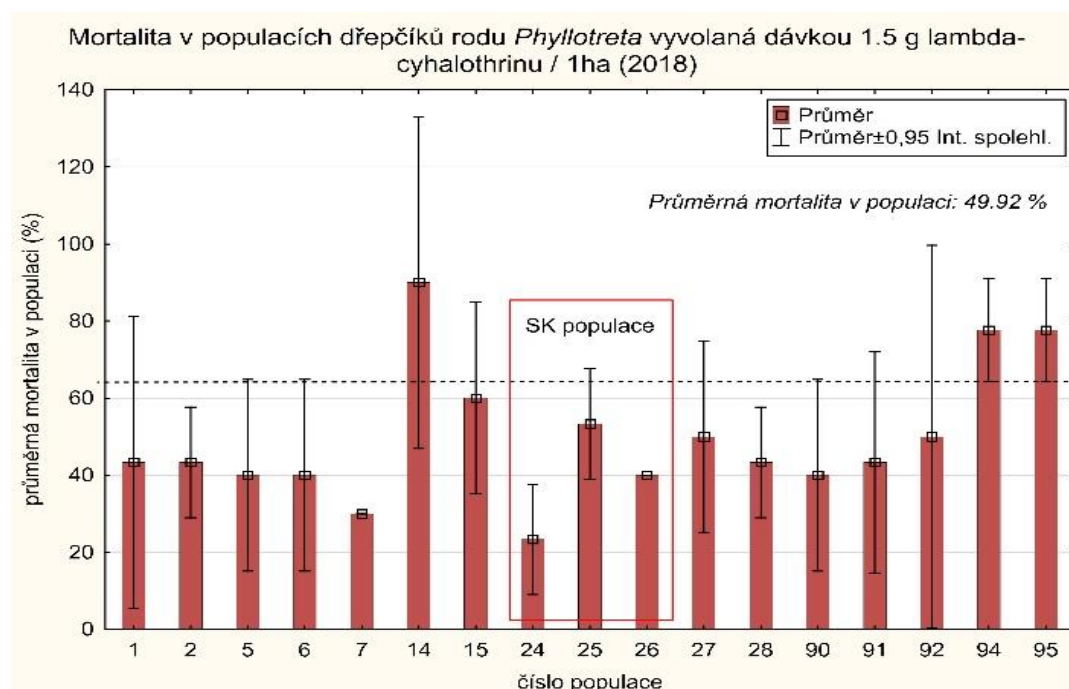
V pokusech byla hodnocena citlivost populací dřepčίκů rodu *Phyllotreta* ke dvěma insekticidům, pyretroidu lambda-cyhalothrin a neonikotinoidu thiakloprid. Pro testování citlivosti k lambda-cyhalothrinu byl využit test IRAC č. 031 popsáný v části III.5.8. Dřepčík olejkový. Pro testování citlivosti k neonikotinoidům byl využit test IRAC č. 021 popsáný v části III.5.2. (Blýskáček řepkový – neonikotinoidy). Postup přípravy testovacích roztoků, nakládání s dospělci testovaných populací dřepčίκů rodu *Phyllotreta*, vlastní hodnocení jejich projevů po expozici insekticidům a analýza získaných dat byly obdobné jako v případě dřepčیکا olejkového, respektive blýskáčka řepkového (III.5.8.a III.5.2.).

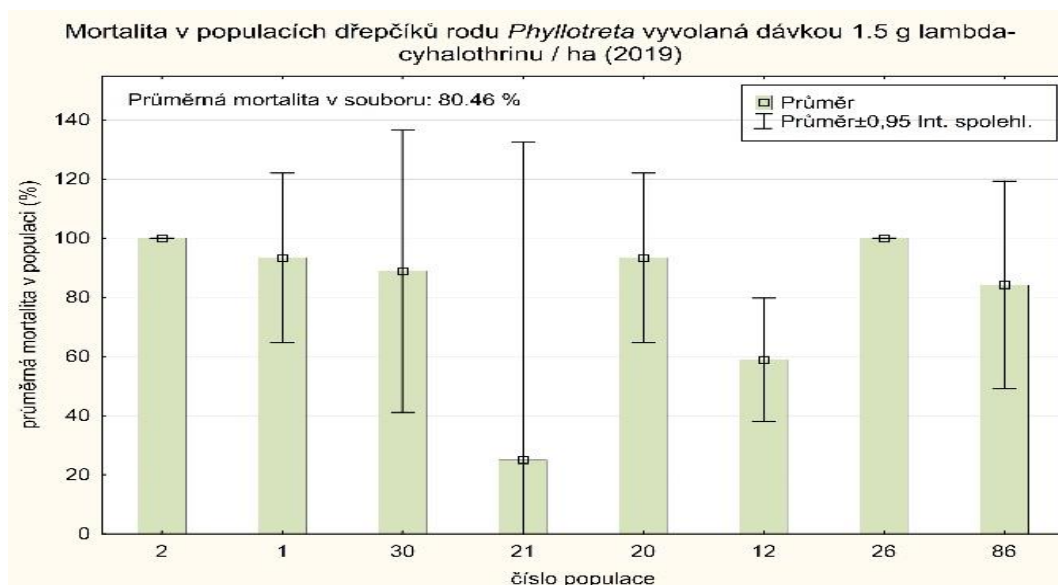
Případová studie:

V letech 2018, 2019 a 2020 byly testovány populace dřepčίκů rodu *Phyllotreta* na citlivost k pyretroidu lambda-cyhalothrin a neonikotinoidu thiakloprid. V tomto případě nešlo o populace jednotlivých druhů, ale druhových skupin (nerozlišovalo se mezi jednotlivými druhy rodu *Phyllotreta*). Ve všech třech letech a ve všech testovaných populacích byl jasně převládajícím druhem *P. nigripes*. Méně zastoupené byli další druhy rodu *Phyllotreta*: *P. atra*, *P. undulata*, *P. nemorum*, *P. vittula* a *P. striolata*.

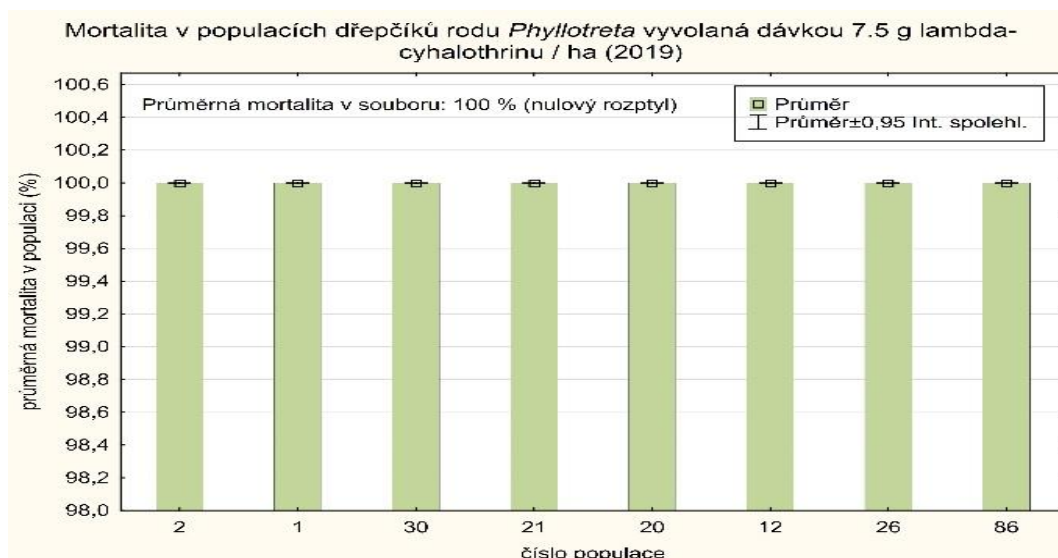
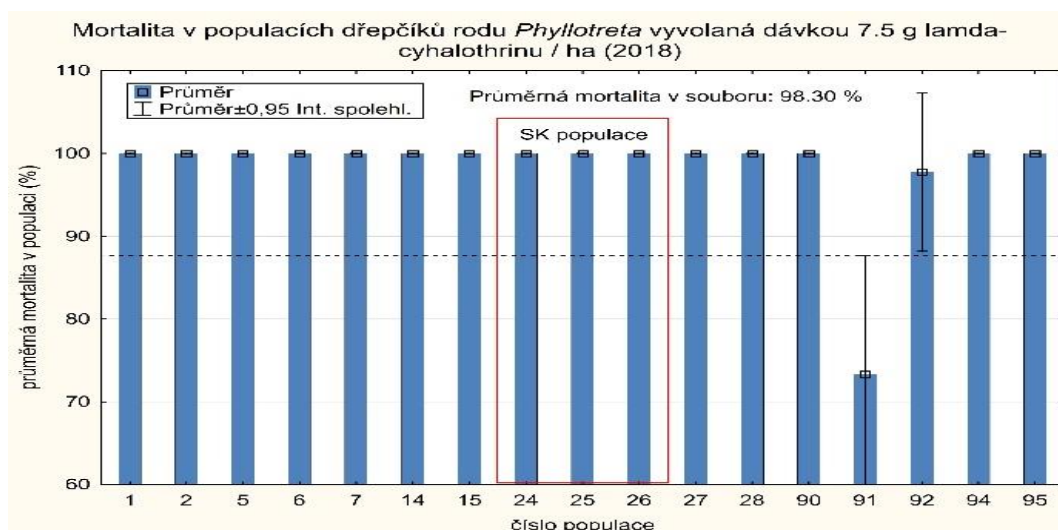
Na citlivost k lambda-cyhalothrin bylo v roce 2018 otestováno celkem 17 populací, z toho 14 českých a 3 slovenské, v roce 2019 bylo otestováno pouze 8 českých populací a v roce 2020 to bylo 15 českých a 5 slovenských populací. Z výsledků testování je patrné, že se v České republice (a zřejmě i na Slovensku vyskytují převážně populace k lambda-cyhalothrinu (a tedy k pyretroidům obecně) citlivé: to znamená, že dávka 1,5 g ú.l./ha ve většině případů nevyvolává 100% mortalitu v populacích (graf III.5.7.1). Registrovaná dávka (7,5 g ú.l./ha) byla však až na výjimky (středně rezistentní či rezistentní populace) 100% účinná (graf III.5.7.2a,2b). Dřepčíci rodu *Phyllotreta* jsou tak k pyretroidům sice citlivější než blýskáčci, avšak znatelně méně citliví než krytonosci (graf III.5.7.3a,3b,3c). Výsledky naznačují riziko selekce rezistence dřepčích rodu *Phyllotreta* k pyretroidům. Při silném a dlouhodobějším selekčním tlaku se populace mohou poměrně rychle změnit z citlivých na středně rezistentní, rezistentní či vysoce rezistentní a pyretroidy v polních podmínkách mohou začít selhávat. Hodnoty LD₉₀ pro dřepčíky rodu *Phyllotreta* se pohybovaly jen lehce pod hodnotami registrované dávky pro testovaný pyretroid lambda-cyhalothrin (Tab. III.5.7.1).

Graf III.5.7.1a,1b – Mortalita v testovaných populacích dřepčích rodu *Phyllotreta* vyvolaná dávkou 1.5 g lambda-cyhalothrinu / ha, expozice 24 hodin (výsledky z roku 2018 a 2019).

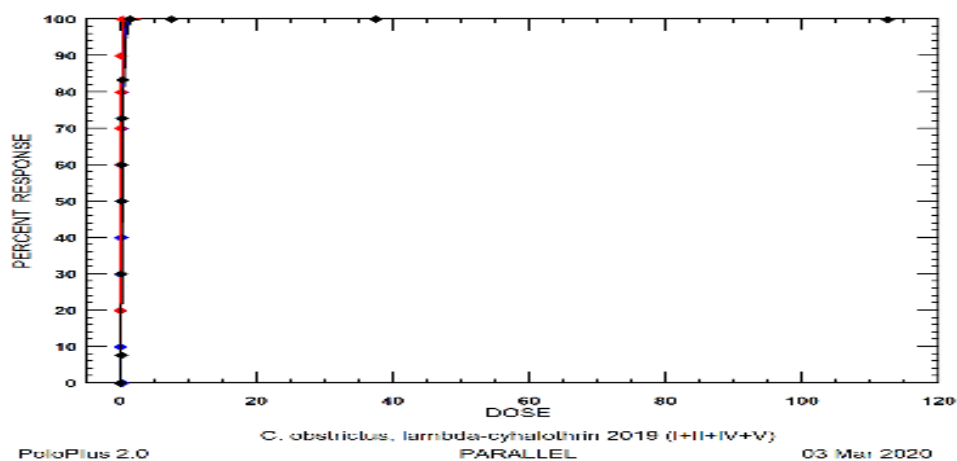
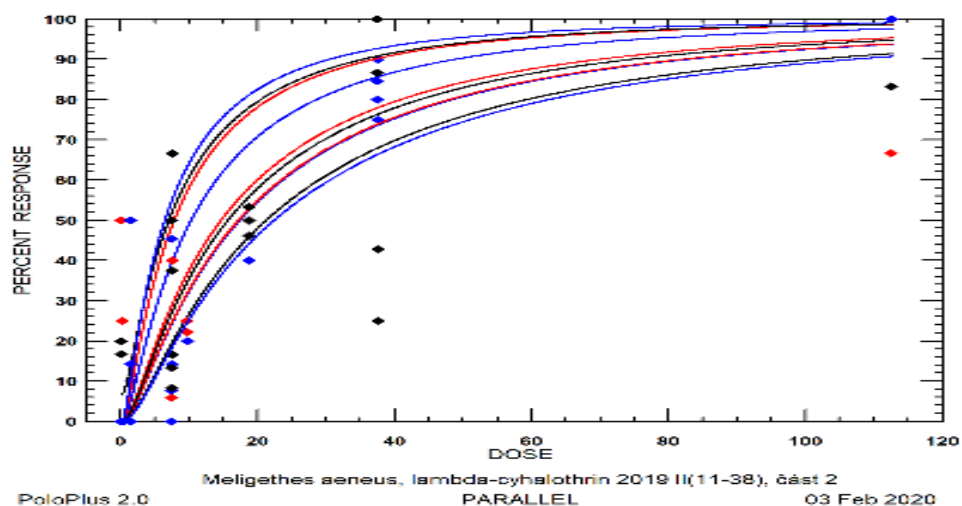
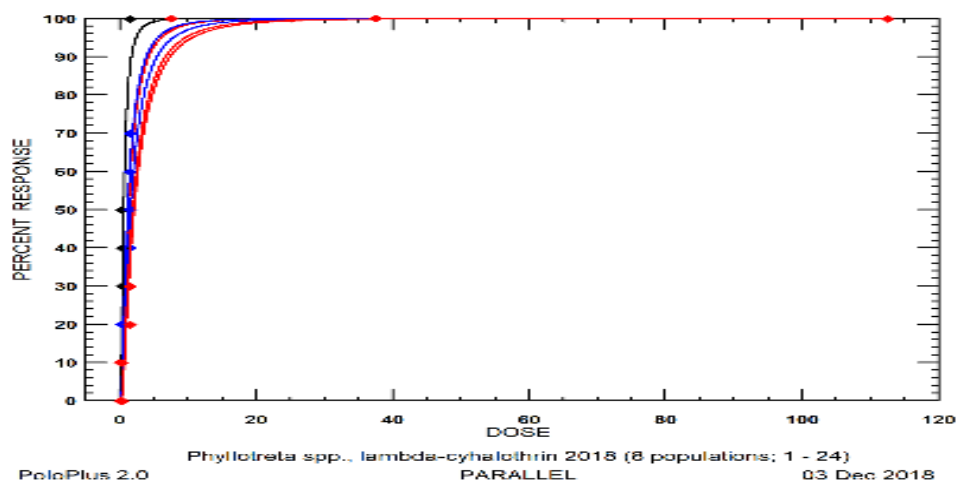




Graf III.5.7.2a,2b Mortalita v testovaných populacích dřepčků rodu *Phyllotreta* vyvolaná dávkou 7,5 g lambda-cyhalothrinu / ha, expozice 24 hodin (výsledky z roku 2018 a 2019).



Graf III.5.7.3a,3b,3c Křivky mortality pro populace dřepčků rodu *Phyllotreta* (nahore), blýskáčka řepkového (uprostřed) a krytonosce šesulového (dole) vyjadřující průběh mortality v populacích v závislosti na dávce lambda-cyhalothrinu. Registrovaná dávka je 7,5 g ú.l./ha. (IRAC test 031, kontaktní expozice 24 hodin).



Tab. III.5.7.1 Mediány a průměrné hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ pro účinnou látku lambda-cyhalothrin odhadnuté pro sezónní kolekce populací dřepčků rodu *Phyllotreta* odebrané na území ČR a SR v letech 2018, 2019 a 2020. Pro odhad byla využita regresní probitová analýza (Leorasoftware, PoloPlus).

rok	soubor populací	počet populací v souboru	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	registrovaná dávka (g ú.l./ha)
2018	CZ	14	medián: 1,25 průměr: 1,18	medián: 5,25 průměr: 5,22	7,5*
	SK	3	medián: 1,25 průměr: 1,47	medián: 5,24 průměr: 5,20	
2019	CZ	8	medián: 0,38 průměr: 0,63	medián: 1,55 průměr: 1,87	
2020	CZ	15	medián: 0,95 průměr: 1,12	medián: 3,23 průměr: 4,36	
	SK	5	medián: 1,09 průměr: 1,25	medián: 5,14 průměr: 5,19	

*Tato dávka je v Evropě jednotná.

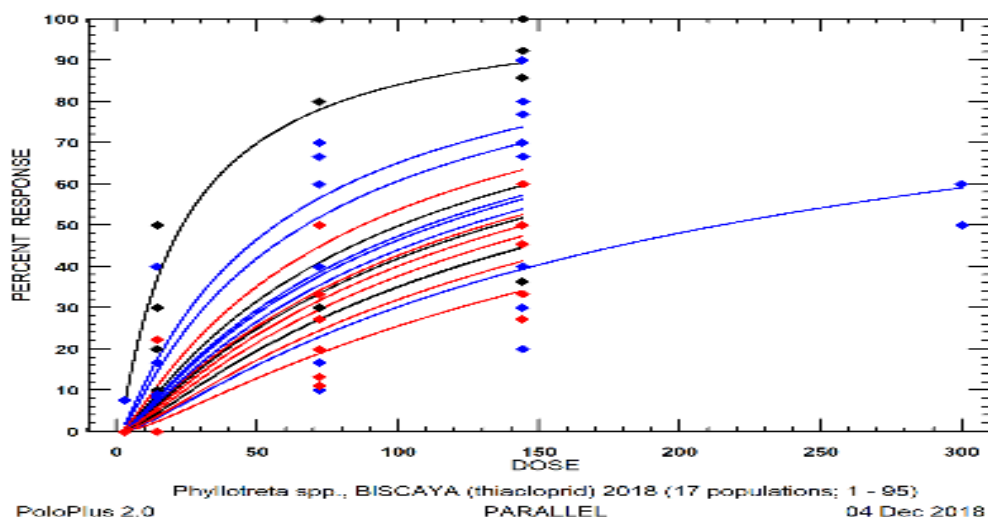
Na citlivost k thiaklopridu bylo v roce 2018 otestováno celkem 17 populací, z toho 14 českých a 3 slovenské, v roce 2019 bylo otestováno pouze 7 českých populací a v roce 2020 14 českých a 5 slovenských populací. Kontaktní účinnost thiaklopridu (testována komerční formulace Biscaya 240 OD) na dospělé dřepčky rodu *Phyllotreta* je obecně velmi nízká a hodnoty LD₅₀ a zejména pak LD₉₀ jsou relativně velmi vysoké při srovnání na hodnotu registrované dávky (Tab. III.5.7.2). I když do testů vedených dle metodiky IRAC č. 021 není zakomponovaný požerový efekt a není tak možné vyhodnotit, jak by se podílel na zvýšení mortality testovaných imag, je možné učinit závěr, že thiakloprid na tuto skupinu škůdců není vhodný a pro jejich kontrolu v polních podmínkách ho nelze doporučit. Lze to též zjistit ze srovnání křivek nárůstu mortality v závislosti na růstu dávky pro thiakloprid sestavených pro dřepčky rodu *Phyllotreta*, blýskáčka řepkového a krytonosce šešulového. Z tohoto srovnání vyplývá, že dřepčci jsou výrazně méně citliví k této látce i v porovnání s blýskáčkou, kteří též vykazují signifikantně sníženou citlivost k tomuto neonikotinoidu a nejsou tedy v tomto smyslu zdaleka bezproblémovou skupinou. Krytonosci z tohoto srovnání naopak vychází jako bezproblémová skupina vykazující k thiaklopridu vysokou citlivost (graf III.5.7.4).

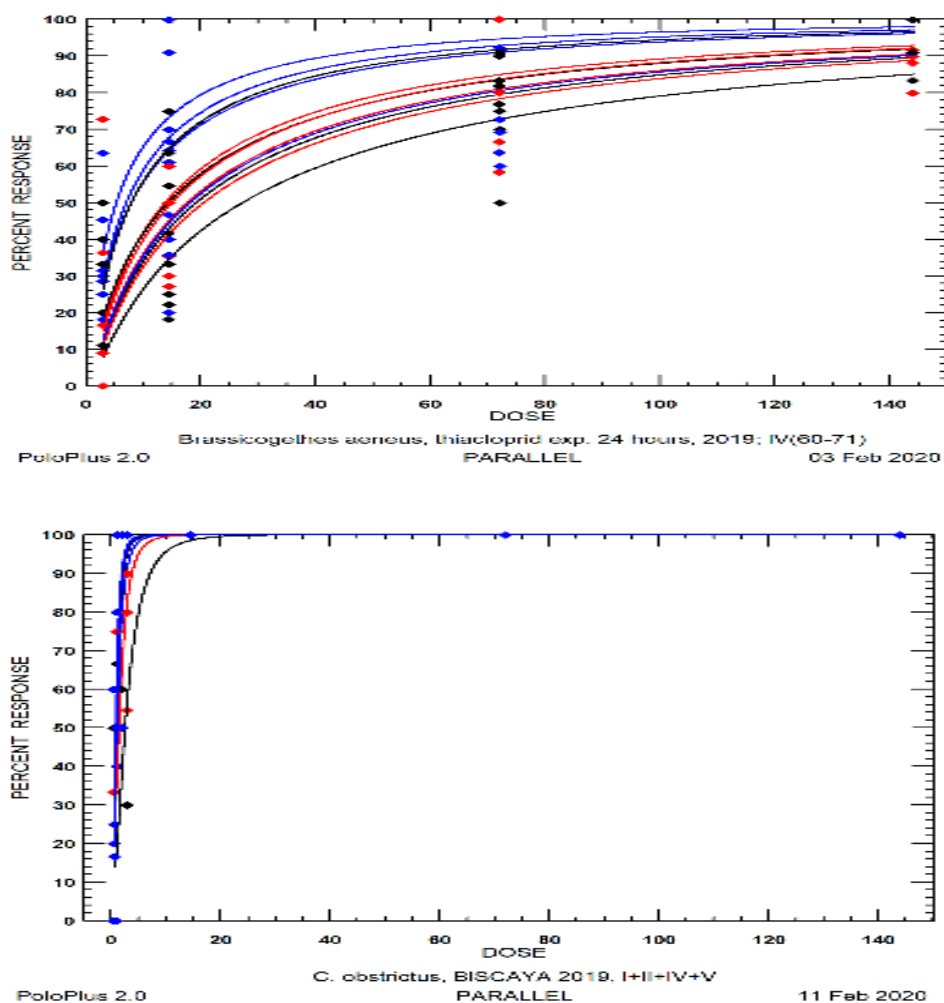
Tab. III.5.7.2 Mediány a průměrné hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ pro účinnou látku thiakloprid (testována komerční formulace Biscaya 240 OD) odhadnuté pro sezónní kolekce populací dřepčíků rodu *Phyllotreta* odebrané na území ČR a SR v letech 2018, 2019 a 2020. Pro odhad byla využita regresní probitová analýza (Leorasoftware, PoloPlus).

rok	soubor populací	počet populací v souboru	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	registrovaná dávka (g ú.l./ha)
2018	CZ	14	medián: 140,81 průměr: 146,94	medián: 691,37 průměr: 1670,10	72*
	SK	3	medián: 55,59 průměr: 79,32	medián: 274,50 průměr: 253,35	
2019	CZ	7	medián: 108,52 průměr: 106,34	medián: 401,694 průměr: 824,34	
2020	CZ	14	medián: 113,59 průměr: 135,21	medián: 531,32 průměr: 1106,63	
	SK	5	medián: 76,11 průměr: 88,41	medián: 326,24 průměr: 354,71	

*Tato dávka je v Evropě jednotná.

Graf III.5.7.4 Křivky mortality pro populace dřepčíků rodu *Phyllotreta* (nahore), blýskáčka řepkového (uprostřed) a krytonosce šesulového (dole) v závislosti na dávce thiaklopridu. Registrovaná dávka je 72 g ú.l./ha. (IRAC test 031, kontaktní expozice 24 hodin).





III.5.8 Dřepčík olejkový IRAC č. 031

Materiál: nádoby na hmyz (např. monofilové izolátory nebo 0,5 L sklenice překryté monofilem), jemný malířský štěteček, kádinky na ředění pesticidů, pipety a špičky pro ředění tekutých pesticidů nebo laboratorní váhy pro vážení práškových pesticidů, 20 mL skleněné lahvičky, zařízení pro rotování lahviček (např. ohřívač párků), nálevka pro přemístění brouků do lahviček, filtrační papíry, klimabox pro zajištění kontrolovaných podmínek v průběhu pokusu.

