



Mapa s odborným obsahem

Výsledky testování citlivosti blýskáček (*Meligethes* spp.) na pyretroid lambda-cyhalothrin v roce 2013



Autoři:

Ing. Marek Seidenglanz, Ing. Jana Poslušná (Agritec Plant Research s.r.o.)

Ing. Pavel Kolařík, doc. Ing. Jiří Rotrekl, CSc. (Zemědělský výzkum, spol. s r.o.)

Ing. Eva Hrudová, Ph.D., Ing. Pavel Tóth, Ph.D. (Mendelova univerzita v Brně)

Ing. Jiří Havel, CSc., Ing. Eva Plachká, Ph.D. (OSEVA vývoj a výzkum s.r.o.)

Ing. Milena Bernardová a kol. (Zkušební stanice Kluky, spol. s r.o.)

MAPA S ODBORNÝM OBSAHEM

Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid lambda-cyhalothrin v roce 2013

Tato mapa s odborným obsahem byla vypracována jako výstup projektu NAZV QJ1230077.

Ing. Marek Seidenglanz (7 %), Ing. Jana Poslušná (5 %), Ing. Pavel Kolařík (6 %), doc. Ing. Jiří Rotrekl, CSc. (6 %), Ing. Eva Hrudová, Ph.D. (6 %), Ing. Pavel Tóth, Ph.D. (6 %), Ing. Jiří Havel, CSc. (6 %), Ing. Eva Plachká, Ph.D. (6 %), Ing. Milena Bernardová a kol. (4 %).

Kontaktní osoba (korespondenční autor): Marek Seidenglanz, seidenglanz@agritec.cz

Vydal: Agritec Plant Research s.r.o. v nakladatelství AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o., 1. vydání, Šumperk 2014

<http://www.agritec.cz>

Oponentní posudky vypracovali:

Ing. Jan Kazda, CSc.
(ČZU Praha)

Ing. Mgr. Miloslava Navrátilová, Ph.D.
(ÚKZÚZ)

ISBN: 978-80-87360-26-2

© Agritec Plant Research s.r.o., Šumperk; Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Troubsko; Mendelova univerzita v Brně, Brno; OSEVA vývoj a výzkum s.r.o., Zubří; Zkušební stanice Kluky, spol. s r.o., Kluky u Písku; 2014

Tato publikace nesmí být přetiskována vcelku ani po částech, uchovávána v médiích, přenášena nebo uváděna do oběhu pomocí elektronických, mechanických, fotografických či jiných prostředků bez uvedení osoby, která má k publikaci práva podle autorského zákona nebo bez jejího výslovného souhlasu. S případnými náměty na jakékoliv změny nebo úpravy se obraťte písemně na autory nebo ÚKZÚZ (uživatel výsledků).

Obsah

Obsah.....	3
Anotace.....	4
Annotation.....	4
Úvod.....	6
I. Cíl.....	8
II. Vlastní popis vytváření mapy a interpretace výsledků na mapě uváděných.....	9
II.1. Metodika testování.....	9
II.1.1. Sběry hmyzu.....	9
II.1.2. Laboratorní hodnocení.....	9
II.1.3. Vlastní testování.....	10
II.1.4. Počet srovnávaných populací.....	11
II.2. Výsledky.....	12
II.2.1. Elektronická mapa s odborným obsahem.....	24
II.3. Shrnutí výsledků testování provedených v roce 2013 a praktická doporučení.....	26
III. Vyjádření se k novosti postupů.....	28
IV. Závěr.....	28
V. Oponenti předkládané mapy s odborným obsahem.....	28
VI. Literatura.....	29
VII. Seznam publikací, které předcházely mapě s odborným obsahem.....	30
VIII. Přílohy.....	32

Anotace

Seidenglanz et al. (2014): Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid lambda-cyhalothrin v ČR v roce 2013

Předkládaná mapa s odborným obsahem vychází z výsledků získaných při řešení projektu podporovaného NAZV MZe ČR č. QJ1230077. Shrnuje a interpretuje výsledky testování citlivosti populací blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid lambda-cyhalothrin laboratorní metodou *Adult vial test* (lahvičkový test, metoda podle IRAC č. 011 verze 3). Při testech v roce 2013 byla porovnávána citlivost 82 populací odebraných na různých lokalitách v České republice. Účinná látka lambda-cyhalothrin je např. součástí přípravku KARATE se ZEON technologií 5 CS (50 g ú.l./l). Na blýskáčky v řepce je lambda-cyhalothrin registrován v dávce 5 g/ha. Maximální registrovaná dávka do řepky ozimé je v ČR 7,5 g lambda-cyhalothrinu/ha. Tato dávka v testech sloužila jako základní testovaná dávka (= 100% dávka). Od této dávky se odvíjelo sestavení celého testovaného spektra: 0% (kontrola), 4% (0,3 g ú.l./ha), 20% (1,5 g ú.l./ha), 100% (7,5 g ú.l./ha), 500% (37,5 g ú.l./ha). Pyretroid lambda-cyhalothrin se řadí do skupiny esterických pyretroidů. Tato skupina insekticidů je rezistencí blýskáčků ohrožena nejvíce. Existují doklady o křížové rezistenci blýskáčků k účinným látkám patřícím do této skupiny insekticidů. Mapa je zpracována tak, aby mohla přímo sloužit zemědělským odborníkům: Státním úřadům (ÚKZÚZ), agronomům, zemědělským výzkumníkům, zemědělským poradcům, studentům zemědělských škol a pedagogům na těchto školách. Veškerá data v tomto dokumentu i na vlastní mapě s odborným obsahem) jsou volně přístupná (Google aplikace). Přístup k nim je bezplatný. Pro správnou interpretaci a pochopení výsledků vizualizovaných na mapě je nutné seznámit se alespoň s částí II.2. (= výsledková část) tohoto dokumentu.