Popis metody:

- 13) Nasbírejte (smýkáním) přibližně 100-150 dospělců dřepčíka olejkového na různých místech pole. Uchovejte brouky v dobře větrané nádobě (např. monofilovém izolátoru nebo zavařovací sklenici překryté monofilem). Na dno nádoby umístěte suchý filtrační papír a do nádoby umístěte několik kvetoucích rostlin řepky jako zdroj potravy. Brouci

nesmí být před hodnocením rezistence vystaveni stresu (vysoké teploty, vlhkost nebo hladovění). Manipulace s brouky před pokusem by měla být omezena na minimum.

- 14) Přemístěte nasbírané brouky co nejrychleji do laboratoře, kde bude prováděno hodnocení rezistence. Způsob transportu by měl zamezit vysokým teplotám, vlhkosti a stresu hladověním.
- 15) Doporučuje se brouky po přemístění do laboratoře vypustit do dobře větrané nádoby (klícky) a hodnocení rezistence provádět až další den.
- 16) Jako standard pro hodnocení rezistence k pyretroidům je používán lambda-cyhalothrin (technický produkt dostupný např. od Sigma-Aldrich). Je možné použít i jiné pyretroidy, ale v takovém případě IRAC doporučuje použít lambda-cyhalothrin pro srovnání.
- 17) Pro hodnocení rezistence použijte skleněné lahvičky s vnitřním povrchem 20-80 cm². Nové lahvičky je třeba před použitím vypláchnout v mýdlové vodě, v acetonu a nechat sušit alespoň 4 hodiny před použitím.
- 18) Vypočtete povrch lahviček podle vzorce: $S = \pi r^2 + (2 \pi r) * h$
- 19) Připravte roztoky lambda-cyhalothrinu v acetonu:
 - a. Pro monitoring rezistence byly IRAC stanoveny 2 doporučené koncentrace lambda-cyhalothrinu a naše výsledky tento výběr potvrzují (viz kap. III.5.):
 - i. 0,0375 µg/cm² (50 % doporučené polní dávky 7,5 g úč. látky/ha)
 - ii. 0,015 µg/cm² (20 % doporučené polní dávky)
 - iii. 0,003 µg/cm² (4 % doporučené polní dávky)
 - iv. aceton jako kontrola
- 20) Skleněné lahvičky naplňte 500-1500 µL roztoku (v závislosti na velikosti lahviček je třeba, aby stěny lahviček byly kompletně pokryty roztokem). Lahvičky nechte rotovat při pokojové teplotě, až dojde k odpaření acetonu (nejméně 4 h).
- 21) Použijte tři opakování od každé koncentrace a kontrolní varianty (v návodu IRAC uvádí 2 opakování).
- 22) Do každé lahvičky umístěte min. 10 brouků (pro přemístění brouků do lahviček je vhodné použít malířský štěteček a plastový trychtýř), uzavřete lahvičky monofilem a ve svislé poloze nechte inkubovat při teplotě 20 +/- 2 °C a vlhkosti 60 % (IRAC vlhkost neuvádí).
- 23) V průběhu testu je nezbytné čas od času zatřást s lahvičkami, aby došlo např. k přemístění brouků z monofilového víčka a byl zajištěn kontakt všech brouků v lahvičce s ošetřeným vnitřním povrchem lahvičky.

24) Mortalitu brouků vyhodnoťte po 24 h. Je třeba poznamenat, že dřepčící jsou schopni simulovat smrt, proto je třeba s hodnocením vyčkat, až se začnou znovu hýbat, případně je stimulovat k pohybu např. pinzetou. Spočítání jsou mrtví brouci a také brouci vážně postižení (neschopní koordinovaného pohybu).

25) Výsledek hodnocení vyjádřete jako procento mortality a proveďte korekci na mortalitu v kontrolní neošetřené variantě podle Abbotta (1925), tj. $A = [(P-C)/(100-C)] \cdot 100$, kde A je výsledná mortalita v ošetřené variantě po korekci, P je mortalita v ošetřené variantě před korekcí a C je mortalita v kontrolní neošetřené variantě. Mortalitu počítáme jako podíl součtu mrtvých a postižených brouků z celkového počtu hodnocených brouků. Pokud je mortalita v kontrolní variantě vyšší než 20 %, je třeba pokus zopakovat.

26) Vyhodnocení výsledků:

1. citlivost = mortalita při dávce $0,015 \mu\text{g}/\text{cm}^2 = 100 \%$
2. snížená citlivost = mortalita při dávce $0,015 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ mezi 90 a 100 %
3. rezistence = mortalita při dávce $0,015 \mu\text{g}/\text{cm}^2 < 90 \%$ nebo při dávce $0,0375 \mu\text{g}/\text{cm}^2 < 100 \%$

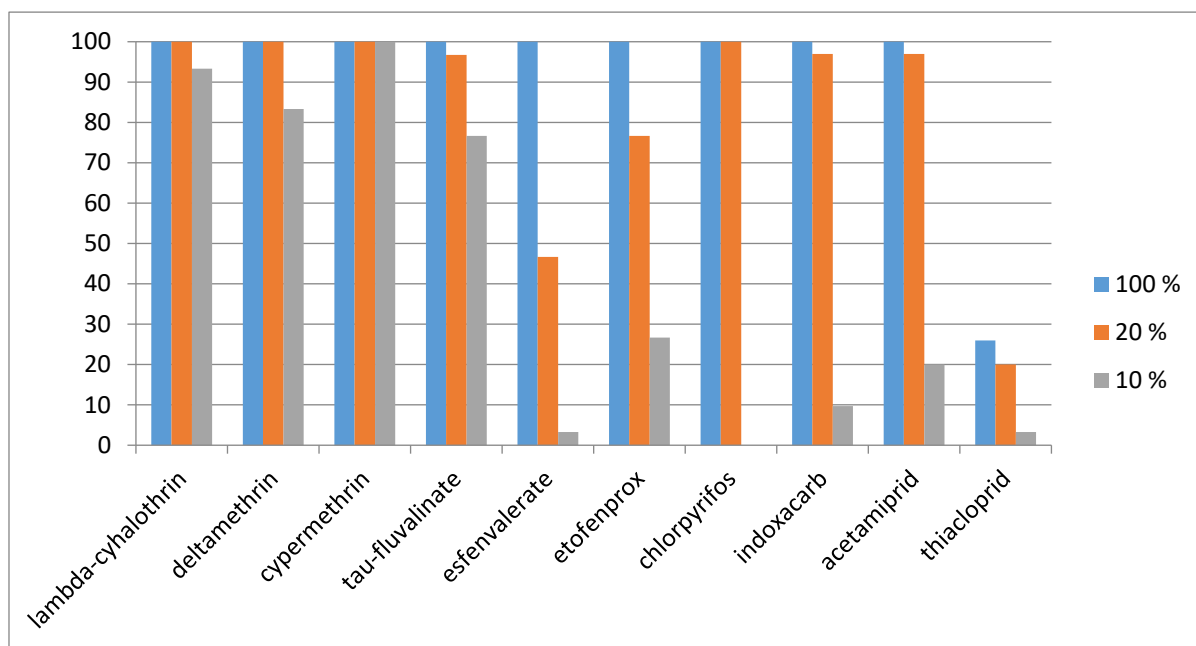
Případová studie:

V případové studii byla metoda hodnocení rezistence (citlivosti) dřepčíka olejkového IRAC č. 031 doporučovaná pro pyretroidy použita také pro hodnocení organofosfátů, neonikotinoidů a oxidiazinů. V grafu III.5.8.1 jsou uvedeny výsledky hodnocení citlivosti dřepčíka olejkového ke spektru insekticidů v roce 2015. Většina hodnocených účinných látek insekticidů měla vysokou účinnost při použití 100% i snížené 20% dávky insekticidu pro polní aplikaci. Vysokou účinnost na dřepčíka olejkového vykazoval jak zástupce organofosfátů, tak oxidiazinů. Byla zjištěna rozdílná citlivost ke dvěma účinným látkám neonikotinoidům. Zatímco acetamiprid byl dostatečně účinný při 100% i 20% dávce, u thiaklopridu byla zjištěna velmi nízká účinnost již při použití 100% dávky.

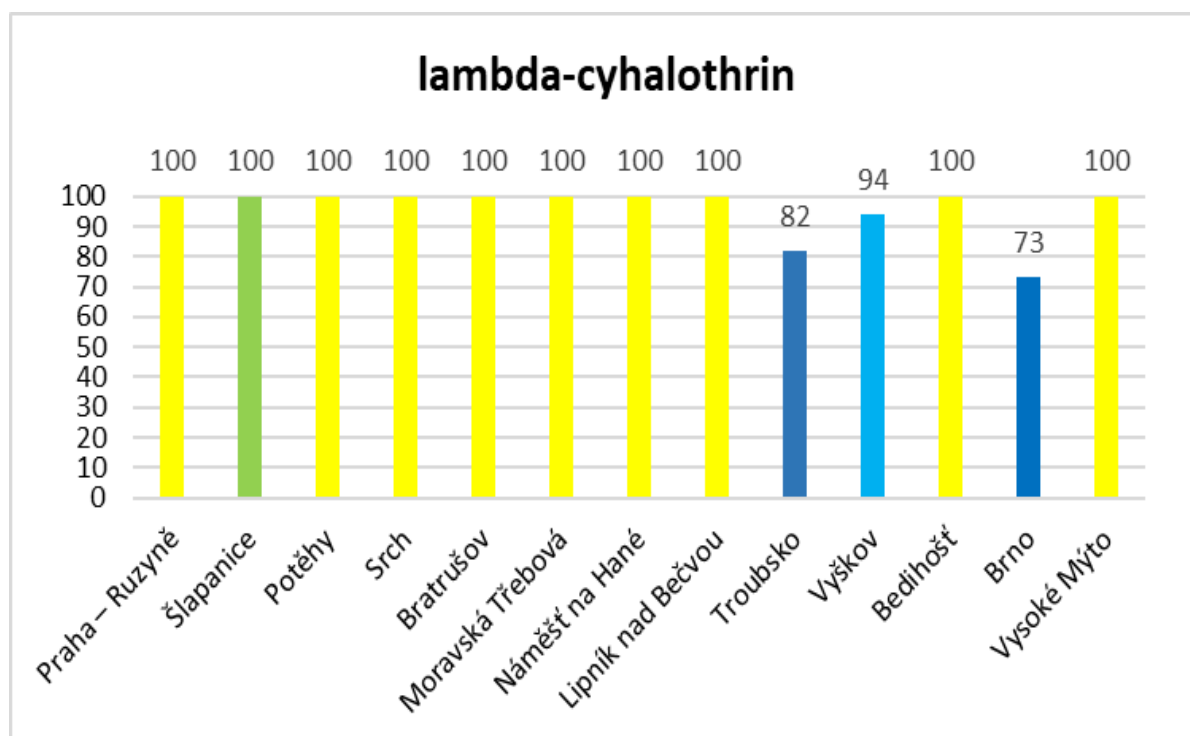
Hodnocení účinnosti insekticidů na dřepčíka olejkového v dalších letech potvrdilo dosud vysokou účinnost pyretroidu lambda-cyhalothrinu na dřepčíka olejkového na většině sledovaných lokalit, jak je prezentováno v grafu III.5.8.2. V roce 2018 byl poprvé zaznamenán pokles účinnosti pyretroidu na populaci dřepčíka olejkového a to na 3 lokalitách v okolí Brna. Účinnost lambda-cyhalothrinu na dřepčíka olejkového ze 17 lokalit v roce 2019 byla obdobně vysoká jako v roce 2018. Pokles citlivosti pyretroidu na populaci dřepčíka olejkového z okolí Brno zjištěný v roce 2018 se na těchto lokalitách neopakoval (grafu III. 5.8.3) Mírný pokles

citlivosti byl pozorován pouze u 2 populací dřepčíků z lokalit Bílé Podolí a Močovice (Potěhy), které se nacházejí v jednom regionu.

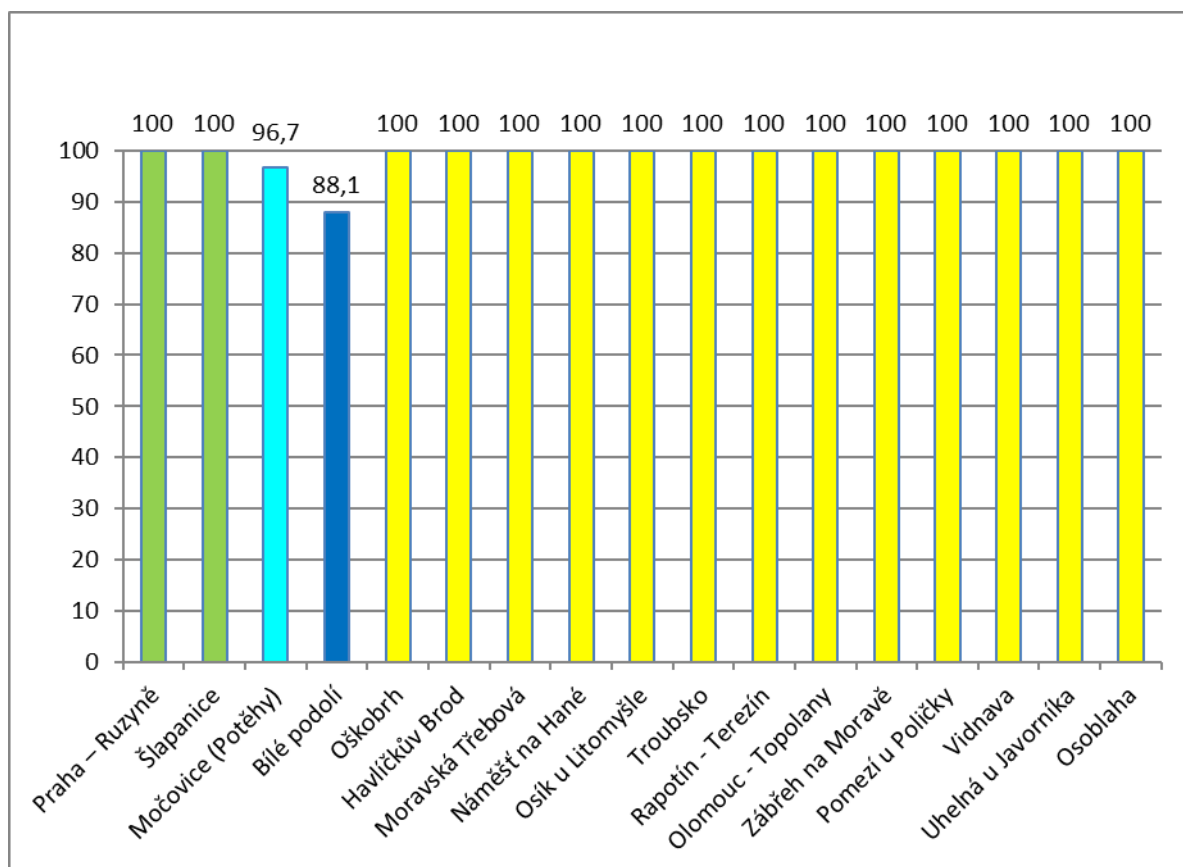
Graf III.5.8.1 Mortalita dřepčíka olejkového po aplikaci 10 účinných látek insekticidů v lahvičkovém testu (metody IRAC č. 011, 021, 025 a 027) při koncentracích odpovídajících 100, 20 a 10 % polní dávky podle registrace. Potěhy, 2015



Graf III.5.8.2 Mortalita dřepčíka olejkového po aplikaci 100% dávky lambda-cyhalothrinu v roce 2018



Graf III.5.8.3 Mortalita dřepčíka olejkového po aplikaci 100% dávky lambda-cyhalothrinu v roce 2019



Tab. III.5.8.1 Průměrné hodnoty LC₅₀ a LC₉₀ (g/ha) zjištěné při hodnocení citlivosti populací dřepčíka olejkového k lambda-cyhalothrinu a přípravku Biscaya 240 OD v letech 2017 - 2019

	rok	LC50 (g/ha)	LC90 (g/ha)
lambda-cyhalothrin	2017	0,63	3,34
	2018	1,05	5,50
	2019	0,87	4,61
Biscaya	2017	153,43	5889,83
	2018	99,87	749,43
	2019	356,51	5335,00

Průměrné hodnoty LC₅₀ a LC₉₀ uvedené v tabulce III.5.8.1 byly zjištěny při hodnocení citlivosti 8 (2017), 10 (2018) a 17 (2019) populací dřepčíka olejkového k lambda-cyhalothrinu a k přípravku Biscaya 204 OD na bázi thiaklopridu. Tyto hodnoty ukazují, že v průběhu tří let nedošlo k poklesu citlivosti dřepčíků k lambda-cyhalothrinu, zatímco nízká citlivost k přípravku Biscaya 240 OD byla zjištěna ve všech třech letech hodnocení. Průměrné hodnoty

LC90 pro Biscaya 240 OD jsou významně vyšší, než doporučená dávka 72 g/ha, zatímco průměrné hodnoty LC90 pro lambda-cyhalothrin jsou nižší než doporučená dávka 7,5 g/ha.

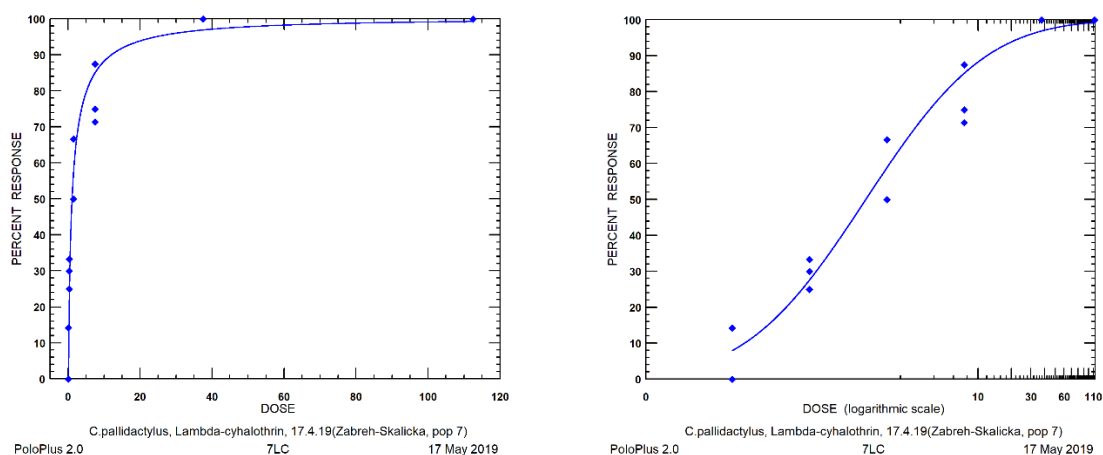
III.5.9 Krytonosec řepkový a krytonosec čtyřzubý IRAC č. 011, č. 021

Pro testování citlivosti k lambda-cyhalothrinu byl využit test IRAC č. 011 popsáný v kapitole III.5.1. Pro testování citlivosti k neonikotinoidům byl využit test IRAC č. 021 popsáný v kapitole III.5.2. Postup přípravy testovacích roztoků, nakládání s dospělci testovaných populací krytonosce řepkového a krytonosce čtyřzubého, vlastní hodnocení jejich projevů po expozici insekticidům a analýza získaných dat byly obdobné jako v případě blýskáčků (III.5.1 a III.5.2).

Případová studie:

Získání dostatečného počtu jedinců reprezentujících určitou populaci na konkrétní lokalitě je u krytonosce čtyřzubého a krytonosce řepkového poněkud komplikovanější než u jiných škůdců řepky. V letech 2018 – 2020 bylo z různých lokalit ČR shromážděno celkem 20 dostatečně početných populací krytonosce čtyřzubého, se kterými bylo možné provést testy citlivosti k lambda-cyhalothrinu. Z testů vyplývá, že většina českých populací je k lambda-cyhalothrinu vysoce citlivá nebo citlivá (v obou případech je registrovaná dávka příčinou 100% mortality). Hodnoty LD₉₀ se u těchto populací pohybují v rozmezí 0,22-0,86 g ú.l. / ha. Vyskytují se zde však i populace středně rezistentní: populace u nichž se mortalita dosažená registrovanou dávkou, 7,5 g ú.l./ha, pohybuje v rozmezí 90–99,99 %. Není tedy již 100%. Hodnoty LD₉₀ jsou v těchto případech vyšší než 1 g ú.l./ha. V Zábřehu na Moravě (okres Šumperk) byla v roce 2019 zaznamenána i rezistentní populace. Hodnota LD₉₀ odhadnutá pro tuto populaci je 11,94 g ú.l./ha (graf III. 5.9.1) oproti registrované dávce 7,5 g ú.l./ha. I když počet otestovaných populací není příliš vysoký z důvodu nesnadných sběrů, získané výsledky naznačují, že v případě krytonosce čtyřzubého je situace výrazně horší než v případě krytonosce šešulového. Nízká úroveň ochrany řepky vůči krytonosci čtyřzubému v polních podmínkách dosahovaná zejména v letech vysokých výskytů (2019 a 2020) tak může mít, i když jen asi částečně, i příčinu v nižší citlivosti tohoto škůdce k pyretroidům (viz III. 6.1 Škůdci řepky na jaře). Vývoj citlivosti populací k. čtyřzubého je nutné sledovat zejména v blízké budoucnosti, neboť selekční tlak na populace tohoto druhu vyvíjený pyretroidy se bude v příštích letech výrazně zvyšovat. Rozšíření rezistentních populací by mohlo být příčinou závažných problémů (podrobněji viz III. 6.1 Škůdci řepky na jaře).

Graf III. 5.9.1 Křivky průběhu mortality krytonosce čtyřzubého v závislosti na dávce lambda-cyhalothrinu (vlevo) a po logaritmické transformaci dávek (vpravo). Registrovaná dávka je 7,5 g ú.l./ha. Populace Zábřeh na Moravě (okres Šumperk), odběr 17. 4. 2019



V letech 2018 – 2020 bylo 20 populací k. čtyřzubého otestováno také na citlivost k thiaklopridu. Z výsledků opět vyplývá, že situace u k. čtyřzubého je horší než u k. šesulového. Hodnoty letálních dávek jsou v případě k. čtyřzubého vyšší (Tab. III. 5.9.1), než v případě krytonosce šesulového (Tab. III.5.6.1 v kapitole III.5.6).

Tab. III. 5.9.1 Mediány a průměrné hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ pro účinnou látku thiakloprid (testována komerční formulace Biscaya 240 OD) odhadnuté pro sezónní kolekce populací krytonosce čtyřzubého odebrané na území ČR v letech 2018, 2019 a 2020. Pro odhad byla využita regresní probitová analýza (Leorasoftware, PoloPlus).

roky	soubor populací	počet populací v souboru	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	registrovaná dávka (g ú.l./ha)
2018 2020	— CZ	20	medián: 2,31 průměr: 3,78	medián: 6,12 průměr: 10,86	72*

*Tato dávka je v Evropě jednotná.

III.5.10 Nosatčici rodu *Aphion* IRAC č. 011

Použitá metoda IRAC č. 011 (pyretroidy), která je popsána v kapitole III.5.1 byla pro nosatčíky použita bez modifikací.

Případová studie:

Z účinností dosažených 100% a 20% dávkami vyplývá, že se v ČR v rámci screeningového testování citlivosti k pyretroidu lambda-cyhalothrin v roce 2018 vyskytovalo 50 % populací nosatčků vysoce citlivých (stupeň citlivosti 1) a 50 % populací citlivých (stupeň citlivosti 2). V roce 2019 pak byly zaznamenány pouze populace vysoce citlivé. Účinnost dosahovaná registrovanou dávkou byla ve většině případů plně dostatečná (100 %), hodnoty LD₉₅ jsou pro většinu populací v obou letech sledování hluboko pod úrovní registrované dávky (7,5 g ú.l./ha). Používání lambda-cyhalothrinu v ochraně proti tomuto škůdci v semenných porostech jetele lučního je tak na základě laboratorního testování zcela účinné. Celkem bylo k této látce v roce 2018 otestováno 8 populací a v roce 2019 pak 4 populace z ČR. Podílové zastoupení populací a LD₅₀, LD₉₀ a LD₉₅ jsou znázorněny v tab.III.5.10.1 (rok 2018) a v tab.III.5.10.2 (rok 2019). Hodnoty LC₅₀ a LC₉₀ pro účinné látky pyretroidu lambda-cyhalothrinu uvedené v tabulkách III.5.10.1 a III.5.10.2 lze označit za parametry (base line) odpovídající citlivým populacím bázlivce kukuřičného.