Klíčová slova: Blýskáček řepkový (*Meligethes aeneus*); blýskáčci (*Meligethes* spp.); rezistence; lambda-cyhalothrin; pyretroid; *Adult vial test*; IRAC; IRAC metoda 011 verze 3.

Annotation

Seidenglanz et al. (2014): The results of pollen beetle's (*Meligethes* spp.) susceptibility testing to pyrethroid lambda-cyhalothrin in the Czech Republic in 2013

This specialized map is based on the results of research project granted by the Czech Ministry of Agriculture Grant Agency (NAZV): QJ1230077. The map summarizes and interprets results of pollen beetle's (*Meligethes* spp.) susceptibility testing to pyrethroid Lambda-cyhalothrin in the Czech Republic in 2013. The used laboratory method was IRAC Adult vial test no. 011 version 3. In total 82 *Meligethes* populations sampled on different localities in the Czech Republic were compared. The active ingredient Lambda-cyhalothrin is registered in CZ against pollen beetles on oilseed rape at dose: 5 g a.i. per ha. The maximal registered dose of the active ingredient for use in winter oil-seed rape in CZ is: 7,5 g a.i. per ha. Just the dose

served to us as a basic tested dose (= 100 %) and the other tested doses were related to that. The whole spectrum of the tested doses consisted from the progressive gradient of these doses: 0% (untreated), 4% (0,3 g a.i./ha), 20% (1,5 g a.i./ha), 100% (7,5 g a.i./ha), 500% (37.5 g a.i./ha). The pyrethroid Lambda-cyhalothrin is in a group of esteric pyrethroids. These insecticides are the most endangered group with the phenomenon of pollen beetle's resistance. There is a proved cross resistance against the active ingredients in the European pollen beetles populations. This map is compiled to be understandable to agricultural experts: Specialists from Central institute for Supervising and Tesing in Agriculture, agricultural researchers, agricultural consultants, students and teachers of agricultural schools and universities and especially farmers. All the data and results published in this document (lower) and in the electronic map are freely available and free of charge. For correct interpretation of the results presented on the map (Google free application) it is necessary for the map user to get to know (in detail) the part II.2. (part RESULTS) of this document.

Key words: Pollen beetle (*Meligethes aeneus*); *Meligethes* spp.; lambda-cyhalothrin; resistance to pyrethroids; Adult-vial test; IRAC; IRAC method 011 version 3.

Úvod

V minulosti byla ochrana řepky proti blýskáčkům v Evropě založena hlavně na aplikaci pyretroidních insekticidů. Hlavním důvodem byla omezená dostupnost insekticidů s odlišným mechanismem účinku, které by mohly být plně využitelné v ochraně proti nim. Pyretroidy (esterické) až do období registrace neonikotinoidů (acetamiprid, thiacloprid) neměly plnohodnotnou alternativu k prostrřídávání. Působily tak jako silný a dlouhodobý selekční faktor na populace blýskáčků. Z historie záznamů o fenoménu rezistence vyplývá vysoká pravděpodobnost pozbyívání účinnosti pesticidů po dvaceti letech jejich intenzivního využívání v polních podmínkách (Metcalf & Müller, 2000). Tato skutečnost je obecně platná u všech pesticidů (fungicidy, herbicidy a insekticidy). Za první informace o rezistenci blýskáčků na pyretroidy v Evropě jsou obvykle považovány záznamy o selhání pyretroidů v polních podmínkách v regionu *Champagne* v severovýchodní Francii, které jsou datovány do roku 1999. Vzhledem k tomu, že pyretroidy začaly být plně využívány v řepce v evropských zemích tak od poloviny devadesátých let 20. století, trvalo francouzským blýskáčkům přibližně patnáct let, než si rezistenci na tuto skupinu vytvořili. V první dekádě 21. století začal postupně narůstat seznam zemí, ve kterých byl potvrzován (různými metodami) výskyt populací blýskáčků s výrazně sníženou citlivostí na pyretroidy. V roce 2000 potvrdili poprvé výskyt těchto populací Švýcaři a Švédové, v roce 2001 Dánové, v roce 2002 Němci. Ti se od té doby monitoringu věnují velice intenzívně a jsou vlastně lídry výzkumu rezistence v Evropě. Od roku 2005 přibývá zpráv o výskytu rezistentních populací blýskáčků v Polsku. Tady je třeba si také uvědomit, že zprávy zejména z východoevropských zemí se uplatňují v evropských časopisech vždy poněkud zpožděně. Hned od počátku bylo mnoha zainteresovaným lidem zřejmé (jmenovitě např. R. Nauen a CH. T. Zimmer z Bayer CropScience v Německu, P. Wegorek a J. Zamojska z IHAR v Poznani, R. Slater z Syngenta Crop Protection ve Švýcarsku a řada dalších) že problém rezistence blýskáčků není záležitost jednotlivých nejvíce postižených zemí resp. regionů, ale že jde o fenomén evropský, i když se v jednotlivých zemích (regionech) projevuje různě, tedy různě intenzívně. Ze zemí, ve kterých již od počátku řešení probíhal monitoring, se jako téměř zcela nepostižené jevíly Rakousko a Velká Británie. Od roku 2008 je potvrzen výskyt blýskáčků se signifikantně sníženou citlivostí na pyretroidy i v těchto zemích.