Tab.III.5.10.1 Výsledky testování citlivosti populací nosatčků (rody *Apion*) vůči pyretroidu lambda-cyhalothrin v roce 2018

číslo sběru	obec	GPS souřadnice	kontakt. lab. účinnost max. registr. dávky 7,5 g/ha (%)	kontakt. lab. účinnost dávky 1,5 g/ha (%)	st. rezistence dle IRAC	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resistance ratio (minLD ₅₀ 2018)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resistance ratio (minLD ₉₀ 2018)	LD ₉₅ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resistance ratio (minLD ₉₅ 2018)
1	Němčický	49.0494069N 16.4983489E	100,00	93,33	2	0,33	0.23-0.47	1,74	1,27	0.82-2.64	1,95	1,87	1.12-4.48	2,15
2	Troubsko	49.1715461N 16.5119603E	100,00	90,00	2	0,24	0.15-0.36	1,26	1,26	0.77-2.87	1,94	2,03	1.13-5.53	2,33
3	Litostrov	49.2298522N 16.3320908E	100,00	96,67	2	0,21	0.15-0.31	1,11	0,88	0.56-1.90	1,35	1,32	0.77-3.35	1,52
4	Břeží	48.8108578N 16.5829650E	100,00	100,00	1	0,19	0.13-0.27	1,00	0,65	0.42-1.36	1,00	0,92	0.56-2.26	1,06
5	Vikýřovice	49.9771111N 17.0178056E	100,00	100,00	1	0,23	0.16-0.31	1,21	0,65	0.44-1.28	1,00	0,87	0.56-1.99	1,00
6	Zábřeh na Moravě	49.8822081N 16.8972533E	100,00	96,67	2	0,23	0.16-0.33	1,21	0,86	0.55-1.78	1,32	1,25	0.75-3.02	1,44
7	Náměšť na Hané	49.6086564N 17.0875061E	100,00	100,00	1	0,20	0.14-0.29	1,05	0,77	0.49-1.71	1,18	1,14	0.67-2.98	1,31
8	Olomouc Topolany	49.5923169N 17.1865311E	100,00	100,00	1	0,23	0.16-0.33	1,21	0,86	0.55-1.85	1,32	1,25	0.74-3.14	1,44

Tab.III.5.10.2 Výsledky testování citlivosti populací nosatčků (rody *Apion*) vůči pyretroidu lambda-cyhalothrin v roce 2019

číslo sběru	obec	GPS souřadnice	kontakt. lab. účinnost max. registr. dávky 7,5 g/ha (%)	kontakt. lab. účinnost dávky 1,5 g/ha (%)	st. rezistence dle IRAC	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resistance ratio (minLD ₅₀ 2019)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resistance ratio (minLD ₉₀ 2019)	LD ₉₅ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resistance ratio (minLD ₉₅ 2019)
1	Němčičky	49.0469025N 16.5149814E	100,00	100,00	1	0,17	0.139-0.183	1,07	0,28	0.236-0.365	1,00	0,33	0.270-0.452	1,00
2	Javůrek	49.2513472N 16.3703139E	100,00	100,00	1	0,19	0.160-0.226	1,22	0,41	0.316-0.626	1,45	0,50	0.376-0.852	1,54
3	Troubsko	49.1758586N 16.5060336E	100,00	100,00	1	0,16	0.139-0.186	1,05	0,30	0.246-0.393	1,05	0,35	0.284-0.495	1,07
4	Tvoříhráz	48.9185539N 16.1267206E	100,00	100,00	1	0,15	0.114-0.207	1,00	0,75	0.461-1.995	2,67	1,17	0.646-4.013	3,56

III.5.11 Mandelinka bramborová FAO č. 012

Metoda topikální aplikace FAO č. 012 byla vyvinuta původně pro testování rezistence mandelinky bramborové k DDT a byla založena na aplikaci zvolených koncentrací insekticidu na dospělé mandelinky bramborové. Pro účely hodnocení rezistence k látkám používaným v současné době jsme tuto metodu modifikovali a zavedli testování na larvách L2, na které je zpravidla cíleno ošetření insekticidy v polních podmínkách.

Materiál: nádoby na larvy (plastové krabičky 19 d x 14 š x 6,5 h (cm) překryté monofilem či plastovým víčkem s otvorem vyplněným monofilem), monofilové rukávce o délce cca 50 cm a průměru 30 cm, plastové kelímky o průměru 9 cm a výšce 5 cm s prodyšným víčkem, malířský štěteček, kádinky na ředění insekticidů, pipety a špičky pro ředění pesticidů nebo laboratorní váhy pro vážení pesticidů ve formě prášku, neošetřené listy bramboru, filtrační papír, klimabox s integrovaným teploměrem pro zajištění kontrolovaných podmínek v průběhu pokusu.

Popis metody:

Sběr a chov mandelinek:

- 1) pro testy je nejvhodnější nasbírat na vybraných polích brambor přímo larvy L2, na kterých je možné po transportu do laboratoře ihned provést test. Alternativně je možné nasbírat dospělé nebo snůšky vajíček a požadované larvy L2 z nich v laboratoři dochovat. Tento postup je ovšem pracnější a časově náročnější. Pro pokusy je třeba získat 120 – 150 larev L2. Larvy nebo jiná stadia sbíráme vždy s dostatkem neošetřených listů bramboru, které slouží jako potrava po dobu transportu i následně

v průběhu pokusu. Pro transport do laboratoře jsou vhodné plastové krabičky 19 d x 14 š x 6,5 h (cm) nebo monofilové rukávce 50 d x 30 š (cm).

- 2) Po transportu do laboratoře larvy L2 roztřídíme po 10 ks pomocí malířského štětečku do plastových kelímků s filtračním papírem a listem bramboru na dně. V případě, že je třeba larvy nejprve dochovat z vajíček nebo larev L1, umístíme vajíčka nebo larvy s listy do plastové krabičky 19 d x 14 š x 6,5 h (cm) s navlhčeným filtračním papírem na dně. Jako potravu poskytneme čerstvé neošetřené listy bramboru, které zapícháme do zelené aranžovací hmoty Florex nasáklé vodou. S larvami L1 nemanipulujeme, pouze doplňujeme čerstvou potravu.

Průběh pokusu:

- 1) Připravíme přesně naředěné roztoky testovaných insekticidů. Pro ředění použijeme analytické standardy účinných látek insekticidů (např. firma Sigma) a jako rozpouštědlo použijeme aceton. Obvyklé rozmezí dávek je 4 %, 20 %, 100 % a 200 % doporučené koncentrace pro polní aplikaci, v případě rezistence je však nutné volit vyšší dávky, např. 500% nebo 1500%. Pro prvotní testování je vhodné připravit více koncentrací (podle přípravku v rozpětí 4-1500 % polní dávky) a na základě orientačních výsledků následně optimalizovat jejich rozsah.
- 2) Na larvy aplikujeme jednotlivě dávkovačem Eppendorf (nebo jiným dávkovačem) 1uL roztoku insekticidu o dané koncentraci. Jednou koncentrací ošetříme 10 larev v 3 opakováních, tj. celkem 30 larev. V kontrolní variantě budou neošetřené larvy.
- 3) Kelímky s larvami uložíme do klimaboxu kde je kontrolována teplota (22-24 °C), vlhkost (60 %) a 16h:8h (světlo:tma) světelný režim.
- 4) Mortalitu larev vyhodnotíme po 24 hodinách.
- 5) Výsledek hodnocení vyjádříme jako procento mortality a provedeme korekci na mortalitu v kontrolní neošetřené variantě podle Abbotta (1925), tj. $A = [(P-C)/(100-C)]*100$, kde A je výsledná mortalita v ošetřené variantě po korekci, P je mortalita v ošetřené variantě před korekcí a C je mortalita v kontrolní neošetřené variantě. Pokud je mortalita v kontrolní variantě vyšší než 20 %, je třeba pokus zopakovat.

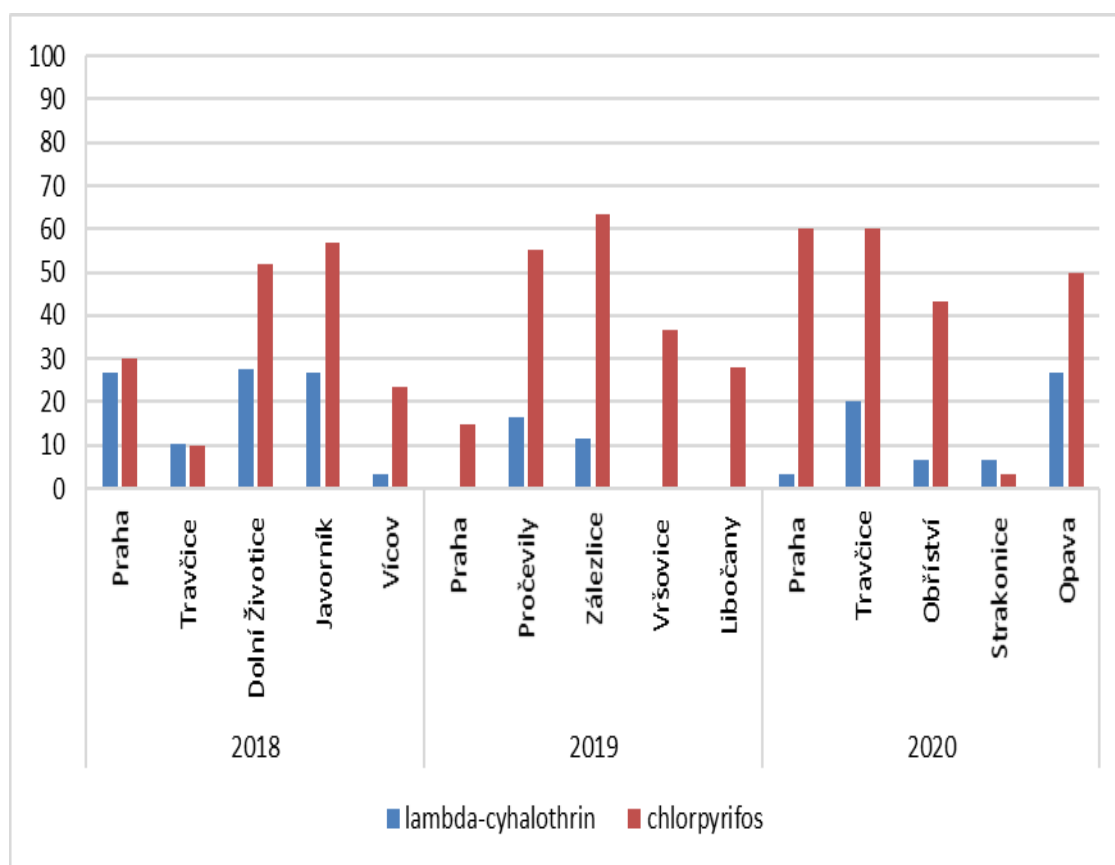
Případová studie:

Metoda FAO byla použita pro hodnocení citlivosti vybraných populací mandelinky bramborové z ČR v letech 2018 – 2020 k lambda-cyhalothrinu, chlorpyrifosu, thiaklopridu a acetamipridu. Z grafu III.5.11.1 je zřejmý vysoký stupeň rezistence hodnocených populací ve

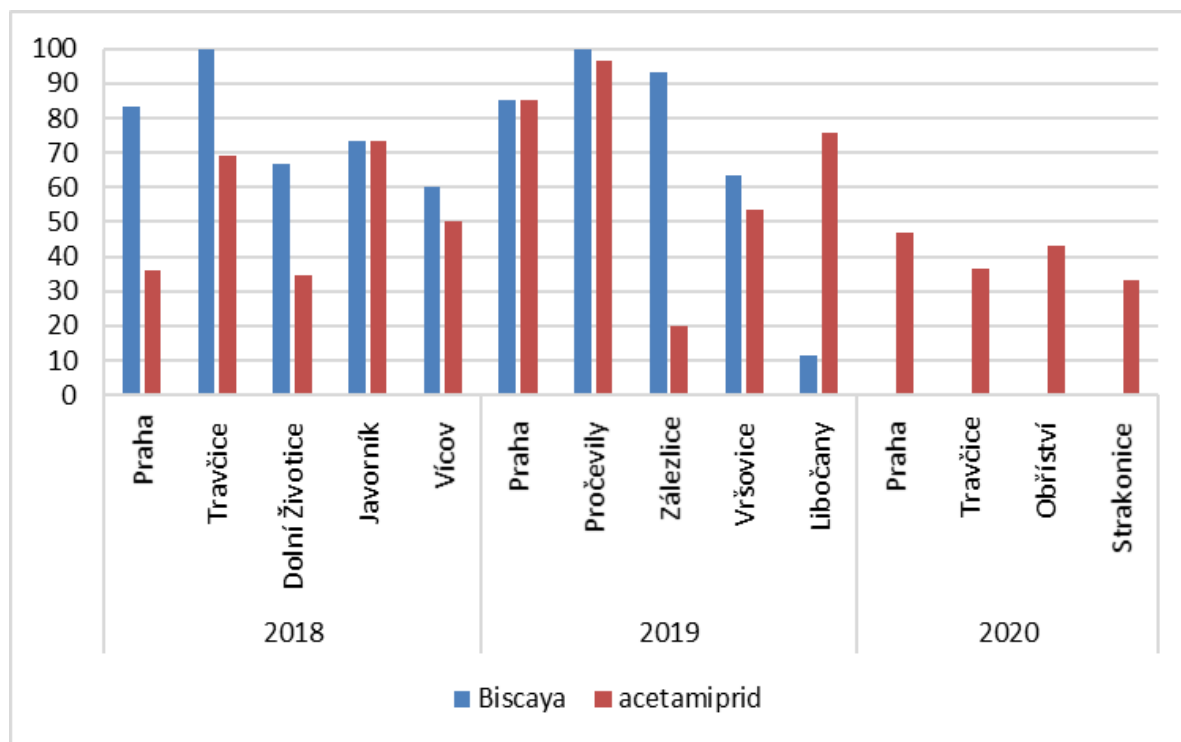
všech letech zejména k pyretroidu lambda-cyhalothrinu. Mortalita larev L2 po aplikaci lambda-cyhalothrinu se pohybovala max. do 30 %, u některých populací (Praha, Vršovice a Libočany v roce 2019) byla dokonce nulová. U organofosfátu chlorpyrifos kolísala mortalita larev od 3 % do 63 %.

Mortalita larev L2 po aplikaci přípravku Biscaya 240 OD na bázi thiaklopridu byla u většiny populací vyšší než po aplikaci acetamipridu (graf III.5.11.2). Účinnost acetamipridu na hodnocené populace výrazně kolísala zejména v roce 2019, kdy byla např. u populace Pročevily mortalita larev vyšší než 90 %, zatímco u populace Zálezlice byla mortalita pouze 20 %. V roce 2020 byla mortalita larev u všech uvedených populací nižší než 50 %.

Graf III.5.11.1 Mortalita larev L2 vybraných populací mandelinky bramborové po aplikaci lambda-cyhalothrinu a chlorpyrifosu v 100% dávce pro polní aplikaci v letech 2018 – 2020



Graf III.5.11.2 Mortalita larev L2 vybraných populací mandelinky bramborové po aplikaci acetamipridu a přípravku Biscaya 240 OD na bázi thiaklopridu v 100% dávce pro polní aplikaci v letech 2018 – 2020 (přípravek Biscaya 240 OD v roce 2020 nehodnocen)



Průměrné hodnoty LC_{50} a LC_{90} (tab. III.5.11.1) zjištěné při hodnocení citlivosti 15 (2018), 9 (2019) a 8 (2020) populací mandelinky bramborové k lambda-cyhalothrinu, chlorpyrifosu, acetamipridu a přípravku Biscaya 204 OD na bázi thiaklopridu ukazují, že v průběhu tří let došlo k poklesu citlivosti mandelinky bramborové k lambda-cyhalothrinu, chlorpyrifosu a acetamipridu. U přípravku Biscaya 240 OD nedošlo k poklesu citlivosti, přesto však jsou průměrné hodnoty LC_{90} vyšší dávka 72 g/ha, která byla pro aplikaci doporučena (nyní již přípravek zakázán). V roce 2020 již nebyla citlivost k thiaklopridu hodnocena z důvodu ukončení registrace. Hodnoty SI stanovené pro lambda-cyhalothrin a acetamiprid jsou nižší než 1, což dokladuje rezistenci k těmto látkám. V roce 2019 u lambda-cyhalothrinu a v roce 2020 u obou látek byla hodnota LC_{90} dokonce tak vysoká, že SI index nebylo možné stanovit.

Tab. III.5.11.1 Průměrné hodnoty LC₅₀ a LC₉₀ (g/ha) a hodnoty security indexu (SI) zjištěné při hodnocení citlivosti populací mandelinky bramborové k lambda-cyhalothrinu, chlorpyrifosu, acetamipridu a přípravku Biscaya 240 OD v letech 2018 – 2020

	rok	LC ₅₀	LC ₉₀	SI
lambda-cyhalothrin	2018	96,80	3131,30	0,002
	2019	1580,10	>10000	x
	2020	1536,80	>10000	x
chlorpyrifos	2018	1057,4	>10000	nd
	2019	1888,3	>10000	nd
	2020	2947,9	>10000	nd
acetamiprid	2018	19,70	1405,90	0,009
	2019	19,30	113,60	0,1
	2020	82,00	>10000	x
Biscaya 240 OD	2018	36,30	201,2	nd
	2019	23,90	116,20	nd
	2020	x	x	nd

x - hodnotu nelze stanovit

nd – účinná látka již není povolena, není definována doporučená dávka

III.5.12 Mandelinka bramborová – požerový test

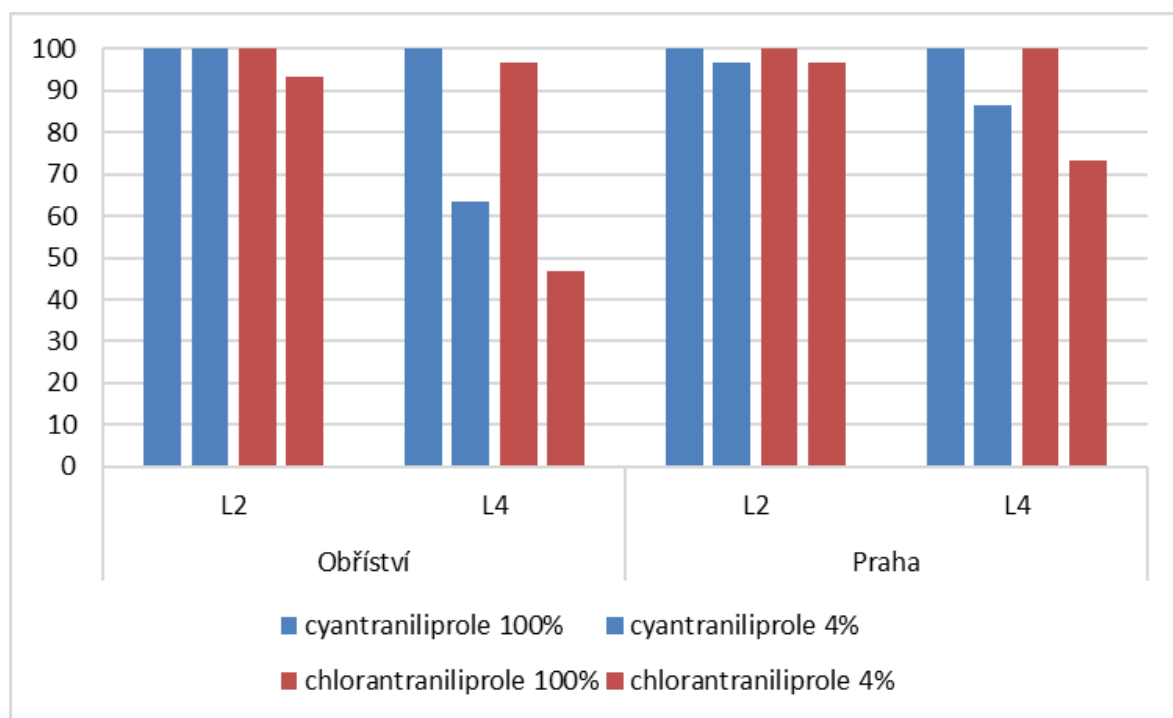
Metodika požerového testu pro mandelinku bramborovou byla nově vyvinuta pro hodnocení citlivosti škůdce k diamidům. Metodika je kombinací a modifikací metody IRAC 018 popsané níže pro zápředníčka polního a metody topikálního testu FAO č. 012. Sběr a chov mandelinek je shodný s topikálním testem. Také průběh pokusů je ve většině bodů shodný s popisem uvedeným u topikálního testu. Od topikálního testu se metodika požerového testu odlišuje ve 3 bodech:

- 1) Místo účinných látek budou použity komerční formulace přípravků obsahující uvedené účinné látky.
- 2) Aplikace na listy bramboru se provádí ponořováním listů do roztoků insekticidů (obvykle 100 mL roztoku ve skleněné kádince) po dobu 5 s. Listy se po aplikaci ponechají oschnout na filtračním papíru a po oschnutí se umístí do plastových kelímků s larvami L2 a filtračním papírem na dně.
- 5) Mortalitu larev vyhodnotíme po 24, 48, a 72 hodinách.

Případová studie:

Požerový test byl použit pro hodnocení citlivosti larev mandelinky bramborové k diamidům chlorantraniliprolu a cyantraniliprolu. U těchto látek je znám pomalejší nástup účinku a je proto nutné provést finální hodnocení až po 72 h na rozdíl od metody topikální aplikace, kde je hodnocení prováděno již po 24h. Požerovým testem byla prokázána vysoká citlivost larev L2 ze dvou populací mandelinky bramborové k oběma hodnoceným diamidům (graf III.5.12.1). U obou populací byla zjištěna poněkud vyšší citlivost k cyantraniliprolu ve srovnání s chlorantraniliprolem. Také byla zjištěna nižší citlivost larev L4 ve srovnání s larvami L2.

Graf III.5.12.1 Hodnocení citlivosti larev L2 a L4 populací Obříství a Praha k účinným látkám cyantraniliprole a chlorantraniliprole aplikovaných v 100% dávce pro polní aplikaci a snížené 4% dávce



Hodnoty LC_{50} a LC_{90} uvedené v tabulce III.5.12.1 byly stanoveny pro larvy L2 populace Praha, která byla z hodnocených populací nejcitlivější. Populace Praha nebyla dosud vystavena selekčnímu tlaku působení insekticidů ze skupiny diamidů a hodnoty LC_{50} a LC_{90} tak představují baseline pro populace z ČR před plošným zavedením používání přípravků na bázi chlorantraniliprolu a cyantraniliprolu.

Tabulka III.5.12.1 Hodnoty LC_{50} a LC_{90} účinných látek cyantraniliprole a chlorantraniliprole stanovené pro larvy L2 populace Praha

	LC_{50}	95% CL	LC_{90}	95% CL	slope +/- SE
cyantraniliprole	0,179	0,076/0,275	0,405	0,304/0,578	1,161+/-0,356
chlorantraniliprole	0,244	0,067/0,347	0,424	0,319/0,559	1,797+/-0,773

III.5.13 Zápředníček polní IRAC č. 018

čas hodnocení biologického testu	skupina látek (třída IRAC MoA)
72 hodin	karbamáty (1A); organofosfáty (1B); organochloriny (2A); fiproly (2B); pyretroidy (3A); spinosyny (5); avermektiny (6); indoxakarb (22A); metaflumizon (22B); pyridalil (-)
96 hodin	diamidy (28); benzyl-močovina (15)
120 hodin (nutno přidat čerstvý rostlinný materiál, aby housenky nehladověly)	diacylhydraziny (18)

Materiál: nádoby na hmyz (např. monofilové izolátory nebo 0,5 L sklenice překryté monofilem), Petriho misky, nůžky, jemný malířský štěteček, kádinky na ředění pesticidů, pipety a špičky pro ředění tekutých pesticidů nebo laboratorní váhy pro vážení práškových pesticidů, binokulární mikroskop nebo ruční lupa, neošetřované listy hostitelské rostliny, měkká pinzeta, papírové utěrky, filtrační papíry, klimabox pro zajištění kontrolovaných podmínek v průběhu pokusu.

Popis metody:

- 1) Nasbírejte housenky zápředníčka na různých místech pole. Může se jednat o 2.–3. instar (L2/L3; 3-5 mm) určený k okamžitému použití do pokusu nebo vajíčka či čerstvě vylíhlé housenky L1 k dochování do vhodné velikosti nebo k odchování F1 generace. Uchovejte housenky/vajíčka v dobře větrané nádobě (např. monofilovém izolátoru nebo zavařovací sklenici překryté monofilem). Na dno nádoby umístěte suchý filtrační papír a přidejte několik neošetřovaných listů hostitelské rostliny sloužící jako zdroj potravy. Housenky nesmí být před hodnocením rezistence vystaveny stresu (vysoké teploty,

vlhkost nebo hladovění). Manipulace s housenkami před pokusem by měla být omezena na minimum.

- 2) Nasbírejte dostatečný počet nenapadených a neošetřovaných listů hostitelské rostliny. Lépe je použít celé listy, u některých plodin to mohou být distální části rostlin. Listy uchovejte v plastových sáčkách, aby nezavadly. Nejlépe se hodí druhy *Brassica oleracea* (zelí, květák) ale je možné použít i druhy *Brassica rapa* (čínské zelí, tuřín). Druh použité hostitelské rostliny uveďte v protokolu.
- 3) Připravte testovací koncentrace z komerčně vyráběného insekticidu. Pro první pokusy použijte šest dostatečně odlišných koncentrací (např. 1 % doporučené polní dávky (DPD); 20 % DPD; 50 % DPD; 100 % DPD, 200 % DPD a 500 % DPD). V případě listů s velkým množstvím kutikulárního vosku je možné použít při pokusu smáčedlo. Protože by smáčedlo mohlo výrazně ovlivnit pokus, přidejte ho i do kontroly ošetřené vodou a v protokolu uveďte druh použitého smáčedla.
- 4) Ošetření listů začněte od kontroly a postupujte od nejnižší koncentrace k nejvyšší. Listy jednotlivě ponořujte a jemně jimi pohybujte v testovací látce po dobu 10 vteřin. Poté listy pokládejte rubovou stranou nahoru na papírovou utěrku, aby oschly (1,5-2 h). Listy musí být suché, ale neměly by zavadnout. Namáčejte stejné množství listů pro každou koncentraci (nejméně čtyři ošetřené listy na koncentraci). Připravte si dostatečné množství ošetřených listů na případné doplňování, aby v nižších koncentracích a neošetřované kontrole housenky nehladověly.
- 5) Ošetřené listy přendejte do označených Petriho misek, které umožní uchování listů v dobrém stavu po dobu celého testu trvajícího až 96 hodin. Proti nadměrné kondenzaci vody dejte na dno misky filtrační papír.
- 6) Do každé misky dejte pomocí štětečku stejné množství housenek záředníčka polního (L2/L3). Minimální počet housenek na jedno ošetření by neměl být nižší než 40 jedinců, které rovnoměrně rozdělíte do nejméně čtyř opakování. Misky dobře uzavřete víčky.
- 7) Nechte inkubovat při průměrné teplotě 25 °C a vlhkosti 60 % a světelném režimu 16:8 světlo/tma nejlépe v klimaboxu. Misky nevystavujte přímému slunečnímu svitu a extrémním teplotám.
- 8) V případě insekticidů na bázi diamidů je finální hodnocení mortality housenek prováděno po 96 h. Pro hodnocení účinnosti ostatních insekticidů se řiďte doporučením z úvodní tabulky. Hodnocení mortality housenek záředníčka se provádí tak, že housenky viditelně postižené a ty, které nejsou schopny koordinovaného pohybu ani po jemném pošťouchnutí štětečkem či měkkou pinzetou do zadní části těla jsou

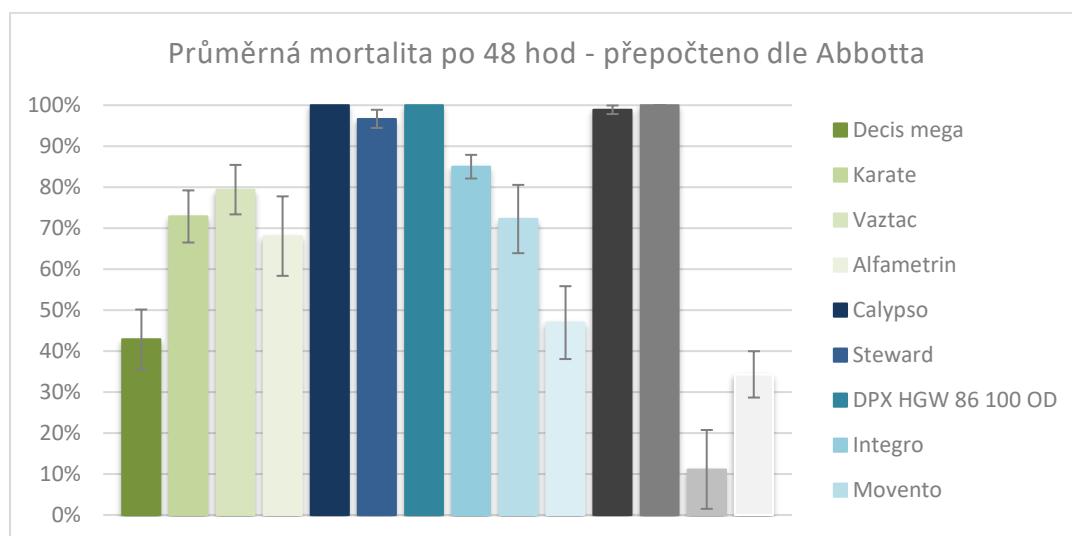
považovány za mrtvé. Housenky, které listy málo poškodily nebo nepřiměřeně rostly, vyznačte do protokolu. Housenky, které se během pokusu zakuklily, považujte za živé.

- 9) Výsledek hodnocení vyjádřete jako procento mortality a proveďte korekci na mortalitu v kontrolní neošetřené variantě podle Abbotta (1925), tj. $A = [(P-C)/(100-C)] \cdot 100$, kde A je výsledná mortalita v ošetřené variantě po korekci, P je mortalita v ošetřené variantě před korekcí a C je mortalita v kontrolní neošetřené variantě. Mortalitu počítáme jako podíl součtu mrtvých a postižených housenek z celkového počtu hodnocených jedinců. Pokud je mortalita v kontrolní variantě vyšší než 20 %, je třeba pokus zopakovat. Mortalitu ve všech koncentracích následně vyhodnoťte probitovou analýzou a stanovte LD₅₀ a LD₉₀.

Případová studie:

Hodnocení citlivosti zápředníčka polního k přípravkům bylo provedeno podle metodiky IRAC 018 na lokální populaci ze severních Čech (Litoměřice), která byla udržována v dočasném laboratorním chovu. Byla prokázána rezistence zápředníčka polního k pyteroidům (4 účinné látky) a nedostatečná účinnost přípravků Integro, Movento, Dimilin, Neem azal a Naturalis. Dostatečnou účinnost vykazovaly na zápředníčka polního zástupce neonikotinoidů a oxidiazonů a také dvou přípravků, kterou jsou povoleny pro ekologické pěstování, přípravků Spintor a Lepinox (Graf III.5.13.1).

Graf III.5.13.1 Mortalita housenek zápředníčka polního po aplikaci přípravků podle metodiky IRAC 018



III.5.14 Mšice broskvoňová (*Myzus persicae*, Sulz.) IRAC č. 019

Pro testování rezistence mšice broskvoňové jsou k dispozici tři metody, IRAC 001 (dip test pro organofosfáty a karbamáty), IRAC 019 (dip test pro širší spektrum látek včetně novějších) a IRAC 023 (požerový test pouze pro diamidy). V předběžných testech jsme si ověřili všechny tři metody. Metoda IRAC 001 je rychlá metoda pro hodnocení citlivosti mšic k účinným látkám s převážně kontaktním účinkem. Touto metodou jsme na několika populacích detekovali rezistenci mšice broskvoňové k pyretroidům a pirimicarb a vysokou citlivost k organofosfátům. Metoda IRAC 023 je specifická metoda, typu požerového testu, vyvinutá na hodnocení citlivosti mšic k diamidům. Z dalších testů jsme tuto metodu vyřadili pro její pracnost, nejednoznačnost výsledků a z důvodu, že není dosud důvod citlivost mšice broskvoňové k diamidům u nás hodnotit. Třetí metodu IRAC 019, jejíž popis dále uvádíme, jsme ověřili jako univerzální pro všechny typy výše uvedených účinných látek. Pro účinné látky s převažujícím kontaktním účinkem, jako jsou pyretroidy, tato metoda poskytuje srovnatelné výsledky citlivosti mšic jako metoda IRAC 001.

Materiál: Nádoby na hmyz (dostatečně velké plastové nádoby 20 d x 15 š x 7 h (cm) překryté monofilem, či prodyšná plastová víčka s otvorem v jejich středu, vyplněná monofilem), insektárium nebo kovová klíčka s monofilem, Petriho misky (průměr 3-5 cm) nebo oválné plastové kelímky s prodyšným víčkem, pinzeta, kovový kulatý vykrajovač s ostrými hranami (o průměru menším než Petriho miska/plastový kelímek), agaróza v prášku, jemný malířský štěteček, kádinky na ředění insekticidů, pipety a špičky pro ředění pesticidů nebo laboratorní váhy pro vážení pesticidů ve formě prášku, binokulární lupa nebo ruční lupa s dostatečným zvětšením, neošetřené listy hostitelské rostliny (např. řepka, čínské zelí nebo kedluben), filtrační papír nebo buničina, klimabox s integrovaným teploměrem pro zajištění kontrolovaných podmínek v průběhu pokusu, měkká entomologická pinzeta, mikrovlnná trouba nebo laboratorní ohřívač.

Popis metody:

Sběr a chov mšic:

- 1) Na různých místech pole s neošetřenou řepkou nasbíráme dostatečné množství neokřídlených jedinců mšice broskvoňové (90 mšic/jedna koncentrace přípravku a 3 opakování). Mšice se zdržují na spodní straně listů. Kolonii mšic je nutné prohlédnout pomocí lupy, zda není napadena parazitoidy mšicomary (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). V případě napadení kolonie mšicomary, jsou mezi normálně vypadajícími jedinci tzv. „mumifikované mšice“ (jiná barva, nafouklý vzhled, nepohybují se). Čistě

kolonie mšic dáváme do větrané plastové krabičky překryté monofilem či víčkem s integrovaným monofilem.

- 2) Mšice převezeme co nejrychleji do laboratorních podmínek, aby nebyly vystaveny stresu (vysoká teplota a vlhkost)
- 3) Kolonie mšic dáme do insektária (monofilová klec) s neošetřenými živnými rostlinami, které jsou umístěné v kontrolovaných podmínkách klimaboxu (teplota a světelný režim) s dostatečným větráním. Mšice zde mohou přežívat a množit se do potřebného počtu pro pokus. Zároveň slouží chov mšic v insektáriu jako kontrola čistoty kolonie (zjistí se případné napadení parazitoidy, kteří mohou zvýšit mortalitu při pokusu)

Příprava a průběh pokusu:

- 1) Připravíme si čisté Petriho misky/plastové kelímky s větranými víčky (větrací otvory musí být menší, než je velikost mšic)
- 2) Na laboratorním ohřívači si připravíme 1% agar. Rozpustíme agarózu v destilované vodě a za stálého míchání zahříváme, dokud se směs nezačne vařit. Poté za stálého míchání necháme agar, dokud nevychladne na teplotu mírně vyšší, než je tělesná (asi 10 minut). Po vychladnutí přelijeme agar do připravených kelímků/misek. Výška agaru by měla být asi 3-4 cm ode dna a prostor mezi povrchem agaru a víčkem minimálně 10 mm.
 - a. Pozn.: Pro dosažení optimální hustoty agaru je vhodné dopředu vyzkoušet množství přidané vody (liší se v závislosti na výrobci)
- 3) V závislosti na množství koncentrací a opakování si připravíme odpovídající počet listů hostitelské neošetřené rostliny. Listy udržujeme ve vlhku, aby nedošlo k jejich vadnutí (plastový sáček nebo kádinka s vodou)
- 4) Nyní si připravíme přesně naředěné roztoky testovaných insekticidů dle pokynů na etiketě každého z přípravků. Pro prvotní testování je vhodné připravit více koncentrací (podle přípravku v rozpětí 1-500 % polní dávky) a na základě výsledků (podle odpovědi dané populace na účinnou látku) následně optimalizujeme jejich rozsah.
 - a. Pozn.: Přidání smáčedla se obecně nedoporučuje, možné je pouze u listů, které mají silnou voskovou vrstvu na povrchu, smáčedlo je pak nutné přidat také do kontroly s vodou

- 5) Pomocí kovového vykrajovače, ostrou hranou vykrojíme z předem připravených neošetřených listů „listové disky“, které jsou průměrem menší než plastové kelímky/petriho misky s agarem
- 6) Listové disky namočíme po dobu 10 sekund jednotlivě do připravených roztoků insekticidů. Po vyjmutí z roztoku položíme listy na filtrační papír/buničinu svrchní stranou a necháme oschnout. Ujistěte se, že každý list je namočen celým jeho povrchem. Do každé koncentrace insekticidu namočíme stejný počet listů (doporučeno je minimálně 3 opakování na každou koncentraci insekticidu + kontrola)
- 7) Ujistěte se, že agar dostatečně vychladl a listy jsou již suché. Do kelímků s vychladlým a ztuhlým agarem kápneme kapku vody (lepší přilnavost a hydratace listů). Poté vložíme do každého kelímku, na kapku vody, oschlé předem ošetřené listy jejich svrchní stranou směrem k agaru (mšice sají na spodní straně listů). Kelímky si řádně označíme podle koncentrace insekticidu, kterou byl list ošetřen.
- 8) Pomocí jemného malířského štětečku převedeme do každého z připravených kelímků 20-30 apterních (bezkřídlých) jedinců na ošetřený listový disk. Kelímky uzavřeme prodyšnými víčky.
- 9) Kelímky s mšicemi uložíme do klimaboxu kde je kontrolovaná teplota (20 °C), vlhkost (60 %) a 16h:8h (světlo:tma) světelný režim.
- 10) Mortalitu mšic vyhodnotíme u karbamátů, organosfofátů, pyretroidů a neonikotinoidů po 72 hodinách nebo v případě pymetrozinu a flonicamidu po 120 hodinách. Za mrtvé nebo těžce postižené jsou považováni jedinci, kteří se po otočení na hrud' (pomocí měkké pinzety nebo štětečku) nedokáží do 10 sekund vrátit do původní pozice (na nohy).
- 11) Výsledek hodnocení vyjádříme jako procento mortality a provedeme korekci na mortalitu v kontrolní neošetřené variantě podle Abbotta (1925), tj. $A = [(P-C)/(100-C)]*100$, kde A je výsledná mortalita v ošetřené variantě po korekci, P je mortalita v ošetřené variantě před korekcí a C je mortalita v kontrolní neošetřené variantě. Mortalitu počítáme jako podíl součtu mrtvých a postižených jedinců z celkového počtu hodnocených jedinců. Pokud je mortalita v kontrolní variantě vyšší než 20 %, je třeba pokus zopakovat.

Případová studie:

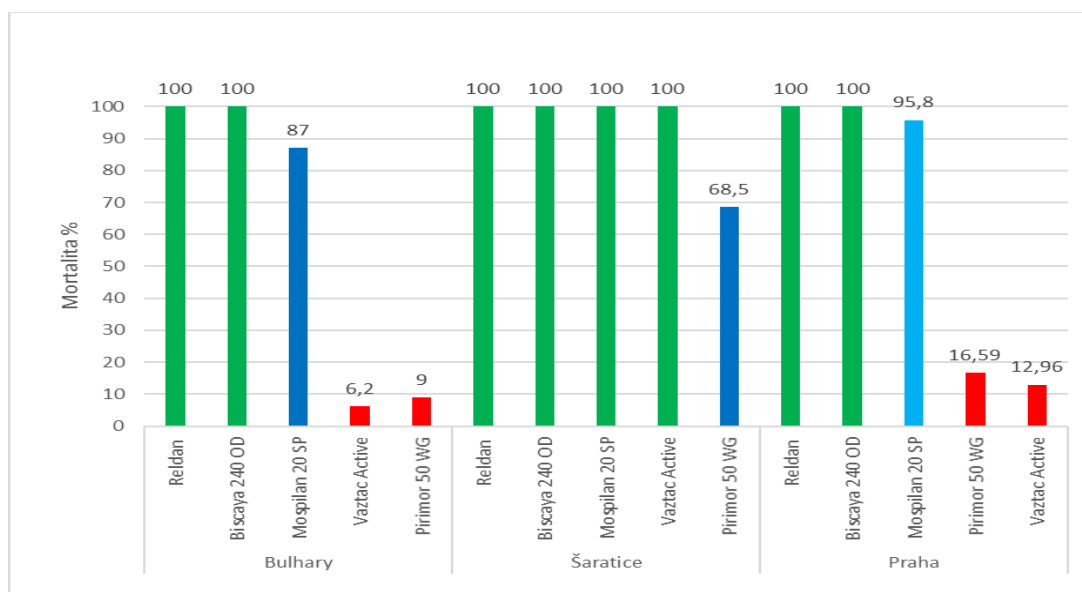
Výsledky testování citlivosti vybraných insekticidů na ochranu řepky proti mšici broskvoňové podle metody IRAC 001 z roku 2018 jsou znázorněny v grafu III.5.14.1 a podle

metody IRAC 019 z roku 2019 jsou znázorněny v grafu III.5.14.2. Pro všech 11 populací (s výjimkou populace ze Šaratic v roce 2018) byl prokázán vysoký stupeň rezistence mšice broskvoňové k pyretroidům, konkrétně k alfa-cypermethrinu (tab. III.5.14.1 a tab.III.5.14.2). Vysoký stupeň rezistence mšice broskvoňové (s výjimkou populací Zábřeh a Židovice v roce 2019) byla prokázána rezistence k selektivnímu karbamátu Pirimor 50 WG (tab. III.5.14.1 a tab.III.5.14.2).

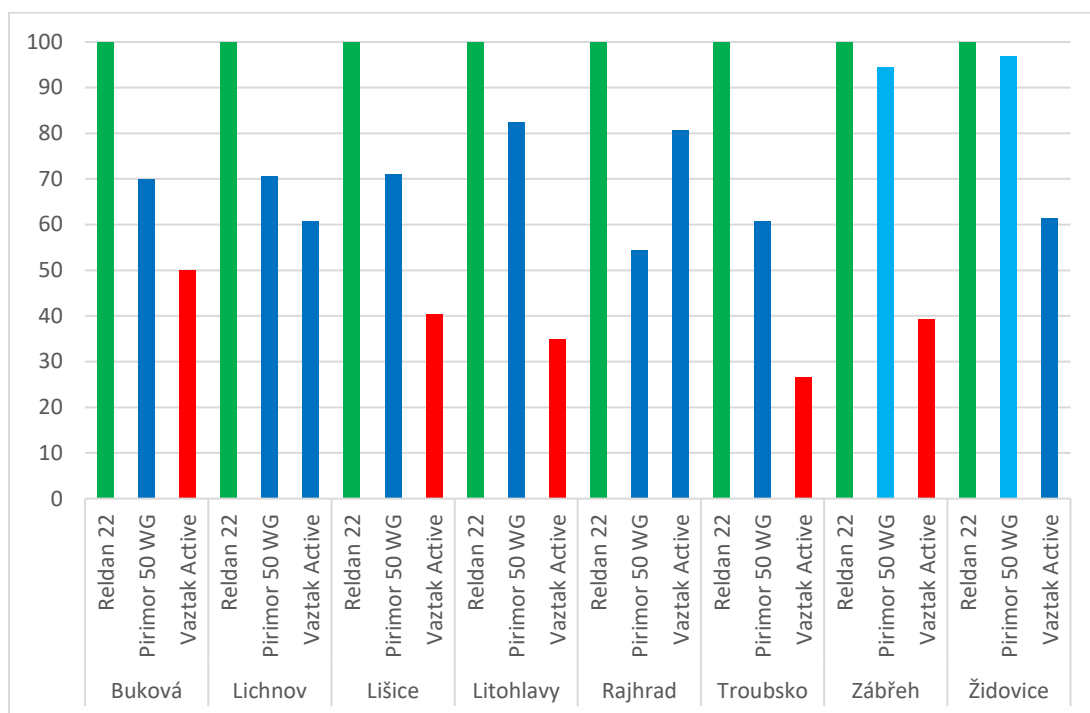
Hodnoty LC_{90} a indexy security (SI) uvedené v tabulce III.5.14.3 dokladují pro populace mšice broskvoňové neúčinnost pyretroidů a pirimicarb pro praktickou ochranu zemědělských plodin. Přípravky na bázi pyretroidů a pirimicarb se nedoporučují používat proti mšici broskvoňové. Hodnoty SI stanovené pro alfa-cypermethrin a pirimicarb byly s výjimkou několika málo populací výrazně nižší než 1, což dokladuje rezistenci k těmto látkám. Naproti tomu účinnost organofosfátů byla pro praktické účely na testovaných populacích dostatečná (hodnoty SI nad 1).

Testované nové aphicidy (Transform, Teppeki a Movento) naopak prokázaly v našich testech 100% účinnost při aplikaci 100% polní dávky (graf III.5.14.3). Z těchto přípravků je již od podzimu 2019 registrován proti mšici broskvoňové do řepky insekticid Teppeki. Mimo již zmíněných insekticidů byly testovány také neonikotinoidy Biscaya 240 OD, Mospilan 20 SP a organofosfát Reldan 22 (grafu III.5.14.1). Tyto přípravky prokazovaly v testech vysokou účinnost. Pro organofosfáty (Reldan 22) a pro thiakloprid (Biscaya 240 OD) byla v roce 2020 registrace ukončena.

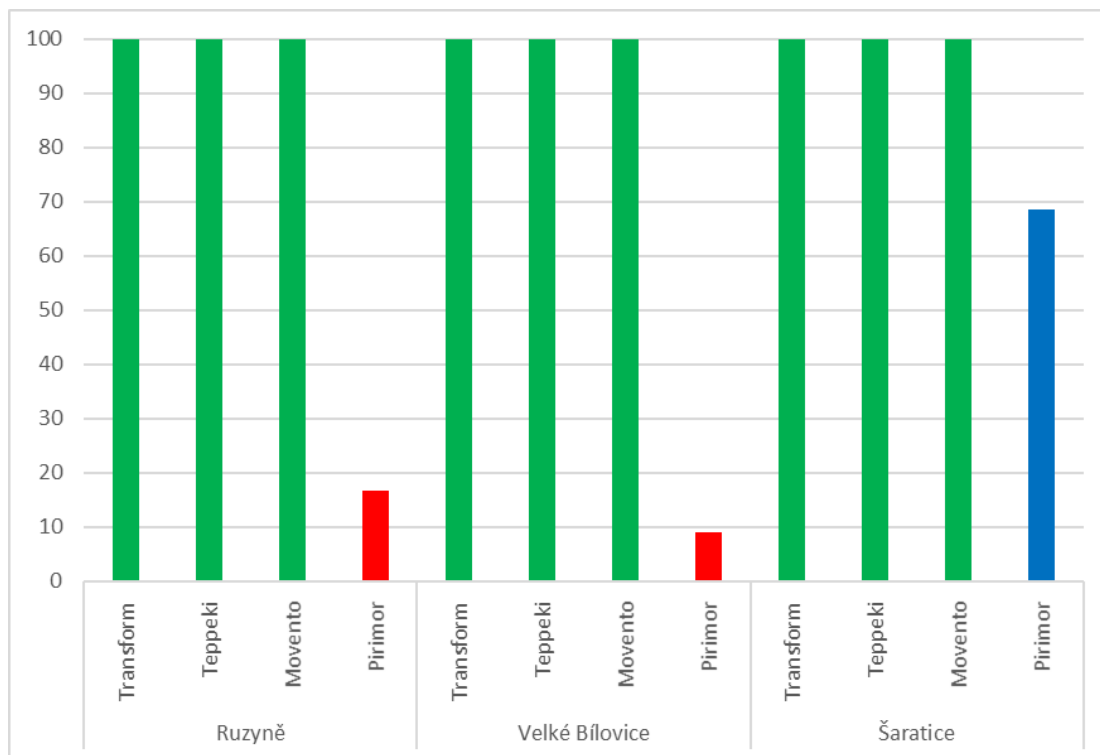
Graf III.5.14.1 Průměrná mortalita mšice broskvoňové (%) po aplikaci 100% dávky vybraných přípravků (sběr mšic z řepky na podzim 2018)



Graf III.5.14.2 Průměrná mortalita (%) populací mšice broskvoňové po aplikaci vybraných přípravků v 100% dávce (sběr mšic z řepky na podzim 2019)



Graf III.5.14.3 Průměrná mortalita (%) tří populací mšice broskvoňové po aplikaci vybraných nových přípravků v 100% dávce (sběr mšic z řepky na podzim 2018)



Tabulka III.5.14.1 Hodnoty LC₅₀ a indexů rezistence (RR) vybraných přípravků po aplikaci na mšici broskvoňovou z 11 populací v rámci ČR. (*CL= konfidenční interval; *n=nehodnoceno/není údaj)

	Lokalita	Vaztak active (alfa-cypermethrin)		Pirimor 50 WG (pirimicarb)		Reldan 22 (chlorpyrifos-methyl)	
GPS	2019	LC ₅₀ (CI)	RR	LC ₅₀ (CI)	RR	LC ₅₀ (CI)	RR
50.0297108N, 13.8408053E	Buková	0,05 (0,04-0,07)	10	0,13 (0,09-0,17)	130	0,51	4
50.4424478N, 13.8664325E	Židovice	0,12 (0,08-0,16)	24	0,03 (0,02-0,04)	30	0,32 (0,18-0,42)	3
49.7546361N, 13.5721631E	Litohlavy	0,10 (0,08-0,13)	20	0,04 (0,03-0,05)	40	0,24	2
49.1689844N, 16.4917428E	Troubsko	0,41 (0,34-0,49)	82	0,001 (0-0,006)	1	0,16 (0,03-0,27)	1
50.0339886N, 17.6540608E	Lichnov	0,14 (0,12-0,17)	28	0,14 (0,11-0,18)	140	n*	n*
50.0025611N, 15.3947042E	Lišice	0,18 (0,14-0,22)	36	0,22 (0,19-0,25)	220	n*	n*
49.0821667N, 16.5759167E	Rajhrad	0,11 (0,09-0,13)	22	0,19 (0,16-0,25)	190	0,27	2
49.8895181N, 16.8986503E	Zábřeh	0,80 (0,59-1,13)	160	0,13 (0,11-0,16)	130	n*	n*
	2018						
50.0876386N, 14.2994075E	Praha	1,00 (0,87-1,19)	200	8,68 (7,52-10,1)	8680	0,12 (0,10-0,15)	1
48.8492283N, 16.8636436E	Velké Bílovice	1,60 (1,44-1,78)	320	1,3 (1,11-1,52)	1300	0,26 (0,21-0,31)	2
49.1218453N, 16.8126978E	Šaratice	0,005 (0,004,0,007)	1	0,37 (0,30-0,45)	370	0,61 (0,54-0,74)	5

Tabulka III. 5.14.2 Stupně rezistence 11 lokálních populací mšice broskvoňové k účinným látkám insekticidů v letech 2018 a 2019 (hodnocení dle IRAC podle stupnice uvedené v kapitole III. 5 stupeň 1 – citlivá populace, stupeň 5 – vysoce rezistentní populace)

lokalita	alfa-cypermethrin	pirimicarb	chlorpyrifos-methyl
Praha	5	5	1
Velké Bílovice	5	5	1
Šaratice	1	5	1
Buková	5	5	1
Židovice	5	5	1
Litohlavy	5	5	1
Troubsko	5	1	1
Lichnov	5	5	x
Lišice	5	5	x
Rajhrad	5	5	1
Zábřeh	5	5	x

Tabulka III.5.14.3 Hodnoty LC₉₀ a indexu security (SI) po aplikaci vybraných přípravků na mšici broskvoňovou (*n* nehodnoceno/není údaj*)

Lokalita	Vaztak active (alfa-cypermethrin)		Pirimor 50 WG (pirimicarb)		Reldan 22 (chlorpyrifos-methyl)	
2019	LC ₉₀ (CI)	SI	LC ₉₀ (CI)	SI	LC ₉₀ (CI)	SI
Buková	0,49 (0,36-0,74)	0,41	2,75 (1,79-4,69)	0,18	0,74	3,65
Židovice	4,49 (2,51-10,7)	0,04	0,24 (0,18-0,34)	2,08	1,14 (0,90-1,66)	2,37
Litohlavy	0,56 (0,42-0,81)	0,36	0,41 (0,28-0,63)	1,22	0,42	6,43
Troubsko	1,19 (0,96-1,64)	0,17	14,4 (1,79-4126)	0,03	0,68 (0,49-0,96)	3,97
Lichnov	0,54 (0,43-0,72)	0,37	0,66 (0,51-0,97)	0,76	n*	n*
Lišice	1,18 (0,82-1,94)	0,17	0,62 (0,51-0,81)	0,81	n*	n*
Rajhrad	0,34 (0,27-0,45)	0,59	0,95 (0,72-1,40)	0,53	0,44	6,14
Zábřeh	12,3 (6,41-32,4)	0,02	1,11 (0,87-1,47)	0,45	n*	n*
2018						
Praha	3,38 (2,22-6,73)	0,06	n*	n*	n*	n*
Velké Bílovice	78,2 (11,6-322411)	0,00	n*	n*	n*	n*
Šaratice	0,04 (0,008-0,7)	5	n*	n*	n*	n*

III.5.15 Bázlivec kukuřičný IRAC č. 011, č. 021, č. 027

Testování dospělců bázlivce kukuřičného (*Diabrotica virgifera*) na citlivost k pyretroidům (lambda-cyhalothrinu, případně jiného pyretroidu) se provádí dle Metody IRAC č. 011 (viz kap. III.5.1); testování neonikotinoidů dle Metody IRAC č. 021 (viz kap. III.5.2) a oxadiazinů (indoxacarb) dle Metody IRAC č. 027 (viz kap. III.5.4). Brouky bázlivce sbírejte v porostu skleпáváním do nádoby, v níž jsou jako potrava kukuřičné listy nebo blizny, nebo odchycem pomocí entomologické sítě. Srážení vody při přepravě eliminujte vložením savého papíru (filtrační, kuchyňský ubrousek). Další postup při přepravě a po odběru viz body v kapitole III.5.1. Dávkování účinné látky je odvozeno od registrované polní dávky tj. 100% dávky. Testovány byly dávky 200 a 500 % (u pyretroidů), 200 % (u neonikotinoidů) a u všech účinných látek 100 %, 20 %, 5 %, 4 % polní dávky (viz tabulka III.5.15.1

Případová studie:

V roce 2019 byla testována jedna, v roce 2020 čtyři populace bázlivce kukuřičného. Testované účinné látky a seznam lokalit, ze kterých byly vzorky populací odebrány je uveden v tabulce III.5.15.2 a v grafu III.5.15.1. Populace testované v roce 2019 vykazovala vysokou citlivost vůči thiaklopridu i indoxacarb, registrovaná dávka i 20% dávka dosahovaly účinnosti

100 %. Účinnost lambda-cyhalothrinu byla při použití registrované dávky 100 %, při 20% dávce 73 %, populaci lze označit jako citlivou.