Mechanismus rezistence blýskáčků proti pyretroidům

V souvislosti s rezistencí hmyzích škůdců (nejen blýskáčků) proti pyretroidům se považují za důležité dva mechanismy rezistence, **ztráta citlivosti cílového místa** (= *target site insensitivity* = *knock down resistance* = někdy zkracováno na: *kdr resistance*) a **metabolická rezistence** (*metabolic resistance*).

Předpokládalo se, že tím hlavním mechanismem rezistence proti pyretroidům u blýskáčků je ztráta citlivosti cílového místa. Příčinou tohoto typu rezistence je mutace, která se projevuje

změnou aminokyselinového složení v proteinové složce receptoru na nervovém axonu. Pyretroid se vůbec nemůže navázat na membránu nervové buňky. V roce 2008 byl tento typ rezistence prokázán u několika populací blýskáčků v Dánsku (Nauen, 2009). U střeoevropských populací blýskáčků se zřejmě tento typ rezistence nevyskytuje.

U evropských blýskáčků je nejdůležitějším typem rezistence metabolická rezistence. Ve vývoji metabolické rezistence hrají obecně u hmyzu zásadní roli ty enzymatické (proteinové) skupiny, pro které je typický široký rozsah substrátové specifity. To jsou monooxygenázy cytochromu P₄₅₀, carboxylesterázy a glutathion-S-transferázy (GST). U blýskáčků hrají zásadní roli monooxygenázy cytochromu P₄₅₀. Rezistence je důsledkem zvýšené hladiny u těchto enzymů u méně citlivých (či až zcela necitlivých) jedinců (Slater et al., 2011a,b; Moorers, 2010; Philppou, 2010). Méně citliví jedinci jsou schopni oxidovat pyretroidní účinnou látku, učinit ji netoxickou a následně ji z těla vyloučit. Velkým problémem rezistence založené na monooxygenázách cytochromu P₄₅₀ je to, že se jedná o rozsáhlou skupinu enzymů s různou substrátovou specifikou. Některé monooxygenázy jsou substrátově velmi specifické, stačí malá změna ve struktuře molekuly a už ji nedokáží oxidovat (např. záměna esterické vazby za etherickou). Na druhou stranu monooxygenázy mohou mít i širokou substrátovou specifikou. Monooxygenáz je ohromné množství a z dostupných údajů není zřejmé, které konkrétně jsou spojené s problematikou rezistence blýskáčků. V některých oblastech tak mohou mít dobrou účinnost etherické pyretroidy místo již neúčinných esterických pyretroidů. V jiných oblastech může rezistence zahrnovat pyretroidy bez výjimky a dokonce zahrnovat i jiné skupiny insekticidů, které mohou být použity jako alternativa za pyretroidy (neonikotinoidy, pymetrozine, indoxacarb)

Monooxygenázy cytochromu P₄₅₀ byly nalezeny ve všech říších životních forem, tj. u archeí, bakterií, hub, rostlin i živočichů. U člověka např. hrají významnou úlohu při metabolismu cizorodých látek (např. léčiv). Bez těchto enzymů by si člověk neporadil ani s ibuprofenem.

Snahy monitorovat pravděpodobně postupující rezistenci blýskáčků proti pyretroidům (popř. dalším insekticidům s odlišným mechanismem účinku) v Evropě koordinuje *International Resistance Action Committee (IRAC) – Pollen Beetle Working Group*. Výsledky jejich územně rozsáhlých studií jsou volně přístupné na <http://www.irac-online.org>. Vyplývá z nich především to, že vedle nejvíce postižených zemí (podle IRAC: Francie, Německo, Polsko) začíná být situace velmi špatná ve střední Evropě, to znamená také v ČR (Slater et al., 2011). Podle IRAC terminologie zde začínají převládat vysoce rezistentní a rezistentní populace blýskáčků. Naše výsledky, získávané nezávisle na IRAC za použití stejných metod, to potvrzují.

Pro porovnávání citlivosti blýskáčků odebraných z různých lokalit nebo ze stejných lokalit ale v různou dobu (tedy pro srovnání citlivostí různých populací) se nejlépe hodí odhadované (probitová regrese) hodnoty LD₅₀ (popř. LD₉₀) vyjádřené pro určitý testovaný insekticid

(pyretroidy, organofosfáty, neonicotinoidy a další). Jednotlivé populace lze mezi sebou srovnávat také na základě porovnání laboratorních účinností konkrétních testovaných dávek (např. dávek odpovídajících dávce registrované, resp. dávkám vyšším a nižším o určitý násobek ve vztahu k dávce registrované).