Tab. III.5.15.1 Koncentrace testovaných účinných látek odpovídající procentu registrované polní dávky pro bázlivce kukuřičného.

Testovaná dávka %	Účinná látka ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$ povrchu testovací lahvičky)		
	lambda-cyhalothrin	thiakloprid	indoxacarb
500 %	100	-	-
200 %	40	144	-
100 %	20	72	37,5
20 %	4	14,4	7,5
4 %	0,8	2,88	1,5
kontrola	0	0	0

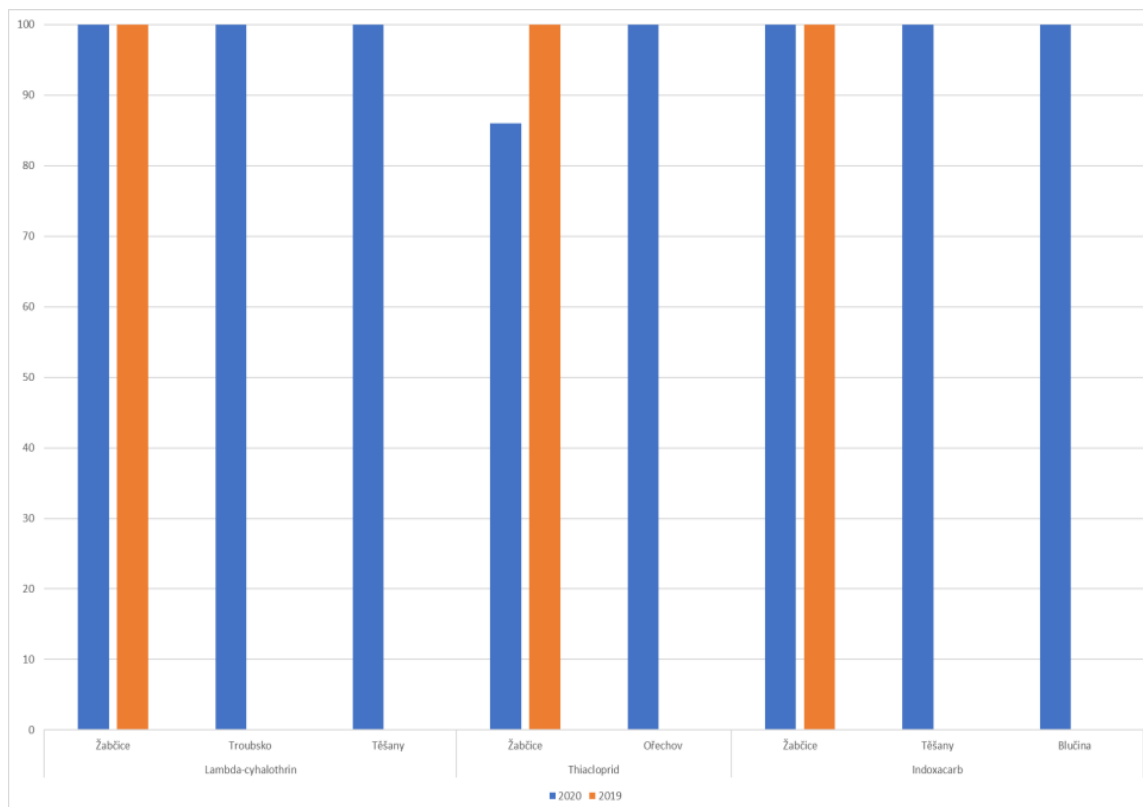
V roce 2020 byly vůči lambda-cyhalothrinu zaznamenány dvě populace citlivé, jedna vysoce citlivá, účinnost dosahovaná registrovanou dávkou byla ve většině případů 100%. Hodnoty LD₉₅ jsou pro všechny testované populace bázlivce kukuřičného v obou letech sledování pod úrovní registrovaných dávek testovaných účinných látek. Hodnoty LC₅₀ a LC₉₀ pro účinné látky pyretroidů, neonikotinoidů a oxadiazinů uvedených v tabulce III.5.15.2 lze označit za parametry (base line) odpovídající citlivým populacím bázlivce kukuřičného.

Tab. III.5.15.2 Výsledky hodnocení citlivosti lokálních populací bázlivce kukuřičného (hodnoty LD₅₀, LD₉₀ a LD₉₅ pro jednotlivé testované účinné látky a účinnosti)

Účinná látka	Lokalita	LD ₅₀	LD ₉₀	LD ₉₅	Účinnost 100% dávky (%)	Účinnost 20% dávky (%)
Rok 2019						
lambda-cyhalothrin	Žabčice	0,177	2,429	5,099	100	73
thiakloprid		1,424	3,202	4,029	100	100
indoxacarb		3,285	13,518	20,187	100	100
Rok 2020						
lambda-cyhalothrin	Žabčice	0,053	0,723	1,517	100	93
	Troubsko	0,207	3,00	6,400	100	73
	Těšany	0,206	1,386	2,380	100	100
thiakloprid	Žabčice	1,330	12,938	24,656	86	100
	Ořechov	1,437	6,237	9,455	100	93
cypermetrin	Troubsko	0,227	0,970	1,464	100	100
indoxacarb	Žabčice	4,046	17,451	26,410	100	80

	Těšany	0,655	2,682	4,00	100	100
	Blučina	2,301	17,504	31,112	100	66

Graf III.5.15.1 Mortalita dospělých bázlivce kukuřičného po aplikaci lambda-cyhalothrinu, přípravku Biscaya 240 OD (thiakloprid) a indoxacaru ve 100% dávce pro polní aplikaci v letech 2019 a 2020



III. 6. Antirezistentní strategie proti vybraným skupinám škůdců

Antirezistentní strategie je soubor opatření, vedoucí ke snížení rizika vzniku rezistence u škůdců. Základním principem je střídání přípravků s různým mechanismem účinku. Maximální počet aplikací téže účinné látky nebo látek ze stejné skupiny účinných látek je 2x za sezónu nebo pouze 1x za sezónu. Dále je třeba ošetřovat v optimálním termínu, stanoveném podle výskytu vývojového stadia škůdce a fenologie plodiny a při potvrzení stupně výskytu škůdce, který překročil práh škodlivosti. Snížit frekvence aplikací zoocidů lze na základě pravidelného monitoringu škůdců anebo spojováním aplikací proti více škůdcům, podporou výskytu přirozených nepřátel a používáním selektivních přípravků. Důležité je rovněž dodržení

teplotních podmínek pro aplikaci zoocidů, neaplikovat bezprostředně po dešti nebo před deštěm, při větru, velké termice atd.

Povinnost uplatňovat antirezistentní strategie vychází jako jedna z 8 zásad integrované ochrany rostlin ze zákona o rostlinolékařské péči (zákon č. 326/2004 Sb.) a je formulována ve vyhlášce 205/2009 Sb. „Pokud je známé riziko rezistence vůči určitému opatření a pokud početnost škodlivých organismů vyžaduje opakované ošetření plodin pesticidy, pak je nutné uplatňovat systémy pro zabránění nebo oddálení vzniku rezistence škodlivého organismu vůči pesticidu.“ Využívání antirezistentních strategií se doporučuje u všech škodlivých organismů, pro které je rezistence v ČR prokázána nebo pro které je vysoké riziko vzniku rezistence vůči pesticidům.

III.6.1 Škůdci řepky na jaře

Druhy hmyzu poškozující řepku ozimou na jaře jsou zejména krytonosec čtyřzubý (*Ceutorhynchus pallidactylus*), krytonosec řepkový (*C. napi*), blýskáček řepkový (*Brassicogethes aeneus*), krytonosec šesulový (*C. obstrictus*) a bejlomorka kapustová (*Dasineura brassicae*).

Stonkoví krytonosci

Larvy k. čtyřzubého poškozují žírem vnitřní pletiva řapíků listů a stonků, larvy k. řepkového vnitřní části stonků. Poškození usnadňuje infekci rostlin některými houbovými patogeny, zejména původcem Fomového černání stonku brukvovitých (*Leptosphaeria maculans*) a urychluje šíření této choroby v porostech. Oba škůdci mají výrazný vliv na snížení výnosu. Význam obou druhů jako škůdců v posledních letech vzrůstal. V blízké budoucnosti bude ochrana komplikovaná z důvodu prodlužování období, po které jsou porosty vystaveny napadení (prodlužuje se doba migrací do porostů a doba kladení zejména u k. čtyřzubého), dále z důvodu častějších vysokých výskytů (mnohonásobná překročení prahů) a též z důvodu úbytku účinných insekticidů použitelných pro jejich kontrolu (Tab. III.6.1.1).

Posuzujeme-li skupinu do řepky registrovaných insekticidů na jaře (Tab. III.6.1.3), vyplývá z laboratorních testů, že české populace obou druhů stonkových krytonosců jsou citlivé k pyretroidům (nižší účinnost vykazuje pouze tau-fluvalinát) a neonikotinoidům (acetamiprid ovšem vykazuje nižší účinnost než v roce 2020 zakázaný thiakloprid). Naopak velmi nízkou účinnost vykazuje na krytonosce indoxacarb.

Tab. III.6.1.1 Počty jedinců zachytávaných do žlutých misek a délky kladení u obou druhů stonkových krytonosců (k. čtyřzubý a k. řepkový) zaznamenané v posledních pěti sezónách (2016 - 2020) na polích v okolí Šumperka a na horní Hané (Olomoucký kraj)

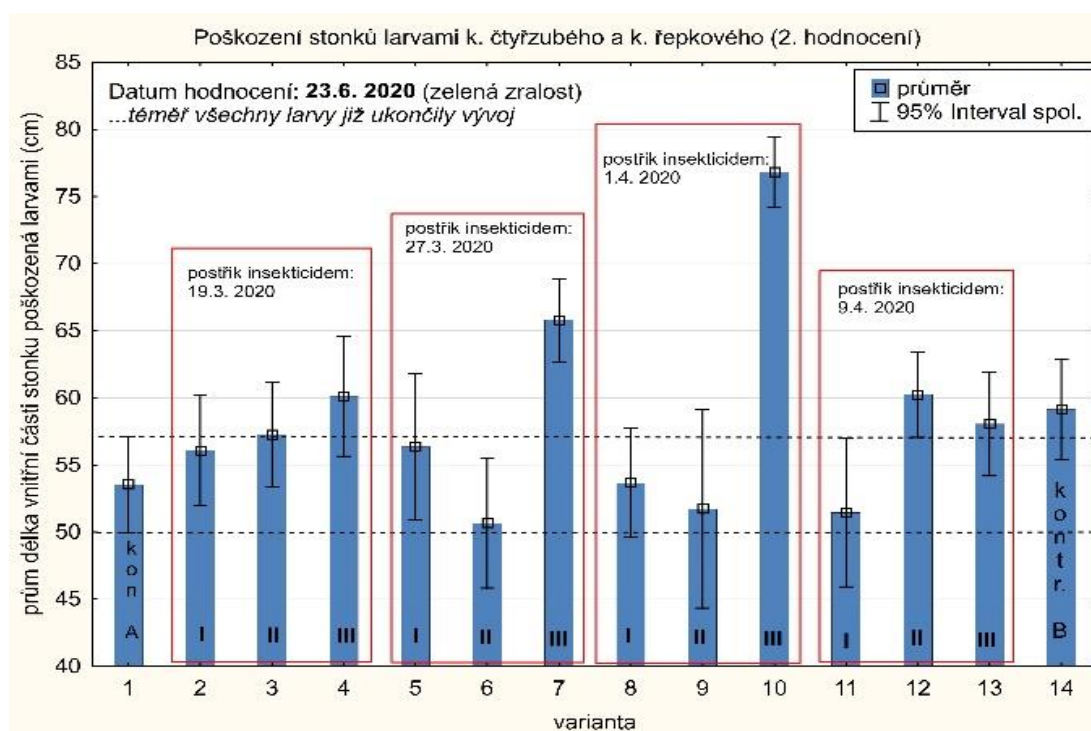
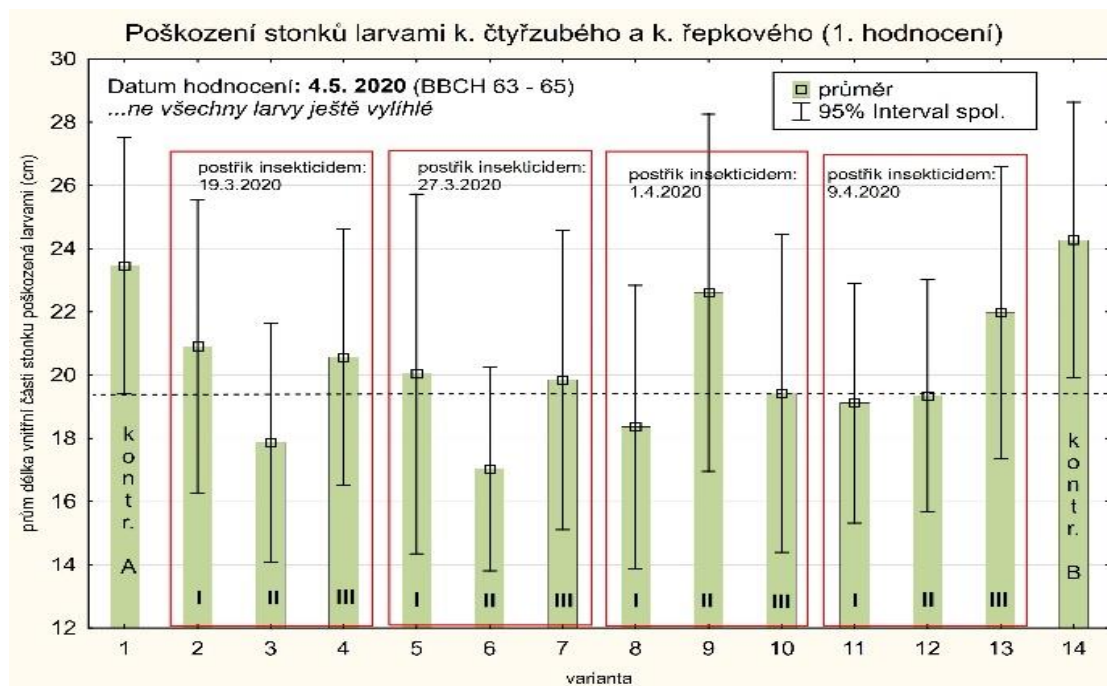
Druh krytonosce	Hodnocený znak	2016	2017	2018	2019	2020
krytonosec čtyřzubý	Celk. délka období kladení (= nebezpečné období)	1.4. - 10.5.	28.3. - 5.6.	9.4. - 30.5.	21.3. - 3.6.	22.3 - 12.6.
	Celk. délka období kladení ve dnech	40 dní	70 dní	52 dní	77 dní	81 dní
	dobu vrcholu letové aktivity	počátek dubna	konec března a počátek dubna	počátek dubna	konec března, pak i v dubnu	od poloviny března, pak i v dubnu
	průměrné počty dospělců v miskách v době vrcholů letové aktivity*	45 jedinců	57 jedinců	128 jedinců	160 jedinců	220 jedinců
krytonosec řepkový	Celk. délka období kladení (= nebezpečné období)	1.4. - 14.4.	28.3. - 22.5.	9.4. - 25.4.	21.3. - 26.4.	22.3 - 1.5.
	Celk. délka období kladení ve dnech	14 dní	56 dní	17 dní	36 dní	40 dní
	dobu vrcholu letové aktivity	počátek dubna	konec března a počátek dubna	počátek dubna	konec března, pak i v dubnu	od poloviny března, pak i v dubnu
	průměrné počty dospělců v miskách v době vrcholů letové aktivity*	2 jedinci	3 - 4 jedinci	10 jedinců	40 jedinců	60 jedinců

**za prahovou hodnotu se považuje 9 jedinců / 1 misku / 3 dny pro oba druhy - je nutné tedy počty obou druhů sčítat; v roce 2020 byl tedy průměrný maximální výskyt v miskách 220 + 60 jedinců "stonkových" krytonosců (tj. 31 násobné překročení prahové hodnoty)*

Aplikace insekticidu provedená po zaznamenání prahového záchytu (žluté misky) a načasovaná na dobu těsně před začátkem kladení je správný postup. Přesto, když jsou prahové hodnoty několikanásobně překonány, na něj nelze spoléhat, pokud jde právě jen o tento jeden zásah. Jedna aplikace provedená někdy na konci března nebo na začátku dubna, když následná aplikace přichází až s relativně velkým odstupem (např. až postřik proti bejlmorkám), nestačí (Graf III.6.1.1a,b). V sezónách, kdy je výskyt výrazně nad-prahový a doba kladení delší než tři týdny, jedna aplikace insekticidu k dosažení uspokojivé ochrany stonků před poškozením larvami nestačí. Bez ohledu na termín postřiku i volbu insekticidu. Ze srovnání obou částí grafů

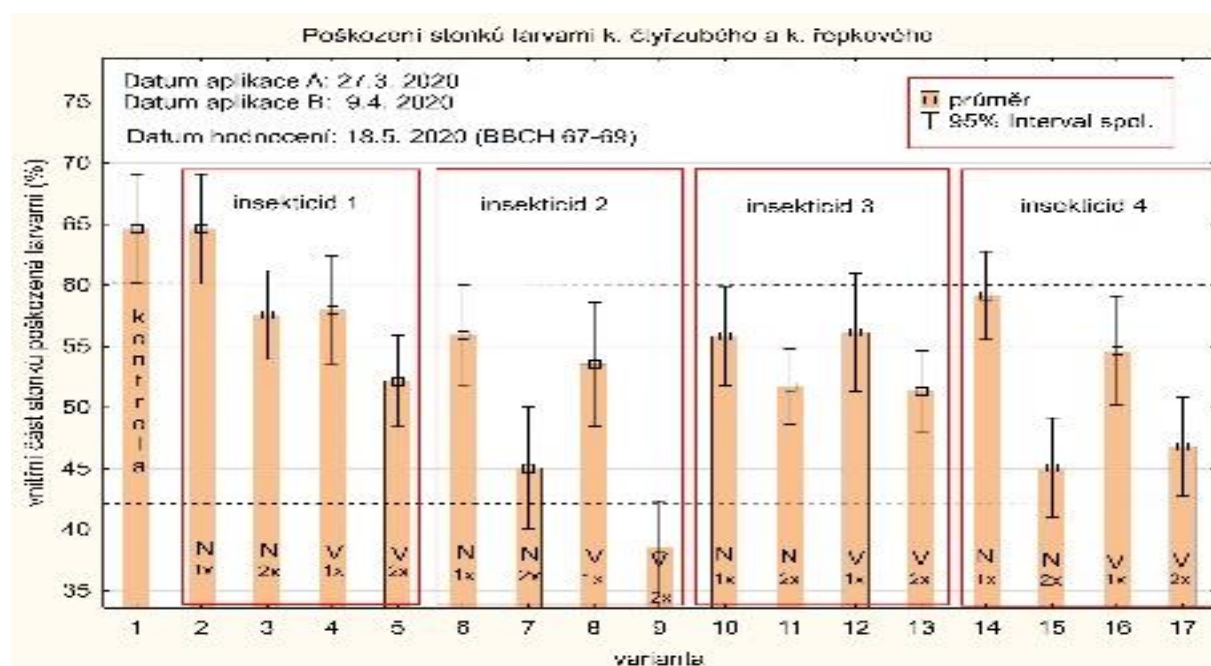
(Graf III.6.1.1a,1b) je též patrné, že záleží i na termínu hodnocení. Když se začne s hodnocením příliš brzy (1a) můžeme získat neoprávněně lepší výsledky, než jaké jsou ve skutečnosti (1b).

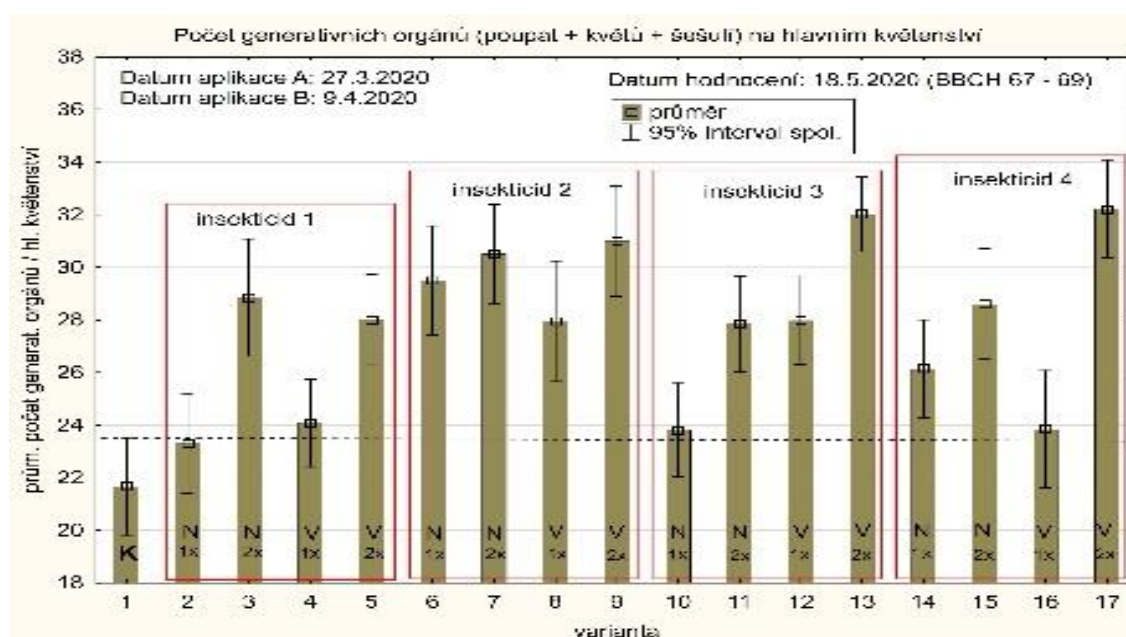
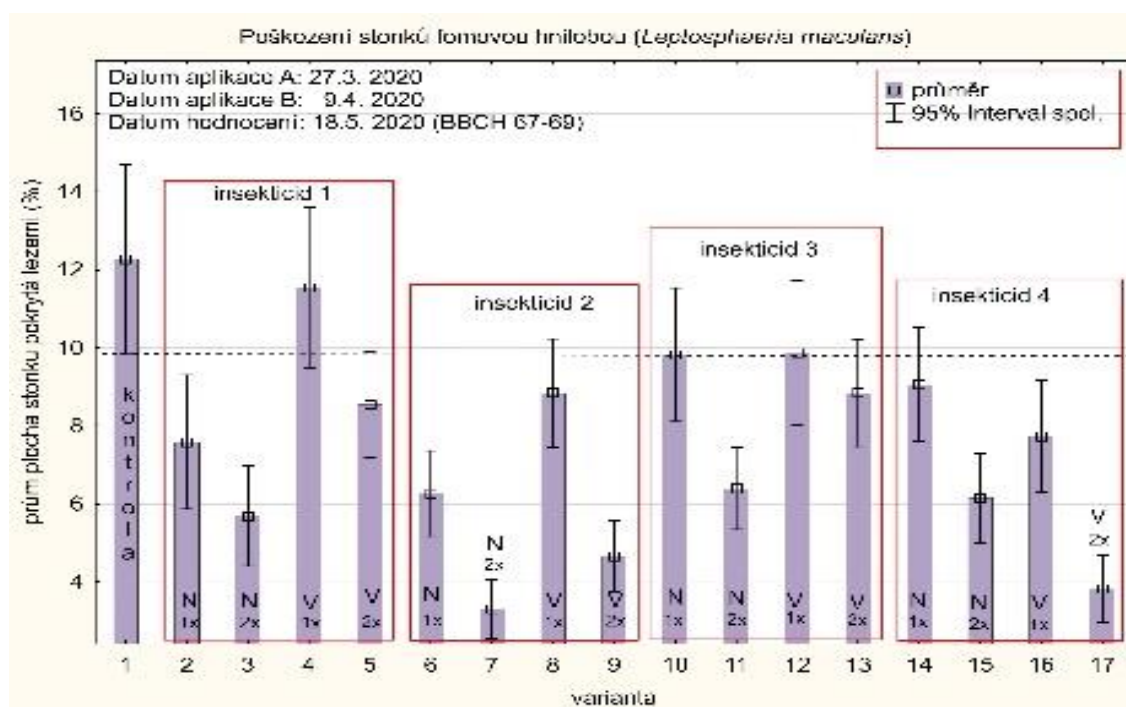
Graf III.6.1.1a,1b Poškození stonků larvami krytonosce řepkové a krytonosce čtyřzubého hodnocené ve dvou různých termínech po aplikaci přípravků v různých termínech ošetření třemi různými insekticidy (I = insekticid 1, II = insekticid 2; III = insekticid 3 (názvy insekticidů nejsou významné), Šumperk, 2020



Pozitivní (posilující) efekt druhé insekticidní aplikace na krytonosce se projeví, když odstup mezi prvním a druhým postřikem není příliš velký. Při silném výskytu a dlouhé době kladení by to nemělo být více než 14 dní (Graf III.6.1.2a). Přínos druhé aplikace se projeví nejen snížením poškození stonků, ale také menším rozvojem Fomového černání stonků brukvovitých (Graf III.6.1.2b). Lépe chráněné rostliny nasadí (a především i udrží) více generativních orgánů (poupat, květů) na větvích květenství. To znamená vyšší výnos. Žírem larev (a také Fomovým černáním stonků) oslabené rostliny toho do výnosu dotáhnou mnohem méně (Graf III.6.1.2c). Při vysokém a dlouhém výskytu krytonosců je účinnější aplikovat insekticid dvakrát po sobě s poměrně krátkým odstupem než jednou a ve vyšší dávce. Dalším důležitým zjištěním je, že teprve když se aplikuje insekticid dvakrát, objeví se výrazné rozdíly v účinnosti mezi použitými přípravky. Pokud se za takových sezón jako byla ta v roce 2020 ošetřil porost pouze jednou (zde 27. 3. 2020), bylo vcelku jedno, jaký insekticid byl použit. Pokud dvakrát, bylo velmi podstatné, jestli byl použit insekticid 1, 3 nebo 2, 4. Lze také vidět, že řepka i v nejlepších variantě byla relativně dosti poškozená.

Graf III.6.1.2a,2b,2c Poškození stonků larvami krytonosce řepkového a krytonosce čtyřzubého (a), poškození stonků fómovou hnilobou (b) a poškození generativních orgánů na hlavním květenství (c), N = nižší dávka; V = vyšší dávka; 1x = postřik pouze 27. 3. 2020; 2x = postřik 27. 3. i 9. 4. 2020 (názvy insekticidů nejsou významné), Šumperk, 2020





Blýskáčci

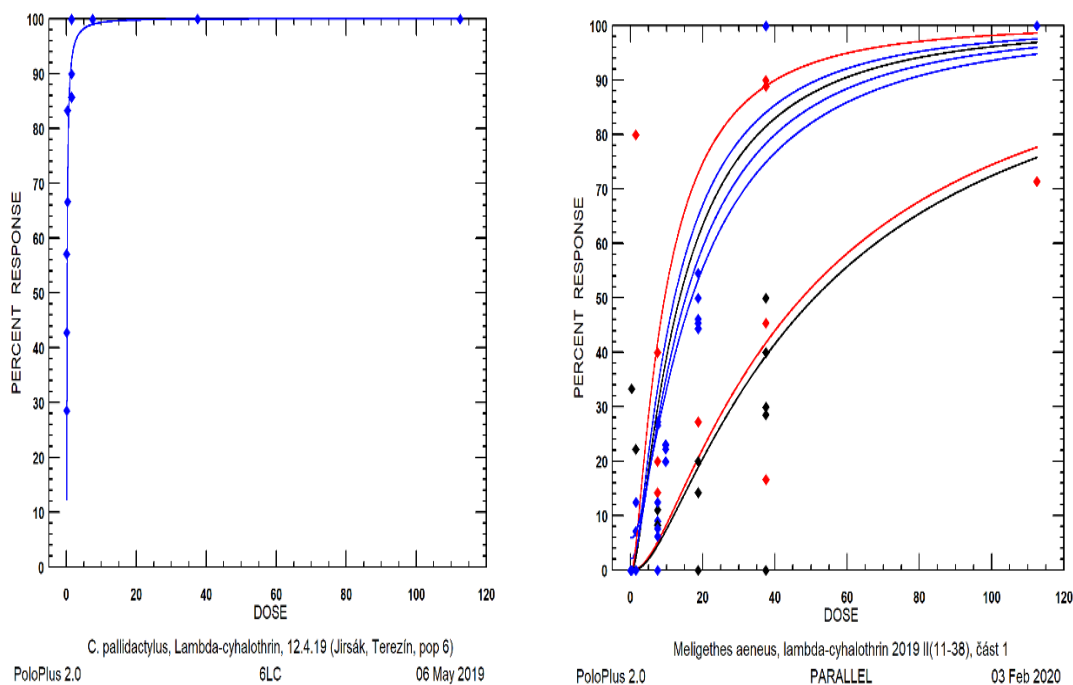
Blýskáček řepkový je rezistentní k pyretroidům. Poněkud vyšší účinnost z této skupiny insekticidů vykazuje pouze etofenprox. Průměrnou účinnost vykazují neonicotinoidy, z nichž do budoucna vydrží jen acetamiprid. Kdyby opět po pár letech nízkých výskytů přišel rok s výrazně nad-prahovými a pro plodinu nebezpečnými výskyty, tak výše uvedené insekticidy v očích pěstitele selžou. Je totiž velký rozdíl, když se ošetřuje porost s průměrným výskytem 3 – 5 blýskáčků / květenství či porost s např. 40 jedinci / květenství. Účinnost pyretroidů se

v polních podmínkách díky rezistenci pohybuje na hranici 20 - 40 %. To silně napadenému porostu nepomůže. Neonikotinoidy a etofenprox jsou na tom o něco lépe. Vysokou účinnost, i když znatelný nástup efektu je poněkud pomalejší (pokles počtů se v porostu projeví po 2 – 3 dnech), vykazuje indoxacarb, který používat pouze před květem.

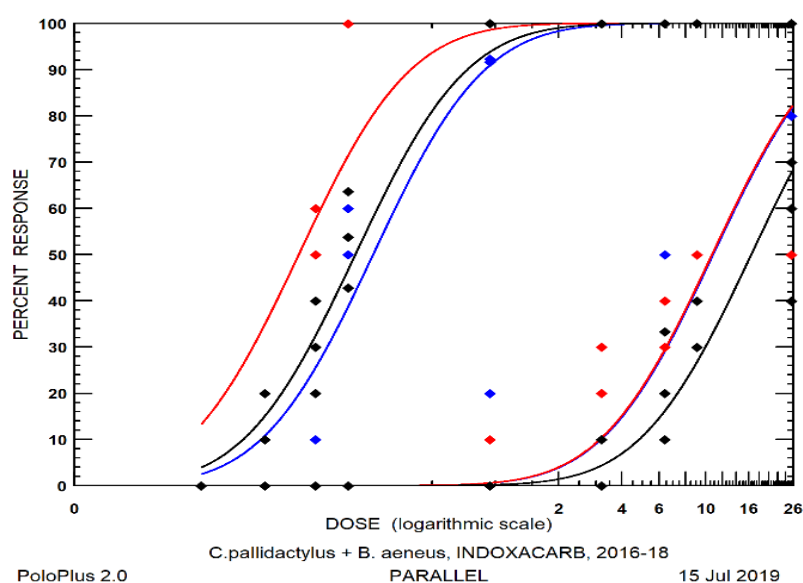
V sezóně s vysokým výskytem stonkových krytonosců (zejména k. čtyřzubého) musí být druhá jarní insekticidní aplikace účinná na tyto škůdce (důležitost posilujícího efektu této aplikace byl popsán výše) a též na blýskáčka, vyskytuje-li se v nad-prahovém množství (1 – 3 dospělci na květenství). Tato aplikace má tedy dva cíle: 1) posílit a prodloužit ochranu proti krytonoscům a 2) současně chránit porost před blýskáčkou. Fakt rezistence blýskáček k pyretroidům však vyřazuje ze skupiny použitelných insekticidů pro tuto druhou aplikaci pyretroidy (Graf III.6.1.3) a je-li blýskáček opravdu hodně i neonikotinoidy (vlastně jen acetamiprid) a i ten jeden trochu lépe fungující pyretroid etofenprox. Plně účinný insekticid na blýskáčku, indoxacarb, má zase naopak nízkou účinnost na krytonosce (Graf III.6.1.4). Druhá jarní aplikace insekticidu je zřejmě velmi důležitým zásahem ve smyslu ovlivnění výnosu. Přitom však s hledáním vhodného přípravku pro tuto aplikaci je (a bude) asi největší potíž (Tab. III.6.1.2).

Pyretroidy jsou dle laboratorních testů na stonkové krytonosce plně účinné (Graf III.6.1.3 vlevo). Krytonosci reagují úplně odlišně od blýskáček, kteří jsou naopak k pyretroidům vysoce rezistentní (Graf III.6.1.3 vpravo). Srovnajte rozdíl mezi dávkou (osa x) potřebnou na dosažení např. 90% mortality u krytonosce čtyřzubého (III.6.1.3 vlevo) a různých českých populací blýskáčka řepkového (vpravo). V grafu III.6.1.4 jsou vidět zcela rozdílné reakce krytonosce čtyřzubého (III.6.1.4 vpravo) a blýskáčka řepkového (III.6.1.4 vlevo) na indoxacarb. Je to vlastně zcela opačná situace než v případě pyretroidů. K dosažení vysoké mortality (osa y) je v případě blýskáček potřeba mnohem nižší dávka (osa x), než v případě krytonosců.

Graf III.6.1.4 Mortalita krytonosce čtyřzubého (vlevo) a blýskáčka řepkového (vpravo) v závislosti na dávce lambda-cyhalotrinu. Osa x - dávka lambda-cyhalotrinu v g/ha (registrovaná dávka = 7,5 g/ha), osa y - % mortality.



Graf III.6.1.4 Mortalita krytonosce čtyřzubého (vlevo) a blýskáčka řepkového (vpravo) v závislosti na dávce indoxacarb. Osa x - dávka indoxacarb. v g/ha, osa y - % mortality.



Tab. III.6.1.2 Návrh na provedení insekticidních zásahů směřovaných proti stonkovým krytonoscům (k. čtyřzubý a k. řepkový) a blýskáčku řepkovému při zvážení všech úbytků dostupných insekticidů, problémů s rezistencí i změn chování škůdců v důsledku vlivu měnících se meteorologických podmínek a s cílem dosáhnout uspokojivého výsledku dvěma postřiky.

Aplikace	proti komu	čím (od roku 2021)			kdy
1. jarní aplikace insekticidu	k. čtyřzubému a k. řepkovému	esterický pyretroid nebo etofenprox			těsně před začátkem kladení (předčasně je stejně špatně jako pozdě); u pyretroidů se chyba v načasování projeví mnohem více než u organofosfátů; kvalitní poradenství bude důležitější než dřív; organofosfáty umožňovaly dělat v tomto chybě
2. jarní aplikace insekticidu	k. čtyřzubému a blýskáčkům; méně již proti k. řepkovému (má kratší dobu kladení)	a) při výrazném překročení prahových výskytů u krytonosců a nízkém výskytu blýskáček: etofenprox nebo esterický pyretroid (prohodit oproti 1. aplikaci)	b) při výrazném překročení prahových výskytů u krytonosců a vysokém výskytu blýskáček: asi nelze řešit jedním insekticidem, nutno míchat či rozdělit na dvě aplikace po sobě; esterický pyretroid nebo etofenprox (krytonosci); krátce potom ještě indoxacarb (blýskáčky)	c) při podprahovém či mírném překročení prahových výskytů u krytonosců a vysokém výskytu blýskáček: indoxacarb	při a) a b) asi 14 dní po první aplikaci, když tato byla dobře načasovaná při c) se řídit výskytem blýskáček; při jejich nízkém výskytu možno aplikaci vynechat

Škůdci poškozující generativní orgány

Z této skupiny je v ČR stále mnohem důležitějším škůdcem bejlmorka kapustová než krytonosec šesulový. Vzhledem k obtížnému monitoringu dospělců (přesněji řečeno samic) bejlmorek v porostu se obtížně rozhoduje o nutnosti aplikace a jejím načasování. Z tohoto důvodu, jak také potvrzuje řada polních pokusů, je účinnější k aplikaci použít systemický neonikotinoid (od roku 2021 bude dostupný pouze acetamiprid), než kontaktně působící pyretroid. Navíc, jak vyplývá z tabulky III.6.1.2, pyretroidy jsou velmi důležitou součástí předcházejících jarních aplikací a bylo by velmi nebezpečné tuto skupinu nadužívat (zvyšovat selekční tlak na populace stonkových krytonosců může znamenat rychlý vývoj k polní rezistenci).

Tabulka III.6.1.3 Insekticidy povolené pro ochranu řepky na jaře (Stav k 1. 9. 2020)

Syntetické pyretroidy (3a)

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
alpha-cypermethrin	Alfametrin ME	0,2 – 0,3	jarní škůdci	NV, DO	SPe3, SPe2, SP1, H410
	Athalic 50 ME	0,2 – 0,3	jarní škůdci	NV, DO	SPe3, SPe2, SP1, H410, DO
	Fasthrin 10 EC	0,1	blýskáček	ZNV	SP1, SPe3, DO

	Vaztak Active	0,2 – 0,3	jarní škůdci	NV	SP1, SPe3, DO H 410
cypermetrin	Cyperkil 25 EC	0,1	krytonosec řepkový a čtyřzubý, blýskáček	NV, DO	SP1, SPe3
	Cyperkill Max	0,05	krytonosec řepkový a čtyřzubý, blýskáček, pilatka řepková,	ZNV	SP1, SPe3
	Cythrín		jarní škůdci	ZNV	SP1, SPe3, DO H 410
	Rafan	0,1	krytonosec řepkový a čtyřzubý, blýskáček	NV, DO	SP1, SPe3
	Rafan Max	0,05	jarní škůdci	ZNV	SP1, SPe3 DO H 410
deltametrin	CMI Delta 2,5 EC	0,3	jarní škůdci	ZNV	SPe3
	Decis Forte	0,0625 – 0,075	krytonosec řepkový blýskáček, krytonosec šešulový, bejlmorka kapustová	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
	Decis Mega	0,1 – 0,15	jarní škůdci	NV	SP1, SPe3
	Decis Protech	0,4 – 0,5	jarní škůdci	NV	SP1, SPe3
	DelCaps 050 EC	0,1	krytonosec čtyřzubý, blýskáček	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
	Delmetros 100 SC	0,05	blýskáček, bejlmorka kapustová	neuvedeno	SP1, SPe3 H 410
	DelTop 050 EC	0,1	krytonosec čtyřzubý, blýskáček	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
	Demetrina 25 EC	0,2	blýskáček, krytonosec šešulový	ZNV	SP1, SPe3, DO
	Dinastia	0,125-0,15	jarní škůdci	NV	SP1, SPe3
	Koron 100 SC	0,05	blýskáček, bejlmorka kapustová	neuvedeno	SP1, SPe3 H 410
	Poleci	0,3	jarní škůdci	ZNV	SPe3
	Rhago 50 EW	0,125 – 0,15	krytonosec řepkový a čtyřzubý, blýskáček, krytonosec šešulový,	NV	SP1, SPe3
	Scatto	0,2	blýskáček, bejlmorka kapustová	ZNV	SP1, SPe3, DO
esfenvalerate	EsfenGUARD	0,1 – 0,2	jarní škůdci	neuvedeno	SP1, SPe3
	Sumi Alpha 5EW	0,1 – 0,2	jarní škůdci	neuvedeno	SP1, SPe3
	Sumicidin	0,1 – 0,2	jarní škůdci		SP1, SPe3
etofenprox	Dacor	0,2	blýskáček krytonosci	neuvedeno	SP1, SPe3 H 410
	Magma	0,2	blýskáček krytonosci	neuvedeno	SP1, SPe3 DO H 410
	Trebon OSR	0,2	blýskáček krytonosci	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
tau-fluvalinát	Evure	0,2	blýskáček	neuvedeno	SP1, SPe3
	Mavrik Smart	0,2	blýskáček	neuvedeno	SP1, SPe3
zeta- cypermetrin	Agrosales zetacypermetrin	0,1	jarní škůdci	ZNV	SP1, SPe3, DO
	Agrosales zetacypermetrin II	0,1	jarní škůdci	ZNV	SP1, SPe3, DO
	AV-Cyper	0,1	jarní škůdci	ZNV	SP1, SPe3, DO
	BEC Zetacyp	0,1	jarní škůdci	ZNV	SP1, SPe3, DO
	Fury 10 EW	0,1	jarní škůdci	ZNV	SP1, SPe3, DO

Neonikotinoidy (4a)

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
--------------	-----------------	-------------------	--------	-------------------------	--------------------------------

acetamiprid	Aceptir 200 SE	0,12 – 0,3	krytonosec čtyřzubý, blýskáček, krytonosec šešulový, bejломorka kapustová	neuvedeno	SP1, SPe3
	Acetamiprid-Q 20 SP	0,08 – 0,18	jarní škůdci	neuvedeno	SP1, SPe3
	Acetguard	0,08 – 0,18	jarní škůdci	neuvedeno	SP1, SPe3
	Apis 200 SE	0,12 – 0,3	krytonosec čtyřzubý, blýskáček, krytonosec šešulový, bejломorka kapustová	neuvedeno	SP1, SPe3
	Cartago 20 SE	0,12 – 0,3	krytonosec čtyřzubý, blýskáček, krytonosec šešulový, bejломorka kapustová	neuvedeno	SP1, SPe3
	Ceta 20 SP	0,08 – 0,18	jarní škůdci	neuvedeno	SP1, SPe3
	Diaspid20 SP	0,08 – 0,18	jarní škůdci	neuvedeno	SP1, SPe3
	Gazelle	0,08 – 0,18	jarní škůdci	neuvedeno	SP1, SPe3
	Monster	0,08 – 0,18	jarní škůdci	neuvedeno	SP1, SPe3
	Mospilan 20 SP	0,08 – 0,18	jarní škůdci	neuvedeno	SP1, SPe3
	NeoNic	0,08 – 0,18	jarní škůdci	neuvedeno	SP1, SPe3

Oxadiaziny (22a)

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
indoxacarb	Avaunt 15 EC	0,17	blýskáček	NV	SP1, SPe3
	Sindoxa	0,085	blýskáček	neuvedeno	SP1, SPe3
	Steward OPZ			ZNV	SP1, SPe3

jarní škůdci – krytonosec řepkový, krytonosec čtyřzubý, blýskáček řepkový, bejломorka kapustová, krytonosec šešulový

krytonosci - krytonosec řepkový, krytonosec čtyřzubý, krytonosec šešulový

Vysvětlivky k uvedeným zkratkám:

NV: nebezpečný pro včely (použito i u SPe8)

ZNV: zvláště nebezpečný pro včely (použito i u SPe8.)

DO: další omezení specifikované pro daný přípravek

SP1: Neznečišťujte vody přípravkem nebo jeho obalem. (Nečistěte aplikační zařízení v blízkosti povrchové vody / zabraňte kontaminaci vody splachem z farem a cest.)

SPe2: Za účelem ochrany vodních organismů přípravky neaplikujte na půdách...(uvést zpřesňující údaje o druhu půdy nebo situaci).

SPe3: Za účelem ochrany vodních organismů dodržte neošetřené ochranné pásmo ... m (zpřesnit údaj o vzdálenosti) vzhledem k povrchové vodě. Ochranná vzdálenost od povrchové vody s ohledem na ochranu vodních organismů [m] - Strukturovaná data v tabulce

H410: Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

III.6.2 Škůdci řepky na podzim

Hlavní druhy hmyzu poškozující řepku ozimou na podzim v pořadí podle fenologie řepky jsou dřepčící rodu *Phyllotreta*, květilky, mšice broskvoňová jako přenašeč viróz, západníček polní, osenice a dřepčík olejkový. Uplatňování antirezistentních strategií pro škůdce na řepce

na podzim je vlivem nedostatečného spektra registrovaných účinných látek problematické nebo nemožné. V průběhu řešení projektu byla nově zjištěna nebo potvrzena rezistence k insekticidům nebo snížená účinnost některých přípravků pro mšici broskvoňovou, zápředníčka polního a dřepčíka olejkového a zvýšené riziko rezistence pro dřepčíky rodu *Phyllotreta*. Z uvedených škůdců byl prokázán vysoký výskyt rezistence k pyretroidům u mšice broskvoňové a zápředníčka polního, u mšice broskvoňové také k Pirimoru. Pro ochranu řepky proti těmto škůdcům se nedoporučuje pyretroidy používat. V Tabulce III.6.2.1 jsou uvedeny insekticidy povolené pro ochranu řepky na podzim je pro ochranu proti hmyzím škůdcům uvedeno sice široké spektrum přípravků, ale pouze ze 3 skupin s rozdílným mechanismem účinků. Přitom dvě z uvedených skupin, pyretroidy a pirimicarb nejsou z důvodu rezistence k insekticidům účinné proti mšici broskvoňové a zápředníčku polnímu.

Moření řepky insekticidem Lumiposa, jak bylo prokázáno v jiných studiích, je ve srovnání s předchozím mořením osiva řepky neonikotinoidy typu thiomethoxamu, málo účinné. Přesto je lze doporučit jako součást integrované ochrany. Moření osiva přípravkem Lumiposa omezuje poškození květilkami, zejména při časném výsevu, a částečně redukuje poškození listů dřepčíka rodu *Phyllotreta*. Ale při silném výskytu dřepčků při pomalém vzcházení řepky v důsledku sucha, je foliární ochrana řepky insekticidy proti nim nezbytná. Pyretroidy jsou v současné době dosud účinné pro ochranu řepky proti dřepčků rodu *Phyllotreta* a dřepčíku olejkovému. Při použití jediné skupiny dosud účinných látek, pyretroidů je v řadě let na mnoha lokalitách ošetření pyretroidy proti škůdcům řepky opakovat, často 2 až 3x do fáze 4 pravých listů. To zvýší selekční tlak na rezistenci dřepčků k pyretroidům a lze přepokládat jejich budoucí selhání v ochraně řepky.

Antirezistentní strategie pro mšici broskvoňovou, včetně návrhů na rozšíření registrace nových účinných látek do řepky je podrobně popsána v kapitole III.6.4. Ze specifických aphicidů se navrhuje do řepky rozšířit registrace přípravků na bázi sulfoxafloru (Gondola) a na bázi spirotetramatu (Movento 100 SC), které jsou registrovány do sadbových brambor a zeleniny, také do řepky proti mšicím. Dále se navrhuje rozšířit registraci acetamipridu (Mospilan 20 SP) do řepky z jarního období také pro podzimní období. Podle výsledků hodnocení rezistence uváděných v této metodice by acetamiprid v řepce na podzim měl vedlejší účinky na mšici broskvoňovou, vedlejší účinky na mšici zelnou, osenice, zápředníčka polního a řadu dalších minoritních škůdců. Pro účinnou ochranu proti škůdcům je rozšíření registrace na škůdce na řepce na podzim o poslední účinnou látku neonikotinoidu nezbytné. Proti dřepčíku olejkovému se doporučuje rozšířit registraci přípravku na bázi indoxacardu, který je registrován do řepky pro ochranu proti škůdcům na jaře, také pro ochranu řepky proti dřepčíku olejkovému

a zajistit tak možnost uplatňovat antirezistentní strategie proti tomuto škůdci alespoň v minimálním rozsahu. Po ukončení registrace organofosfátů (Nuelle D) a neonikotinoidu thiakloprid v roce 2020 se stává pro další roky ochrana řepky proti škůdcům na podzim problematickou, zvýší se náklady na ochranu a účinnost insekticidů se přes vzrůstající frekvenci foliárních aplikací insekticidů se nezvýší, spíše poklesá. Do budoucna je třeba počítat, z důvodů dalšího nárůstu rezistence škůdců řepky k insekticidům, s rozšířením registrace přípravků do řepky o účinné látky s jiným mechanismem účinku, než jsou používány v současné době.