Stručný popis vývoje rezistence blýskáčka řepkového proti esterickým pyretroidům v ČR

Od roku 2008, kdy začal probíhat monitoring citlivosti blýskáčků na esterické pyretroidy (lambda-cyhalothrin, deltamethrin), patří ČR mezi země s potvrzeným výskytem signifikantně méně citlivých populací blýskáčků na tuto skupinu pyretroidů. Od počátku monitoringu byla zjištěna snížená účinnost těchto pyretroidů v severních, zejména podhorských oblastech ČR. V některých regionech byla tehdy situace relativně lepší (jižní Čechy, jižní Morava, Českomoravská vrchovina). Postupně (do roku 2012) došlo k výraznému zhoršení prvotního stavu i v těchto regionech. V letech 2010 a 2011 jsme zaznamenali významné snížení účinnosti na jižní Moravě a na Českomoravské vrchovině, v roce 2012 také v jižních Čechách. V roce 2013 se vyskytovaly populace s výrazně sníženou citlivostí na pyretroid lambda-cyhalothrin na celém území ČR. Mezi lety 2008 a 2013 docházelo ke stálému zhoršování situace.

V případě této mapy se jedná o esterický pyretroid lambda-cyhalothrin. Na blýskáčky v řepce je lambda-cyhalothrin registrován v dávce 5 g/ha. Maximální registrovaná dávka do řepky ozimé je v ČR 7,5 g lambda-cyhalothrinu / ha. Tato dávka v níže podrobně popisovaných experimentech sloužila jako základní testovaná dávka (= 100% dávka). Od této dávky se odvíjelo sestavení celého spektra testovaných dávek: 0% (kontrola), 4% (0,3 g ú.l./ha), 20% (1,5 g ú.l./ha), 100% (7,5 g ú.l./ha), 500% (37.5 g ú.l./ha). Pyretroid lambda-cyhalothrin se řadí do skupiny esterických pyretroidů. Tato skupina esterických pyretroidů patří v Evropě z hlediska rezistence blýskáčka řepkového (*Meligethes aeneus*) k nejvíce ohroženým. Existují doklady o křížové rezistenci blýskáčků k účinným látkám patřícím do této skupiny insekticidů.

I. Cíl

Předkládaná mapa má posloužit jako zdroj informací pro pracovníky Státní rostlinolékařské správy, nyní pracovníky ÚKZÚZ (SRS je podle smlouvy sepsané na počátku řešení projektu uživatelem výsledků projektu QJ1230077) při vytváření (nebo podílení se na tvorbě) konkrétních závazných předpisů nelegislativní či legislativní povahy a dokumentů (antirezistentní strategie, zavádění metod integrované ochrany rostlin). Především má ovšem sloužit odborné veřejnosti (pěstitelé, výzkum, poradenství) jako důležitý zdroj aktuálních informací. Přístup k údajům je volný (viz níže). Předkládaná mapa by měla být přínosem ke

zvýšení obecného povědomí o důležitém tématu získávané rezistence škodlivých organismů proti pesticidům.

II. Vlastní popis vytváření mapy a interpretace výsledků na mapě uváděných

II.1. Metodika testování

II.1.1. Sběry hmyzu

Cílem bylo nashromáždit dostatečně vysoký počet sběrů *Meligethes aeneus* resp. *Meligethes* spp. (sběry blýskáčků) z různých regionů a pokud možno plošně pokrýt celou ČR. ČR se řadí z hlediska intenzity pěstování a podílů ploch orné půdy osévané brukvovitými plodinami (nejen řepkou ozimou, ale také řepkou jarní, hořčicí a dalšími druhy) mezi nejvýznamnější pěstitele v Evropě (Německo, Francie). V sezoně 2013/2014 se výměra, na níž se v ČR pěstuje řepka ozimá, vyšplhala na úroveň 400 tis. ha. Při plánování sběrových aktivit nebyly žádné regiony, resp. oblasti preferovány. Např. z hlediska různé úrovně intenzity hospodaření na půdě, z hlediska odlišných meteorologických, klimatických a půdních podmínek ani z hlediska geografického (nadmořská výška). Větší počet sběrů získaný z určitých regionů je dán technickými možnostmi řešitelského týmu (dojezdové vzdálenosti). Odběry byly prováděny v době, kdy rostliny řepky (popř. hořčice, máku) byly oschlé (děšť, rosa) a porost nebyl ošetřen insekticidem (nebo minimálně 14 dní po aplikaci). Z každé lokality bylo získáno minimálně 500 imag blýskáčků. Při odběrech bylo použito entomologické smýkadlo či ruční sklepávání brouků z vrcholových květenství. Do transportních lahví se před vkládáním hmyzu vložila květenství rostlin jako zdroj potravy pro transportované jedince. Společně se sběrem byly zaznamenány tyto údaje o lokalitě:

- 1) Lokalita – co nejpresnější určení místa odběru; nejbližší obec a okres.
- 2) Datum odběru
- 3) Hodina odběru – čas, kdy byl odběr ukončen
- 4) Údaje o plodině – druh, růstová fáze (zejména, co se týče stavu generativních orgánů)
- 5) Údaje o předcházejících insekticidních postřicích - (je-li to možné)

Vzorek blýskáčků (popř. více vzorků) s požadovanými údaji byl co nejrychleji dopraven do laboratoře (AGRITEC, MENDELU, ZVT Troubsko, VÚOL Opava, ZS Kluky). K vlastním testům byli použiti pouze aktivní jedinci ve velmi dobrém stavu.