Tabulka III.6.2.1 Insekticidy povolené pro ochranu řepky na podzim (Stav k 1. 9. 2020)

Syntetické pyretroidy (3a)

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
alpha - cypermetrin	Alfamethrin ME	0,3	pílatka řepková	NV, DO	SP1,SPe3, SPe2
	Athalic ME	0,3	pílatka řepková	NV, DO	SP1,SPe3, DO
	Vaztak Active	0,3	pílatka řepková	NV, DO	SP1,SPe3, DO
beta - cyfluthrin	Bulldock	0,3	dřepčík olejkový	ZNV	SP1, SPe3
	Bulldock 25 EC	0,3	dřepčík olejkový	ZNV	SP1, SPe3
cypermetrin	Cyperkill Max	0,05	dřepčíci	ZNV	SP1, SPe3, DO
	Cythrín	0,05	dřepčíci	ZNV	SP1, SPe3, DO H 410
deltametrin	CMI Delta 2,5 EC	0,3	dřepčíci	ZNV	SPe3
	Decis Forte	0,0625	dřepčíci, mšice	neuveďena	SP1, SPe3, DO
	Decis Mega	0,1 – 0,15	pílatka řepková, dřepčíci	NV	SPe3, SP1
	Decis Protech	0,3 – 0,5	pílatka řepková, dřepčíci	NV	SPe3, SP1
	Delmetros 100 SC	0,05	dřepčík olejkový, květilka zelná	neuveďeno	
	Demetrina 25 EC	0,2	dřepčík olejkový,	ZNV	SP1, SPe3, DO H 410
	Dinastia	0,1-0,15	pílatka řepková, dřepčíci	NV	SP1, SPe3
	Koron 100 SC	0,05	dřepčík olejkový, květilka zelná, krytonosec zelný	neuveďeno	SP1, SPe3 H 410
	Poleci	0,3	dřepčíci	ZNV	SPe3
	Rhago 50 EW	0,3	dřepčíci, pílatka řepková	NV	SPe3, SP1
	Scatto	0,2	dřepčíci	ZNV	DO, SPe3
	Nexide	0,06 – 0,08	dřepčíci, krytonosec zelný, pílatka řepková	neuveďena	SP1, SPe3
	Rapid	0,06 – 0,08	dřepčíci, krytonosec zelný, pílatka řepková	neuveďena	SP1, SPe3
	Agrosales - Lambdacyhalotrin	0,15	dřepčíci	DO	SPe2
	BEC Lamcy	0,15	dřepčíci	DO	SPe3
lambda-cyhalotrin	Hunter SPU	0,15	dřepčík olejkový, mšice	neuveďena	SP1, SPe3, DO
	Kaiso Sorbie	0,15	dřepčík olejkový, mšice	neuveďena	SP1, SPe3, DO
	Karate se Zeon technologií 5CS	0,15	dřepčíci	DO	SPe2, SPe3

	Karate Zeon 050 CS	0,15	dřepčící	DO	SPe2, SPe3
	Karis 10 CS	0,075	dřepčící, mšice	neuvedena	SP1, SPe3, DO
	Lambo 50 EC	0,15	dřepčící	neuvedena	SP1
	Markate 50	0,15	dřepčící	neuvedena	SP1
	ODRG - lambdacyhalotrin	0,15	dřepčící	DO	SP1, SPe2, SPe3
	RC - lambdacyhalotrin 50 CS	0,15	dřepčící	DO	SP1, SPe2, SPe3
	Streetfighter 5 CS	0,15	dřepčící	DO	SP1, SPe2, SPe3
zeta cypermetrin	Agrosales zetacypermetrin	0,1	dřepčící	ZNV	SP1, SPe3, DO
	Agrosales zetacypermetrin II	0,1	dřepčící	ZNV	SP1, SPe3, DO
	AV Cyper	0,1	dřepčící	ZNV	SPe3
	BEC Zetacyp	0,1	dřepčící	ZNV	SP1, SPe3, DO
	Fury 10 EW	0,1	dřepčící	ZNV	SP1, SPe3, DO

Karbamáty (1a)

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
pirimicarb	Agri Pirimicarb 50 WG	0,5	mšice	ZNV	SPe3, SP1
	BEC Pirim	0,5	mšice	ZNV	SPe3, SP1
	Karin	0,5	mšice	ZNV	SPe3, SP1
	Minos 50 WG	0,5	mšice	ZNV	SPe3, SP1
	Pirimicarb O 50 WG	0,5	mšice	ZNV	SPe3, SP1
	Pirimor 50 WG	0,5	mšice	ZNV	SPe3, SP1

Flonicamid (29)

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
flonicamid	Teppeki	0,1	mšice broskvoňová	ZNV	SP1

Vysvětlivky k uvedeným zkratkám:

NV: nebezpečný pro včely

ZNV: zvláště nebezpečný pro včely

DO: další omezení specifikované pro daný přípravek

SP1: Neznečišťujte vody přípravkem nebo jeho obalem. (Nečistěte aplikační zařízení v blízkosti povrchové vody / zabraňte kontaminaci vody splachem z farem a cest.)

SPe2: Za účelem ochrany vodních organismů přípravky neaplikujte na půdách... (uvést zpřesňující údaje o druhu půdy nebo situaci).

SPe3: Za účelem ochrany vodních organismů dodržte neošetřené ochranné pásmo ... m (zpřesnit údaj o vzdálenosti) vzhledem k povrchové vodě. Ochranná vzdálenost od povrchové vody s ohledem na ochranu vodních organismů [m] - Strukturovaná data v tabulce

H410: Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

III.6.3 Mandelinka bramborová

Základem antirezistentní strategie proti mandelince bramborové je střídání přípravků s rozdílným mechanismem účinku. Realizace tohoto doporučení je však vzhledem k prokázané rezistenci mandelinky k několika skupinám účinných látek (pyretroidy, organofosfáty, a některé neonikotinoidy) a také ukončení používání některých z nich (organofosfáty, thiakloprid) obtížná. V současné době je v ČR povoleno pro ochranu polních porostů proti mandelince bramborové 7 přípravků (viz tabulka III.6.3.1) ze 4 skupin účinných látek (pyretroidy, neonikotinoidy, diamidy, spinosiny). Lze očekávat, že nosnými přípravky budou v následujících letech zejména přípravky ze skupiny diamidů a spinosinů, které jsou vysoce účinné i na populace mandelinek rezistentních k jiným skupinám účinných látek.

Vzhledem k prokázané rezistenci mandelinky bramborové k pyretroidům a organofosfátům na území ČR již počátkem toho století (Zichová a kol., 2010) se nedoporučuje použití přípravků ze skupiny pyretroidů. Registrace organofosfátů, které byly vůči mandelince v důsledku rezistence neúčinné, byla ukončena. Řada pěstitelů používá pyretroidy v ochraně brambor do současné doby, i když jejich účinnost na klíčové škůdce jako je mandelinka bramborová i mšice broskvoňová jako přenašeč viróz je zcela nedostatečná. Taková ochrana je neekonomická a udržuje nebo dále selektuje rezistenci obou škůdců k pyretroidům. Vysokou účinnost proti mandelince bramborové vykazovaly neonikotinoidy na bázi thiamethoxamu (Actara) a thiaklopridu (Biscaya). Registrace obou účinných látek z důvodu rizik pro včely a další opylovače byla ukončena. V letech 2018 a 2019 však již byly zaznamenány první populace mandelinky bramborové u nás rezistentní k thiaklopridu. Posledním dosud povoleným neonikotinoidem pro ochranu brambor je acetamiprid. Rezistence mandelinky bramborové v letech 2018 až 2020 k acetamipridu se postupně zvyšovala a územně rozšiřovala. Doporučení pro použití neonikotinu na bázi acetamipridu je tedy vázáno na znalost stupně rezistence populací mandelinek v daném podniku nebo regionu. Při prokázání rezistence populací mandelinky bramborové k pyretroidům i k neonikotinoidům (acetamiprid) se doporučuje využívat přípravky označované jako diamidy, s účinnými látkami chlorantraniliprole (Coragen 20 SC) nebo cyantraniliprole (Benevia). Nedoporučuje se v jedné sezóně použít proti mandelince obě účinné látky diamidů. To by pouze zvyšovalo riziko selekce rezistence současně k oběma účinným látkám diamidů. Pro střídání účinných látek proti mandelince bramborové se doporučuje využít spinosad (Spintor), který lze používat také v režimu ekologického zemědělství.

V tabulce III.6.3.2 je uveden příklad hodnocení vybraných populací mandelinky bramborové k účinným látkám insekticidů v roce 2018. Pro názornost je uveden stupeň

rezistence dle stupnice IRAC pro pyretroidy s odpovídajícím podbarvením. Všechny hodnocené populace byly rezistentní k lambda-cyhalothrinu a acetamipridu. Přípravky s těmito účinnými látkami nelze pro ošetření proti mandelinkám na uvedených lokalitách doporučit. Většina hodnocených populací byla vysoce citlivá nebo citlivá k oběma účinným látkám diamidů, které jsou účinné i na populace rezistentní k pyretroidům a neonikotinoidům. Riziko selekce rezistentních populací mandelinky k diamidům je vysoké a jejich účinnost je nutné sledovat. V roce 2018 byla poprvé u nás zjištěna snížená účinnost chlorantraniliprolu (viz lokalita Přerov nad Labem v tabulce III.6.3.2). V takovém případě je vhodné zařadit do ochrany přípravek na bázi cyantraniliprolu, který vykazoval v našich testech poněkud vyšší účinnost ve srovnání s chlorantraniliprole. Pro ochranu brambor proti mandelince jsou v současnosti u nás registrovány účinné přípravky pouze se ze dvou skupin s odlišným mechanismem účinku (diamidy a spinosiny). Pro zajištění účinné ochrany brambor vůči mandelince bude nutné v příštích letech registrovat přípravky s účinnými látkami s jiným mechanismem účinku, než mají přípravky dosud registrované.

Tab. III.6.3.1 Seznam povolených přípravků proti mandelince bramborové pro rok 2020 (Stav k 1. 9. 2020)

Syntetické pyretroidy (3a)

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
alpha-cypermethrin	Alfametrin ME	0,25	NV, DO	SPe3, SPe2, SP1, H410
beta-cyfluthrin	Bulldock 25 EC	0,3	SPe8	SP1, SPe3

Neonikotinoidy (4a)

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
acetamiprid	Acetguard	0,06	neuvedeno	

Spinosiny (5)

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
spinosad	SpinTor	0,15	DO	SP1, SPe3

Diamidy (28)

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
cyantraniliprole	Benevia	0,125	NV	SP1, SPe3
chlorantraniliprol	Coragen 20 SC		neuvedeno	SP1, SPe3

Vysvětlivky k uvedeným zkratkám:

NV: nebezpečný pro včely

DO: další omezení specifikované pro daný přípravek

SP1: Neznečišťujte vody přípravkem nebo jeho obalem. (Nečistěte aplikační zařízení v blízkosti povrchové vody / zabraňte kontaminaci vody splachem z farem a cest.)

SPe3: Ochranná vzdálenost od povrchové vody s ohledem na ochranu vodních organismů [m]

DO: Za účelem ochrany vodních organismů neaplikujte na svažitých pozemcích (větší nebo rovno 3° svažitosti), jejichž okraje jsou vzdáleny od povrchových vod < 12 m.

Tab. III.6.3.2 Stupně rezistence 15 lokálních populací mandelinky bramborové k účinným látkám insekticidů v roce 2018 (hodnocení dle IRAC podle stupnice uvedené v kapitole III.4 stupeň 1 – citlivá populace, stupeň 5 – vysoce rezistentní populace)

lokalita	lambda-cyhalothrin	acetamiprid	chlorantraniliprole	cyantraniliprole
Praha - Ruzyně	5	5	2	2
Travčice	5	4	x	x
Semice	x	x	x	x
Obříství	5	4	x	x
Čelákovice	5	5	x	x
Popovice	x	5	x	x
Dolní Životice	5	5	2	2
Božice	x	x	x	x
Pročevily	5	4	2	2
Přerov nad Labem	5	4	3	2
Strýčkovice	5	5	2	1
Ostřetice	x	5	x	x
Drachkov	x	5	x	x
Javorník	5	4	x	x
Vícov	5	4	x	x

III.6.4 Mšice broskvoňová (řepka, cukrovka, sadbové brambory)

Mšice broskvoňová je závažným škůdcem zemědělských plodin z důvodu přenosu hospodářsky významných virových chorob. Z nich nejzávažnější je přenos virů na sadbových bramborách. V posledních 5 letech, po zákazu moření osiva řepky neonikotinoidy, se významně zvýšil výskyt mšice broskvoňové na ozimé řepce na podzim. Vedle zvýšení výskytu viróz na řepce, zejména viru žloutenky vodnice, se zvýšila škodlivost virových chorob na řepce. V některých letech došlo k přímé škodlivosti mšice broskvoňové a k takovému přemnožení mšic na řepce na podzim, že došlo k hospodářským škodám a některé porosty musely být zaorány. Třetí plodinou, na které je mšice broskvoňová přenašečem hospodářsky významných virů způsobujících virové žloutenky, je cukrovka. V důsledku očekávaného zákazu moření osiva cukrovky účinnými insekticidy na bázi neonikotinoidů nebo neprodloužení výjimky na takové moření lze očekávat nárůst výskytu virových chorob cukrovky a zvýšenou potřebu použití insekticidů v přímé ochraně proti mšici broskvoňové. Čtvrtou skupinou plodin, která

vyžaduje účinnou ochranu proti mšici broskvoňové, je řada druhů zeleniny. Účinná ochrana všech uvedených plodin vůči mšici broskvoňové je založena na registraci insekticidů s různým mechanismem účinku do všech plodin, na kterých je mšice broskvoňová významným škůdcem nebo přenašečem významných virových chorob.

Základem antirezistentní strategie proti mšici broskvoňové je střídání účinných přípravků s rozdílným mechanismem účinku. V rámci řešení výzkumného projektu QK1820081, jehož výstupem je také tato metodika, byl prokázán plošný výskyt rezistentních populací mšice broskvoňové na řepce na podzim k pyretroidům a přípravkům na bázi pirimicarb. Lze předpokládat, že takové rezistentní populace se přenášejí přes pohlavní generaci, která přezimuje na broskvoni a v dalším roce se šíří přes řadu plodin i plevelů přes insekticidy intenzivně ošetřované plodiny jako je cukrovka, sadbové brambory a polní zelenina. Vysoké zastoupení pyretroidů v ochraně těchto plodin v posledních letech vytváří trvalý selekční tlak na udržování této rezistence nebo její zvyšování. Antirezistentní strategie vůči mšici broskvoňové tak vyžaduje komplexní přístup k ochraně a registraci spektra přípravků na všech uvedených plodinách.

V seznamu povolených účinných látek pro ochranu řepky proti mšicím (Tab. III.6.4.1) jsou uvedeny tři skupiny s rozdílným mechanismem účinku, přičemž dvě z nich, pyretroidy a pirimicarb, jsou pro ochranu řepky před mšicí broskvoňovou neúčinné v důsledku rezistence, tedy nepoužitelné. Jedinou účinnou látkou registrovanou do řepky proti mšicím je flonicamid. Registrace na mšice účinných látek v řepce v posledních letech jako byly neonikotinoidy (thiakloprid v přípravcích Biscaya a Proteus) byla ukončena. V ochraně řepky na podzim tak nelze střídat ani dvě účinné látky s rozdílným mechanismem účinku a nelze tak uplatňovat žádnou antirezistentní strategii. Navrhuje se proto na základě poznatků z projektu QK1820081 rozšířit registrace účinných aphicidů do řepky proti mšicím. V případě přípravků na bázi acetamipridu (Mospilan 20 SP) rozšířit registraci do řepky z jarního období také pro podzimní období. Dále rozšířit registrace přípravků na bázi sulfoxafloru (Gondola) a na bázi spirotetramatu (Movento 100 SC), které jsou registrovány do sadbových brambor a zeleniny, také do řepky proti mšicím. Předpokládáme, že na základě námi zjištěných poznatků předloží tyto žádosti odpovídající pěstitelský svaz.

Povolených účinných látek pro ochranu sadbových brambor proti mšicím (Tab. III.6.4.3) je významně více než pro ochranu řepky. V tabulce jsou uvedeny čtyři skupiny s rozdílným mechanismem účinku, přičemž dvě z nich, pyretroidy a pirimicarb, jsou pro ochranu sadbových brambor před mšicí broskvoňovou neúčinné v důsledku rezistence, tedy nepoužitelné. To potvrzují i informace z praktické ochrany brambor získané ve Výzkumném ústavu

bramborářském v Havlíčkově Brodě. Podle námi získaných poznatků jsou na rezistentní populace mšice broskvoňové k pyretroidům a pirimicarbů dostatečně účinné přípravky na bázi sulfoxafloru (Gondola) a spirotetramatu (Movento 100 Sc.), které jsou do brambor registrovány. Pro zajištění antirezistentní strategie se navrhuje rozšíření registrace přípravků na bázi acetamipridu proti mšicím do cukrovky, který je v cukrovce povolen proti jiným škůdcům. Přepokládáme, že na základě námi zjištěných poznatků předloží tyto žádosti odpovídající pěstitelský svaz.

Tabulka III.6.4.1 Seznam povolených přípravků do řepky k ochraně proti mšici broskvoňové pro rok 2021 (Stav k 1. 9. 2020)

Pyretroidy

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
Deltametrin	Decis Forte	0,0625	dřepčící, mšice	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
Lambda-cyhalotrin	Hunter SPU	0,15	dřepčík olejkový, mšice	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
Lambda-cyhalotrin	Jager	0,15		neuvedeno	SP1, SPe3, DO
Lambda-cyhalotrin	Kaiso Sorbie	0,15	dřepčík olejkový, mšice	neuvedeno	SP1, SPe3, DO

Karbamáty

Účinná látka	Název přípravku	Dávka kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
Pirimikarb	Pirimor 50 WG	0,5	mšice	ZNV	SPe3, SP1

Flonicamid

Účinná látka	Název přípravku	Dávka kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
flonicamid	Teppeki	0,1	mšice broskvoňová	ZNV	SP1

Vysvětlivky k uvedeným zkratkám:

ZNV: Zvlášť nebezpečný pro včely

SP1: Neznečišťujte vody přípravkem nebo jeho obalem. (Nečistěte aplikační zařízení v blízkosti povrchové vody / zabraňte kontaminaci vody splachem z farem a cest.)

SPe3: Ochranná vzdálenost od povrchové vody s ohledem na ochranu vodních organismů [m]

DO: Za účelem ochrany vodních organismů neaplikujte na svažitých pozemcích (větší nebo rovno 3° svažitosti), jejichž okraje jsou vzdáleny od povrchových vod < 12 m.

Upřesnění: brambor, cibule, cukrovka, hořčice, hrách setý, kukuřice, obilniny, peluška, řepa krmná, řepka olejka - dodržte neošřešené ochranné pásmo 12 m, při 50% redukci trysek stačí 6 m, při 75% redukci trysek stačí 4 m. Neaplikujte na svažitých pozemcích (více nebo rovno 3° svažitosti), jejichž okraje jsou vzdáleny od povrchových vod < 12 m.

Tabulka III.6.4.2 Seznam povolených přípravků do cukrové řepy na ochranu proti mšici broskvoňové pro rok 2021 (Stav k 1. 9. 2020)

1 Pyretroidy

Účinná látka	Název přípravku	Dávka L, kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
Beta-cyfluthrin	Bulldock 25 EC	0,3	mšice	ZNV	neuvedeno
Lambda-cyhalotrin	Hunter SPU	0,15	Savý, žravý hmyz	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
Lambda-cyhalotrin	Jager	0,15	Savý, žravý hmyz	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
Lambda-cyhalotrin	Kaiso Sorbie	0,15	Savý, žravý hmyz	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
Lambda-cyhalotrin	Karate Zeon 5 CS	0,15	mšice	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
Gamma-cyhalothrin	Nexide	0,08	mšice	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
Deltametrin	Scatto	0,4	housenky, mšice, květilky	ZNV	SP1, SPe3, DO

2 Karbamáty

Účinná látka	Název přípravku	Dávka	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
Pirimikarb	Pirimor 50 WG	0,5	mšice	ZNV	SPe3, SP1

3 Flonicamid

Účinná látka	Název přípravku	Dávka kg/ha	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
flonicamid	Teppeki	0,1	mšice broskvoňová, maková	ZNV	SP1

Vysvětlivky k uvedeným zkratkám:

ZNV: Zvlášť nebezpečný pro včely

SP1: Neznečišťujte vody přípravkem nebo jeho obalem. (Nečistěte aplikační zařízení v blízkosti povrchové vody / zabraňte kontaminaci vody splachem z farem a cest.)

SPe3: Ochranná vzdálenost od povrchové vody s ohledem na ochranu vodních organismů [m]

DO: Za účelem ochrany vodních organismů neaplikujte na svažitých pozemcích (větší nebo rovno 3° svažitosti), jejichž okraje jsou vzdáleny od povrchových vod < 12 m.

Upřesnění: brambor, cibule, cukrovka, hořčice, hrách setý, kukuřice, obilniny, peluška, řepa krmná, řepka olejka - dodržte neošeeené ochranné pásmo 12 m, při 50% redukci trysek stačí 6 m, při 75% redukci trysek stačí 4 m. Neaplikujte na svažitéch pozemcích (více nebo rovno 3° svažitosti), jejichž okraje jsou vzdáleny od povrchových vod < 12 m.

Tabulka III.6.4.3 Seznam povolených přípravků do sadbových brambor na ochranu proti mšici broskvoňové pro rok 2021 (Stav k 1. 9. 2020)

Pyreteroidy					
Účinná látka	Název přípravku	Dávka	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
lambda-cyhalotrin	Lambo 50 EC	0,15 L/ha	mšice	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
lambda-cyhalotrin	Markate 50	0,15 L/ha	mšice	neuvedeno	SP1, SPe3, DO
lambda-cyhalotrin	Karis 10 CS	0,15 L/ha	mšice	neuvedeno	SP1
lambda-cyhalotrin	Karate se Zeon technologií	0,3 L/ha	mšice	neuvedeno	SP1
lambda-cyhalotrin	Kaiso Sorbie	0,15 L/ha	mšice	neuvedeno	SP1
lambda-cyhalotrin	Jager	0,15 kg/ha	mšice	neuvedeno	SP1
lambda-cyhalotrin	Hunter SPU	0,15 L/ha	mšice	neuvedeno	SP1
deltametrin	Demetrina 25 EC	0,4 L/ha	mšice, mandelinka	ZNV	SP1
gamma-cyhalotrin	Nexide	0,08 L/ha	mšice	neuvedeno	SP1
gamma-cyhalotrin	Rapid	0,08 L/ha	mšice	neuvedeno	SP1
deltametrin	Scatto	0,4 L/ha	mšice, mandelinka	neuvedeno	SP1

Ostatní látky					
Účinná látka	Název přípravku	Dávka	Škůdce	Škodlivost pro včely	Škodlivost pro vodní zdroje
spirotetramat	Movento 100 SC	0,72 L/ha	mšice	ZNV	SP1
sulfoxaflor	Gondola	0,2 L/ha	mšice	ZNV	SP1
pirimicarb	Pirimor 50 WG	0,5 kg/ha	mšice	ZNV	SP1, SPe3

Vysvětlivky k uvedeným zkratkám:

ZNV: Zvlášť nebezpečný pro včely

SP1: Neznečišťujte vody přípravkem nebo jeho obalem. (Nečistěte aplikační zařízení v blízkosti povrchové vody / zabraňte kontaminaci vody splachem z farem a cest.)

SPe3: Ochranná vzdálenost od povrchové vody s ohledem na ochranu vodních organismů [m]

DO: Za účelem ochrany vodních organismů neaplikujte na svažitých pozemcích (větší nebo rovno 3° svažitosti), jejichž okraje jsou vzdáleny od povrchových vod < 12 m.

III.6.5 Další škůdci

Nosatčíci rodu *Apion*

V současnosti lze v rámci chemické ochrany použít tyto registrované přípravky: Karate se Zeon technologií 5 CS (úč. l. lambda-cyhalothrin 50 g/L) v dávce 0,2 L/ha, Biscaya 240 OD (úč. l. thiakloprid 240 g/L) v dávce 0,3 L/ha a Mospilan 20 SP (úč. l. acetamiprid – 20 %) v dávce 150 g/ha. Při aplikaci neonikotinoidních přípravků s kontaktním a systémovým účinkem dochází k průkaznému snížení početnosti nosatčíchů, jak z hlediska vyskytujících se dospělců, tak následně i s menším výskytem larev v jetelových hlávkách. U pyretroidních přípravků je nutno pro dosažení co nejefektivnější ochrany dodržovat správné podmínky při vlastní aplikaci, především dbát na skutečnost nižší biologické účinnosti těchto přípravků za vyšších denních teplot, které často v období aplikace tj. konce června a začátku července panují. Pro využití v ekologickém zemědělství je možné do jetele lučního použít přípravek Spintor (úč. l. spinosad 240 g/L) v dávce 0,4 L/ha. Kombinace těchto registrovaných přípravků s odlišnými skupinami účinných látek hraje významnou roli v antirezistentních strategiích v ochraně proti danému škůdci. Do roku 2020, tj. do doby skončení řešení projektu, nebyly zaznamenány necitlivé populace z porostů jetele lučního z území ČR. Na základě zjištěných výsledků citlivosti nosatčíchů rodu *Apion* k insekticidům se zatím nedoporučuje plošný monitoring rezistence provádět.