II.1.2. Laboratorní hodnocení

Laboratorní metodou použitou pro hodnocení citlivosti blýskáčků k účinné látce lambda-cyhalothrin byl lahvičkový test (*adult-vial-test*) doporučovaný pro pyretroidy *International Resistance Action Committee* (IRAC), která koordinuje práce v oblasti hodnocení rezistence hmyzu proti insekticidům v Evropě. Pro pyretroidy je určena Metoda č. 011 (Met 011, verze

3; originál verze na: <http://www.irac-online.org>). Roztoky lambda-cyhalothrinu (pracovalo se s analytickým vzorkem čisté účinné látky) se aplikují do skleněných lahviček se známým vnitřním povrchem (v našem případě: 37,97 cm², lahvičky od firmy p-Lab) ve velmi nízkých koncentracích pomocí dávkovacích pipet (HandyStep). Jako rozpouštědlo slouží aceton. Cílem aplikace je dosáhnout rovnoměrného pokrytí vnitřních stěn testovacích lahviček příslušnou dávkou účinné látky (určitá dávka v µg ú.l./cm² povrchu lahvičky odpovídá určité hektarové dávce). V roce 2013 byla účinná látka lambda-cyhalothrin aplikována v následujících dávkách: 0% (kontrola, do lahviček pouze aceton, který se vypaří), 4% (0,3 g ú.l./ha), 20% (1,5 g ú.l./ha), 100% (7,5 g ú.l./ha, maximální registrovaná dávka pro lambda-cyhalothrin do řepky ozimé v ČR; běžná evropská polní dávka), 500% (37.5 g ú.l./ha). Příprava zásobních roztoků účinných látek byla prováděna v akreditované chemické laboratoři firmy AGRITEC. Zásobní roztoky pak byly distribuovány na jednotlivá pracoviště, kde probíhalo vlastní testování (AGRITEC Šumperk, MENDELU Brno, ZVT Troubsko, VÚOL Opava). Na těchto pracovištích pak probíhala vlastní příprava testovacích sad (lahviček). Výjimkou byla ZS Kluky, pro kterou byly testovací sady připraveny přímo v laboratoři AGRITECU Šumperk. Příprava lahviček před vlastním testem probíhala následovně: Do každé testovací lahvičky byl z příslušného zásobního roztoku (čistý aceton; 4% dávka, 20% dávka, 100% dávka, 500% dávka) přenesen 1 ml tekutiny (naředěno tak, aby v 1 ml bylo potřebné množství ú.l.). Lahvička s roztokem se pak umístila na otáčející se válečky rolleru a pomocí nich byla účinná látka distribuována rovnoměrně na vnitřní stěny za postupného odpařování rozpouštědla (aceton). Pro každý sběr blýskáčků (tedy na 1 test) je připravena sada skládající se z 15 lahviček (3x kontrola bez insekticidu, 3x 4% dávka, 3x 20% dávka, 3x 100% dávka, 3x 500% dávka).

II.1.3. Vlastní testování

Do předem připravených lahviček se vkládají dospělci blýskáčků (10 imag/lahvičku; 3 opakování/dávku) odebraní z určité lokality. Jejich reakce na jednotlivé koncentrace účinné látky byla hodnocena po 24 hodinách (v určitých případech byla provedena hodnocení i po jedné a po 5 hodinách – *tato hodnocení mají doplňkový význam*). Na základě jejich životních projevů byli dospělci rozděleni do tří stupňů postižení:

St. 1 – *Živí a aktivní jedinci*: sem patří jedinci zcela bez pozorovatelných symptomů postižení a ti, kteří jsou postiženi jen lehce (jsou schopni koordinovaného pohybu po nohou).

St. 2 – *Jedinci v křeči (= těžce postižení)*: myslí se jedinci v těžké křeči; tedy ti, kteří sice nejsou mrtví, ale nejsou již schopni koordinovaného pohybu po nohou.

St. 3 – *Mrtví jedinci*: jedinci, kteří nevykazují žádné pozorovatelné známky života.

Hodnocení prvotních záznamů z testů jsou založena na porovnávání podílů mrtvých + těžce postižených jedinců v jednotlivých variantách (dávkách) u jednotlivých testů. Důležité je, že

se kategorie mrtví jedinci a těžce postižení jedinci slučují a rozhodující jsou součty jedinců v obou kategoriích. Od nich je pak odvozeno % mortality pro výpočty procent účinností a hodnot letálních dávek (LD_{50} , LD_{90} , LD_{95} a popř. i $LD_{99,99}$). Pro jednotlivé sběry (= populace, vzorky blýskáčků z určitých lokalit) byly vyjádřeny hodnoty účinnosti pro jednotlivé testované dávky a doby expozice – v této práci 24 hodin (dle Abbotta; 1925). K vyjádření hodnot letálních dávek ($LD_{50-99,99}$ v g ú.l./ha) byl využit software Polo Plus (LEORA software). Každému sběru (populaci) byl dále přiřazen stupeň rezistence dle kategorizace užívané v IRAC pro testování pyretroidů (metodika IRAC č. 011 v.3). Podle této jsou rozlišovány tyto kategorie:

st. 1 = vysoce citlivá populace (laboratorní účinnosti 100% dávky i 20% dávky vyjádřené dle Abbotta musí dosáhnout hodnoty 100 %)

st. 2 = citlivá populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta musí dosáhnout hodnoty 100 %; laboratorní účinnost 20% dávky vyjádřená dle Abbotta je pod hodnotou 100 %)

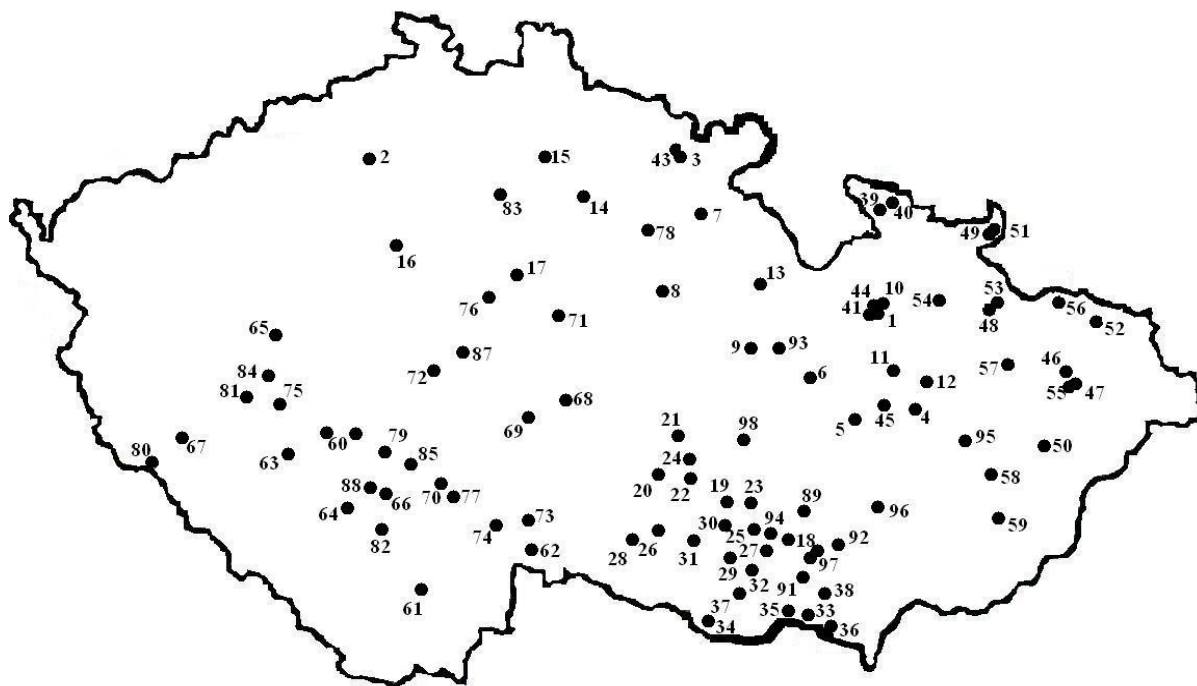
st. 3 = středně rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta se pohybuje v intervalu od 90 do 99,99 %)

st. 4 = rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta se pohybuje v intervalu od 50 do 89,99 %)

st. 5 = vysoce rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta je pod hodnotou 50 %)

II.1.4. Počet srovnávaných populací

Při testech v roce 2013 byla porovnávána citlivost 82 populací blýskáčků odebraných na různých lokalitách v České republice. Lokality, na kterých byly provedeny sběry imág, jsou na obr. 1. Čísla lokalit (= sběrů, populací) uvedená na obr. 1 odpovídají číslům lokalit v tabulkách 1 a 2 i ve všech grafech (grafy 1–6) a mapách.



Obr. 1 - Na mapě jsou uvedeny všechny lokality, na kterých byly v roce 2013 provedeny sběry blýskáčků. Ne všechny populace získané z lokalit uvedených na této mapě (celkem jich je 98) byly testovány na lambda-cyhalothrin, resp. ne všechny výsledky testů bylo možné (např. z důvodu mortality brouků na kontrolách) do hodnocení zařadit. V této práci je celkově porovnáváno 82 CZ populací. Čísla lokalit uvedená v obou tabulkách, grafech i mapách si navzájem odpovídají.

II.2. Výsledky

Výsledky testování jsou shrnuty do tabulek 1 a 2, grafů 1–6 a zaneseny do elektronické mapy (mapa v Google aplikaci). Na konci výsledkové části (II.2.) se nachází popis, jak s touto mapou správně pracovat. Na této mapě jsou k jednotlivým bodům (= lokality, ze kterých byly odebrány jednotlivé populace blýskáčků) přiřazeny nejdůležitější výsledky zjištěné pro danou populaci (výsledky se objeví po jednoduchém kliknutí na konkrétní bod). Jedná se o data z tabulky 1 přiřazená k jednotlivým místům na mapě. Mapu si lze libovolně zvětšovat či zmenšovat a získat tak ucelenější představu o monitorovaném území. **Aby uživatelé mapy mohli data správně využít pro svou práci (tedy přiřadit jim jen ten význam, který mají, nepřeceňovat je nebo naopak je nepodceňovat) měli by se seznámit s jejich interpretací v následujícím textu (výsledková část II.2.).**