Bázlivec kukuřičný

Do roku 2020, tj. do doby skončení řešení projektu, nebyly zaznamenány necitlivé populace bázlivce kukuřičného k pyretroidům, neonikotinoidům a oxidiazinům z porostů kukuřice z území ČR. Zjištěné hodnoty LC₅₀ a LC₉₀ pro bázlivec kukuřičného uvedené v tabulce III.5.15.2 lze považovat za parametry populací citlivých (base line). Na základě zjištěných výsledků citlivosti dospělců bázlivce kukuřičného se zatím nedoporučuje plošný monitoring rezistence provádět.

III.7 Závěry

Metodika uvádí popisy celkem 9 metod podle IRAC pro celkem 11 druhů (nebo skupin) škůdců a 1 metodu FAO pro topikální test pro mandelinku bramborovou, 1 pro blýskáčka řepkového a 1 nově vyvinutou metodu pro požerový test pro mandelinku bramborovou. Ke každé z 12 popsanych metod na 11 druzích škůdců jsou připojeny ukázky výsledků stupně

rezistence, nebo citlivosti z provedených testů, které dokladují ověření metod. Popsané metody pro uvedené druhy škůdců lze doporučit pro účely plošného monitoringu rezistence škůdců k insekticidům v ČR. V následující části textu je shrnutí výsledků z průběhu řešení projektu a zejména z případových studií uvedených v této metodice, obsahující informace o zjištění rezistence konkrétních škůdců k účinným látkám insekticidů a náměty pro úpravu plošného monitoringu rezistence škůdců k insekticidům a významná doporučení z antirezistentních strategií pro rozšíření registrace přípravků a pro praktickou ochranu u pěstitelů.

V průběhu řešení projektu byl potvrzen plošný výskyt populací blýskáčka řepkového rezistentních ke klasickým pyretroidům typu lambda-cyhalothrinu, nárůst rezistentních populací k tau-fluvalinátu a potvrzen výskyt křížové rezistence mezi lambda-cyhalothrinem a tau-fluvalinátem (Seidenglanz et al., 2020). U blýskáčka řepkového byl dále zaznamenán trend poklesu účinnosti přípravku Biscaya (thiakloprid) a kolísání jeho účinnosti mezi roky. Po ukončení registrace Biscaya se navrhuje zařadit pro plošný monitoring rezistence blýskáčka řepkového acetamiprid (Mospilan) a vyřadit z monitoringu rezistence pro všechny škůdce organofosfáty pro ukončení jejich registrace. Pro některé lokální populace krytonosce šesulového byl zaznamenán pokles citlivosti k pyretroidům. Proto se doporučuje pokračovat v monitoringu rezistence krytonosce šesulového v dalším období (pyretroidy, acetamiprid). Na lokálních populacích dřepčíka olejkového a dřepčíků rodu *Phyllotreta* byly zaznamenány poklesy citlivosti k pyretroidům, snížená účinnost acetamipridu a vysoká citlivost dřepčíka olejkového k indoxacarb. Pro tyto účinné látky se navrhuje plošný monitoring rezistence pro dřepčíka olejkového. Přípravky na bázi indoxacarb lze doporučit pro registraci na dřepčíky na řepce pro podzimní období, zejména z důvodu rizika urychlení selekce rezistence k pyretroidům vlivem změn v registraci přípravků a v praktické ochraně řepky.

Pro mandelinku bramborovou byla prokázána plošná rezistence populací k organofosfátům, pyretroidům a také k acetamipridu. Po ukončení registrace organofosfátů a neonikotinoidů, s výjimkou acetamipridu, se doporučuje pokračovat v plošném monitoringu rezistence mandelinky k pyretroidům, acetamipridu, spinosadu a jedné účinné látce z diamidů.

Pro mšici broskvoňovou byl prokázán plošný výskyt populací rezistentních k pyretroidům a také k pirimicarb. Na takové rezistentní populace byla zjištěna vysoká účinnost přípravku Teppeki a přípravku na bázi acetamipridu. Mšici broskvoňovou se doporučuje zařadit do plošného monitoringu s tím, že pouze na omezeném počtu lokálních populací bude ročně hodnocena citlivost k zástupcům pyretroidů, k pirimicarb, k přípravku Teppeki a k acetamipridu. Přípravky na bázi acetamipridu (Mospilan), sulfoxafloru (Transform) a

spirotetramatu (Movento) lze doporučit pro registraci na mšici broskvoňovou na řepce pro podzimní období a také na cukrovce.

Pro lokální populace krytonosec řepkového a krytonosce čtyřzubého nebyla dosud prokázána rezistence k pyretroidům, ale nedostatečná účinnost přípravků na bázi indoxacardu.

Pro lokální populaci zápředníčka polního byla prokázána rezistence k pyretroidům. Pro tento druh se nenavrhuje zařazení do plošného monitoringu rezistence z důvodu pracnosti metody detekce rezistence a obtížného založení dočasného chovu pro testy a dosud nízkou hospodářskou škodlivost druhu.

Na lokálních populacích nosatčíků rodu *Apion* a bázlivce kukuřičného nebyly při ověřování metod detekce rezistence zjištěny poklesy citlivosti k testovaným insekticidům. Tito škůdci se proto nenavrhují pro zařazení do plošného monitoringu rezistence.

Pro škůdce jako jsou krytonosec řepkový, krytonosec čtyřzubý, zápředníček polní, nosatčíci rodu *Apion* a bázlivec kukuřičný byly metody detekce rezistence prověřeny a lze je využít pro nepravidelný monitoring rezistence anebo pro cílené zjišťování příčin neúčinnosti některých přípravků v polních podmínkách.

IV. Srovnání novosti postupů

Novost postupů uvedených v předkládané metodice lze dokladovat na porovnání s postupy uvedenými v certifikované metodice (Kocourek a kol. 2015), která byla publikována v roce 2015 jako výsledek projektu QJ1230167. V metodice 2015 byly poprvé v českém jazyce popsány biologické metody hodnocení rezistence vybraných škůdců k zoocidům zpracované podle světových standardů. Byly v ní popsány postupy hodnocení rezistence pro blýskáčka řepkového k 4 skupinám účinných látek (podle IRAC č. 011, č. 021, č. 025, č. 027) a postup hodnocení rezistence pro mandelinku bramborovou (FAO) pro kontaktní insekticidy.

V předkládané metodice je popsáno celkem 6 metodických postupů podle metod IRAC (podle IRAC č. 011, č. 021, č. 025, č. 027 uváděných pro blýskáčka řepkového) modifikovaných pro dalších 6 druhů (nebo skupin škůdců), pro krytonosce šešulového, dřepčíky rodu *Phyllotreta*, krytonosce řepkového a krytonosce čtyřzubého, nosatčíky rodu *Aphion* a bázlivce kukuřičného. Na těchto druzích škůdců byly modifikované metodiky IRAC ověřeny na případových studiích. Z metodik IRAC bylo popsáno a ověřeno dalších 4 metody, pro zápředníčka polního IRAC č. 018, pro dřepčíka olejkového IRAC č. 031 a pro mšici broskvoňovou IRAC č. 001 (dip test pro organofosfáty a karbamáty), IRAC 019 (dip test pro širší spektrum látek včetně novějších). Pro mandelinku bramborovou byla nově vyvinuta

metodika hodnocení citlivosti pomocí požerového testu vhodná pro hodnocení citlivosti škůdce k diamidům.

V metodice jsou zcela nové části nebo části významně aktualizované týkající se antirezistentních strategií. Zcela nově jsou antirezistentní strategie popsány nejen pro jednoho škůdce, ale pro celý komplex škůdců na jedné plodině v jednom období. Příkladem jsou antirezistentní strategie pro škůdce řepky na jaře a pro škůdce řepky na podzim. Metodika zahrnuje popis metod hodnocení rezistence pro téměř všechny druhy škůdců (mimo ovocné plodiny), pro které již byla rezistence k insekticidům v ČR potvrzena, nebo pro škůdce u kterých je vysoké riziko, že v příštích letech bude prokázána. Pro druhy škůdců a účinné látky pesticidů, pro které nebyla rezistence dosud zjištěna, jsou zjištěné parametry citlivosti škůdce (base line) využitelné pro budoucí monitoring rezistence. Příkladem je populace mšice broskvoňové citlivé k přípravkům Teppeki a Transform, mandelinky bramborové citlivé k diamidům, nosatčíků rodu *Apion* citlivé k pyretroidům a bázlivce kukuřičného citlivého k pyretroidům.

V. Popis uplatnění metodiky

Metodika je primárně určena orgánům státní správy (ÚKZÚZ) a organizacím pověřených k výkonu odborných činností pro provádění monitoringu rezistentních populací škůdců k zoocidům i pro účely postregistrační kontroly vyplývající ze zákona o rostlinolékařské péči č. 326/2004 Sb. Metodiku budou využívat také výzkumné a poradenské organizace, případně distributoři pesticidů při účasti na monitoringu rezistence nebo při upřesňování antirezistentních strategií. V dílčích podkapitolách kapitoly č. 5 jsou popsány postupy hodnocení rezistence podle standardizovaných metod ve formě návodů. Informace uváděné v metodice jsou využitelné také pro pěstitele řepky, brambor, zeleniny a píce při využívání antirezistentních strategií a naplňování příslušné zásady integrované ochrany rostlin.

Smlouva o uplatnění metodiky byla uzavřena s Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským v Brně. Metodika bude dostupná na internetových stránkách VÚRV, v.v.i. a dalším uživatelům mimo ÚKZÚZ bude v tištěné podobě předávána na seminářích pro pěstitele.

VI. Ekonomické aspekty spojené s uplatněním metodiky

Metodika je určena pro orgány státní správy, zejména pro ÚKZÚZ a MZe pověřené organizace k výkonu odborných činností a také pro výzkumné a poradenské organizace. Pro tyto organizace pokud budou realizovat metodiky pro detekci a monitorování rezistence, bude realizace těchto částí metodik spojena s vícenáklady. Tyto vícenáklady budou záviset na rozsahu prováděného monitoringu. Metodika přispěje ke zkvalitnění detekce a monitoringu rezistence škůdců k insekticidům. Využití metodiky hodnocení rezistence k insekticidům pro škůdce ÚKZÚZ a odbornou činností pověřenými výzkumnými nebo poradenskými organizacemi se zvýší rozsah a kvalita informací zveřejňovaných na Rostlinolékařském portálu ÚKZÚZ a tak i vyšší využití výsledků výzkumu v této oblasti v zemědělské praxi.

Ekonomické přínosy pro pěstitele lze odhadovat na základě vyššího využívání antirezistentních strategií, nejenom těch uvedených v metodice, ale i těch publikovaných v odborných časopisech jako výsledků z řešení problematiky rezistence škůdců v projektu QK1820081. Roční ekonomický přínos pěstitelů řepky, brambor, cukrovky a zelenin lze odhadnout v navýšení tržeb cca o 21.000 tis. Kč ročně. Jedná se o přínosy ze zvýšení tržní hodnoty produktu, úspor nákladů za málo účinné pesticidy, omezením ztrát na výnosech a kvalitě produktů působením klíčových škůdců. Například v případě řepky lze odhadnout navýšení tržeb v průměru o 2,5 % na 10 % ploch. Při ploše pěstování řepky na cca 370 tis. ha (a poklesu ploch o 10 %) a tržní ceně řepky 7,2 tis. Kč/t a průměrném výnosu 3,5 t/ha tak činí roční nárůst tržeb za rok 23.310 tis. Kč, respektive 20.980 tis. Kč. Další ekonomické přínosy, které lze jen obtížně odhadovat, lze očekávat zejména z uplatňování antirezistentních strategií pro mandelinku bramborovou.

VII. Seznam použité související literatury

Alyokhin A., Dively G., Patterson M., Castaldo C., Rogers D., Mahoney M., Wollam J. 2007: Resistance and cross-resistance to imidacloprid and thiamethoxam in the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata*. *Pest Management Science* 63: 32-41.

Anstead J.A., Williamson M.S., Eleftherianos L., Denholm I. 2004: High-throughput detection of knockdown resistance in *Myzus persicae* using allelic discriminating quantitative PCR. *Insect Biochemistry and Molecular Biology* 34:871–877.

Doležal P., Hauvater E., 2018: Mandelinka bramborová. Nejvýznamnější škůdce bramborové natě. Agromanuál 5: 34 – 37.

Dunley, J.E., Welter S.C., 2000: Correlated insecticide cross-resistance in azinphosmethyl resistant codling moth (Lepidoptera: Tortricidae), Journal of Economic Entomology 93(3):955-62.

Erban T., Harant K., Chalupnikova J., Kocourek F. and Stara J., 2017: Beyond the survival and death of the deltamethrin-threatened pollen beetle *Meligethes aeneus*: an in-depth proteomic study employing a transcriptome database, J Proteomics 150:281-289.

Havel J., 2009: První výsledky sledování rezistence vůči syntetickým pyretroidům na Opavsku. Agromanuál 4: 63 – 65.

Havel J., Plachká E., Hrudová E., Tóth P., Kolařík P., Rotrekl J., Poslušná J., Seidenglanz M., 2016: Průběh šíření populací blýskáčka řepkového (*Meligethes aeneus*) rezistentních k pyretroidům v České republice. Rostlinolékař 3: 19 – 22.

Heimbach U., Müller A., 2013: Incidence of pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany. Pest Manag Sci 69:209–216.

Horowitz A.R., Ghanim M., Roditakis E., Nauen R., Ishaaya I. 2020: Insecticide resistance and its management in *Bemisia tabaci* species, J Pest Sci 93(3): 893-910.

Kim Y.J., Park H.M., Cho J.R., Ahn Y.J. 2006: Multiple resistance and biochemical mechanisms of pyridaben resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), J. Econ. Entomol., 99: 954-958.

Kocourek F., Stará J., Zichová, T., Hubert J., Nesvorná, M 2015: Metodika pro hodnocení rezistence škůdců k zoocidům pomocí biologických metod a antirezistentní strategie pro zabránění výskytu rezistence. Certifikovaná metodika. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.: 49 str.

Martinez-Torres D., Foster S.P., Field L.M., Devonshire A.L., Williamson M.S. 1999: A sodium channel point mutation is associated with resistance to DDT and pyrethroid insecticides in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera : Aphididae). *Insect Molecular Biology* 8:339–346.

Mota-Sanchez D., Hollingworth R.M., Grafius E.J. and Moyer D.D. 2006: Resistance and cross-resistance to neonicotinoid insecticides and spinosad in the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Pest Manag Sci* 62:30-37.

Nauen R., Zimmer C.T., Andrews M., Slater R., Bass Ch., Ekbom B., Gustafsson G., Hansen L.M., Kristensen M., Zebitz C.P.W. and Williamson M.S., 2012: Target-site resistance to pyrethroids in European populations of pollen beetle, *Meligethes aeneus* F. *Pestic Biochem Physiol* 103:173-180.

Nicastro R.L., Sato M.E., Silva M.Z. 2010: Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and cross-resistance to abamectin, *Exp. Appl. Acarol.*, 50: 231-241.

Onstad D. W. (ed.) 2008: *Insect Resistance Management: Biology, Economics and Prediction*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 305 pp.

Phillipou D., Field L., Moores G. 2010: Metabolic enzyme(s) confer imidacloprid resistance in a clone of *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) from Greece, *Pest Manag Sci* 66: 390-395.

Slater R., Elis S., Genay J.P., Heimbach U., Huart G., Sarazin M., Longhurst Ch., Müller A., Nauen R., Rison J.L. and Robin F., 2011: Pyrethroid resistance monitoring in European populations of pollen beetle (*Meligethes* spp.): a coordinated approach through the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). *Pest Manag Sci* 67:633-638.

Stará J., Kocourek F., 2018: Seven-year monitoring of pyrethroid resistance in the pollen beetle (*Brassicogethes aeneus* F.) during implementation of insect resistance management, *Pest Manag. Sci.* 74: 200 – 209.

Zhao J.Z., Collins H.L., Li Y.X., Mau R.F.L., Thompson G.D., Hertlein M., et al, 2006: Monitoring of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad, indoxacarb, and emamectin benzoate. J Econ Entomol 99: 176– 181.

Zhu K.Y., Clark J.M. 1997: Validation of a point mutation of acetylcholinesterase in Colorado potato beetle by polymerase chain reaction coupled to enzyme inhibition assay. Pesticide Biochemistry and Physiology 57: 28-35.

Zichová T., Kocourek F., Salava J., Nadřová K., Stará J. 2010: Detection of organophosphate and pyrethroid resistance alleles in Czech *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) populations by molecular methods, Pest Management Science 66(8): 853-860.

Zimmer C.T. and Nauen R., 2011: Cytochrome P450 mediated pyrethroid resistance in European populations of *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae). Pestic Biochem Physiol 100:264-272.

VIII Seznam publikací, které předcházely metodice

Havel J., Plachká E. Výskyt chorob a škůdců v řepce ozimé na severovýchodní Moravě. Agrotip 11 – 12. 2018, s. 16 – 17, ISSN 2464-5427

Havel J., Seidenglanz M. Ochrana ozimé řepky proti jarním škůdcům. Úroda 4/2019, s. 56 – 58, ISSN 0139-6013

Havel J., Plachká E. Specifika ročníku 2018/19 u řepky a máku. Agrotip 2019, č. 11 – 12, s. 22 – 25, ISSN 2464-5427

Kocourek F., 2019: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy. (44) Řízení hmyzí rezistence I. – obecné zásady. Agromanuál 14 (1): 44 – 46.

Kocourek F., Stará J., 2018: Rezistence mandelinky bramborové k insekticidům v ČR vzrůstá. Úroda 5: 86-91.

Kocourek F., 2019: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy. (44) Řízení hmyzí rezistence I. – obecné zásady. Agromanuál 14 (1): 44 – 46.

Kocourek F., Stará J., 2018: Susceptibility of cabbage stem flea beetle (*PSYLLIODES CHRYSOCEPHALA* L.) to pyrethroids and neonicotinoids in Czech Republic. XI. EUROPEAN CONGRESS OF ENTOMOLOGY. 2-6 JULY 2018, Napoli. Italy. Book of abstracts (PO229): 224 pp.

Kocourek F., Stará J., 2019: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy. (44) Řízení hmyzí rezistence II. – škůdci řepky a brukvovité zeleniny. Agromanuál 14 (3): 84 – 86.

Kocourek F., Stará J., 2019: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy. (44) Řízení hmyzí rezistence III. – mandelinka bramborová, obaleč jablečný a mera skvrnitá. Agromanuál 14 (4): 74 – 75.

Kocourek F., Stará J., 2019: Změny v rezistenci mandelinky bramborové vůči insekticidům. Agromanuál 14 (5): 64 – 65.

Kocourek F., Stará J., Seidenglanz M., Hrudová E., Šafář J., Kolařík P., Havel J., 2019: Změny v rezistenci škůdců řepky k insekticidům a možnosti ochrany. AGRObase ZPRAVODAJ, březen 2019: 14 – 15.

Kocourek F., Stará J., 2019: Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy. (44) Řízení hmyzí rezistence III. – mandelinka bramborová, obaleč jablečný a mera skvrnitá. Agromanuál 14 (4): 74 – 75.

Kocourek, F., Seidenglanz, M., 2018: Rezistence škůdců k insekticidům v ČR vzrůstá. Sborník abstraktů. XXI. Česká a slovenská konference o ochraně rostlin. MENDELU v Brně, 5. – 6. září 2018: str. 8

Kocourek F., Stará J., Suchanová M., 2018: Vliv účinných látek mořidel neonikotinoidů na poškození rostlin řepky dřepčíkem olejkovým a dřepčíky rodu *Phyllotreta*. Rostlinolékař 2: 24 – 27.

Kocourek F., Stará J., 2018: Metody hodnocení rezistence blýskáčka řepkového k insekticidům. *Rostlinolékař* 6: 22 – 26.

Kolařík P., Seidenglanz M., Kocourek F., Hrudová E., Havel J., 2018: Současná situace v rezistenci populací škodlivých činitelů vůči insekticidním účinným látkám. *Úroda* 12, roč. LXVI, č. 12, vědecká příloha, s. 27 – 35.

Kolařík, P, Kolaříková, K. Seidenglanz, M., 2020: Výsledky testování citlivosti nosatčků rodu *Apion* a listopasů rodu *Sitona* na účinné látky insekticidů v letech 2018 –2019, *rostlinolékař* 2, roč. 31, 2020, s 14-17.

Kovaříková K., Kocourek F., 2018: The efficacy of insecticides against diamondback moth larvae from the Litoměřice (cz) region. XI. EUROPEAN CONGRESS OF ENTOMOLOGY. 2-6 JULY 2018, Napoli. Italy. Book of abstracts (PO229): (PO230): 224 pp.

Kovaříková K., Kocourek F. 2017: Zápředníček polní - významný škůdce brukvovité zeleniny a řepky, *Agromanuál* 12(7): 37-39.

Seidenglanz M., Šafář, J., Hrudová M., Kocourek F., Kolařík P., Rotrekl J., Havel J., Táncik J., Ruseňáková M., Víchová L. 2018: Praktické důsledky rezistence řepkových škůdců proti různým druhům insekticidů. *Rostlinolékař* 6: 26 – 30.

Seidenglanz M., Bajarová R., Kolařík P., Hrudová E., Havel J., Táncik J., Ruseňáková M., Bokor P., Kocourek F., Stará J., Víchová L., Šafář J., 2020a: The correlation between the susceptibilities to lambda-cyhalothrin and tau-fluvalinate in Czech and Slovak pollen beetle populations. *Zemdirbyste-Agriculture*, 107(4): 359-366. DOI 10.13080/z-a.2020.107.046

Seidenglanz, M., Šafář J., Rubil N., Ruseňáková M., Roskóová V., 2020b: Control of cabbage stem weevil and pollen beetle with one insecticide application. *Plant Protect. Sci.*, Vol. 56, No. 02: 92-100. ISSN 1212-2580 doi: 10.17221/187/2015-PPS

Stará J., Kocourek F., 2019: Cabbage stem flea beetles (*Psylliodes chrysocephala* L.) susceptibility to pyrethroids and tolerance to thiacloprid in the Czech Republic. PLOS ONE <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0214702>: 1 - 12

Stará J., Kocourek F. 2012: Reziduální účinnost insekticidů na bejlomorku a krytonosce, Úroda 10, 34-37.

Stará J., Kocourek F. 2019: Změny v rezistenci mandelinky bramborové vůči insekticidům, Agromanuál 5, 64-65.

Stará J., Kocourek F., 2007, Insecticidal Resistance and Cross-Resistance in Populations of *Cydia pomonella* (Lep.: Tortricidae) in Central Europe, Journal of Economic Entomology, 100: 1587-1595.

Stará, J., Hovorka T., Kocourek F., 2020: Citlivost mandelinky bramborové k nově používaným insekticidům. Agromanuál 1 (15): 34 – 35.

Stará J., Kocourek F., 2019: Cabbage stem flea beetles (*Psylliodes chrysocephala* L.) susceptibility to pyrethroids and tolerance to thiacloprid in the Czech Republic. PLOS ONE <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0214702>.

Stará J., Hovorka T., Kocourek F., 2019: Rezistence mšice broskvoňové na řepce vůči insekticidům a možnosti ochrany, Agromanuál 14(8): 48-49.

Zichová T., Falta V., Kocourek F., Stará J. 2011: Differences in the susceptibility of codling moth populations to *Cydia pomonella* granulovirus in the Czech Republic, Horticultural Science, 38 (1): 21-26.

Název publikace: Biologické metody hodnocení rezistence škůdců k insekticidům a antirezistentní strategie

Autoři: Prof. RNDr. Ing. František Kocourek, CSc.

Ing. Jitka Stará, Ph.D.

Ing. Tereza Horská, Ph.D.

Ing. Tomáš Hovorka

Ing. Marek Seidenglanz, Ph.D.

Ing. Pavel Kolařík

Ing. Jiří Havel, CSc.

doc. Ing. Eva Hrudová, Ph.D.

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2020

Drnovská 507, 161 06 Praha Ruzyně

Tisk: Powerprint s.r.o.

Vydání: první

Rok vydání: 2020

ISBN: 978-80-7427-334-6

Dedikace: Výsledek řešení projektu MZe QK1820081 „Metody monitorování rezistence hospodářsky významných škůdců a plevelů k přípravkům na ochranu rostlin a antirezistentní strategie.

Oponentní posudky vypracovali: Ing. Štěpánka Radová, Ph.D., ÚKZUZ

Ing. Rostislav Zemek, CSc., BC AV ČR, v.v.i.

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2020

Certifikovaná metodika

Biologické metody hodnocení rezistence škůdců k insekticidům a antirezistentní strategie

František Kocourek, Jitka Stará, Tereza Horská, Tomáš Hovorka, Marek Seidenglanz, Pavel Kolařík, Jiří Havel, Eva Hrudová

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha 2020



ISBN: 978-80-7427-334-6