Tab. 1 - Výsledky testování citlivosti blýskáčků (MELIAE) na lambda-cyhalothrin v roce 2013 (použitá metoda *Adult vial test* IRAC č. 011 v.3)

název lokality (okres)	č. lokality	lab. kontakt. účinnost 20% dávky	lab. kontakt. účinnost 100% dávky	lab. kontakt. účinnost 500% dávky	st. rezistence dle IRAC (1 - 5)*	LD ₅₀ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]	LD ₉₀ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]	LD ₉₅ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]
Žitonice (LT)	2	2,45	37,67	85,71	5	11,64	48,02	71,76
Trutnov (TU)	3	5,92	83,35	100,00	4	4,13	8,55	10,51
Horka (OL)	4	32,85	63,41	95,40	4	2,34	39,52	88,09
Konice (PV)	5	10,81	75	97,92	4	4,14	16,50	24,42
Moravská Třebová (SY)	6	27,5	60,42	92,10	4	2,84	39,73	83,93
Velká Jesenice (NA)	7	8,33	59,99	90,74	4	6,43	31,45	49,33
Ráby (PU)	8	22,08	56,11	100,00	4	5,21	19,63	28,60
Litomyšl (SY)	9	37,93	60,98	97,22	4	2,84	30,86	60,66
Rapotín (SU)	10	9,09	32,43	76,26	5	13,24	116,61	216,06
Uničov (OL)	11	3,33	58,97	94,87	4	6,78	22,66	31,91
Šternberk (OL)	12	14,56	70,12	93,94	4	4,40	20,38	31,48
Rybná nad Zdobnicí (RK)	13	9,68	76,67	100,00	4	4,18	11,21	14,84
Jičín (JC)	14	9,09	48,48	97,78	5	5,80	31,50	50,91
Turnov (SM)	15	31,46	86,74	94,58	4	2,02	14,62	25,62
Kralupy nad Vltavou (ME)	16	3,03	72,97	90,48	4	5,53	26,69	41,71
Sadská (NB)	17	0	51,16	96,97	4	6,59	36,46	59,20
Troubsko (BO)	18	56,67	73,33	100,00	4	0,98	16,77	37,49
Přibyslavice (TR)	19	20	70	83,33	4	4,25	59,38	125,38
Řehořov (JI)	20	36,67	70	100,00	4	2,04	20,11	38,47
Nové Veselí (ZR)	21	48,28	73,33	100,00	4	1,72	15,11	27,96
Lavičky (ZR)	22	53,33	80	100,00	4	0,96	13,02	27,24
Nové Sady (ZR)	23	6,67	33,33	83,33	5	11,26	79,31	137,93
Zahradiště (ZR)	24	56,67	83,33	80,00	4	1,65	44,75	114,12
Zakřany (BO)	25	33,33	86,67	100,00	4	1,65	11,30	19,50
Čechočovice (TR)	26	14,71	73,33	86,67	4	4,45	40,50	75,74
Ivančice (BO)	27	36,67	80	100,00	4	2,32	11,29	17,66
Hory (TR)	28	66,67	83,33	96,67	4	0,79	11,92	25,72

Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid
lambda-cyhalothrin v ČR v roce 2013

název lokality (okres)	č. lokality	lab. kontakt. účinnost 20% dávky	lab. kontakt. účinnost 100% dávky	lab. kontakt. účinnost 500% dávky	st. rezistence dle IRAC (1 - 5)*	LD ₅₀ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]	LD ₉₀ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]	LD ₉₅ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]
Dukovany (TR)	29	26,67	60	70,00	4	7,33	125,57	280,99
Náměšť nad Oslavou (TR)	30	36,67	53,33	100,00	4	2,02	50,41	12,81
Slavičky (TR)	31	40	86,67	100,00	4	1,94	8,80	13,51
Moravský Krumlov (ZN)	32	36,67	86,67	100,00	4	2,17	8,51	12,59
Perna (BV)	33	30	86,67	100,00	4	2,40	9,03	13,15
Znojmo (ZN)	34	33,33	86,67	100,00	4	2,13	9,41	14,33
Novosedly (BV)	35	56,67	96,67	100,00	3	0,52	5,55	10,83
Úvaly (BV)	36	56,67	60	83,33	4	2,38	86,87	240,86
Skalice (ZN)	37	16,67	66,67	100,00	4	4,33	15,07	21,47
Starovice (BV)	38	46,67	80	96,67	4	0,73	23,45	62,82
Bernartice (JE)	39	4,65	61,54	97,22	4	5,68	21,80	31,91
Uhelná (JE)	40	13,51	91,67	100,00	3	2,85	8,17	11,02
Vikýřovice (SU)	41	0	60	96,67	4	6,83	17,86	23,46
Trutnov II (TU)	42	6,52	72,09	100,00	4	5,02	12,10	15,52
Bravantice (NJ)	46	9,74	25,3	81,48	5	13,78	86,25	145,08
Mošnov II (NJ)	47	5,41	43,18	100,00	5	7,44	21,30	28,69
Sosnová I (OP)	48	57,89	87,18	100,00	4	0,99	8,20	14,74
Bohušov u Osoblahy I (BR)	49	14,29	22,73	100,00	5	9,32	52,09	84,84
Valašské Meziříčí (VS)	50	35,46	55,55	100,00	4	3,25	24,94	44,45
Bohušov u Osoblahy II (BR)	51	0	7,89	94,81	5	15,82	31,15	37,74
Šilheřovice (OP)	52	6,38	47,56	100,00	5	6,75	19,15	25,73
Sosnová II (OP)	53	35,71	91,43	100,00	3	2,21	6,52	8,87
Rudná p. Pradědem (BR)	54	2,86	84,85	100,00	4	4,26	8,61	10,51
Mošnov I (NJ)	55	4,55	39,53	88,35	5	8,98	70,24	125,85
Rohov (OP)	56	0	55,17	87,46	4	8,30	42,43	67,37
Vítkov (OP)	57	10	26,67	96,30	5	9,02	49,49	80,20

Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáček (*Meligethes* spp.) na pyretroid
lambda-cyhalothrin v ČR v roce 2013

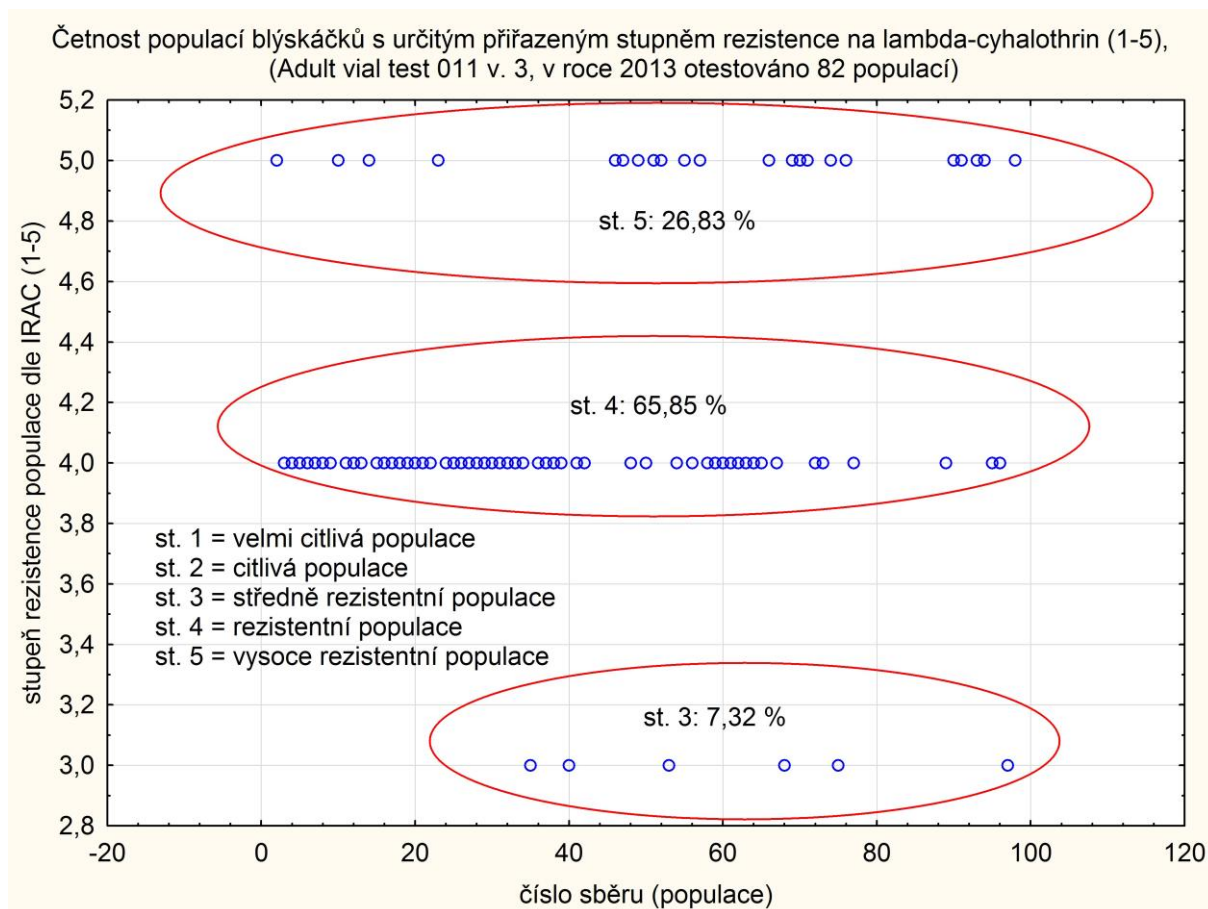
název lokality (okres)	č. lokality	lab. kontakt. účinnost 20% dávky	lab. kontakt. účinnost 100% dávky	lab. kontakt. účinnost 500% dávky	st. rezistence dle IRAC (1 - 5)*	LD ₅₀ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]	LD ₉₀ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]	LD ₉₅ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]
Hlinsko pod Hostýnem (KM)	58	35,45	75,94	100,00	4	2,30	11,14	17,43
Zlín (ZL)	59	9,67	59,06	94,87	4	5,60	23,50	35,28
Bubovice (PB)	60	16,67	70	100,00	4	4,12	13,86	19,54
České Budějovice (CB)	61	20	50	100,00	4	4,92	26,05	41,77
Hospřiz (JH)	62	3,33	60	86,67	4	7,85	33,91	51,34
Kasejovice (PJ)	63	30	66,67	100,00	4	2,72	21,07	37,65
Kestřany (PI)	64	0	63,33	93,33	4	6,38	27,25	41,13
Kladruby (RO)	65	40	50	96,67	4	3,06	46,28	99,99
Kluky (PI)	66	0	43,33	90,00	5	9,20	44,16	68,89
Koloveč (DO)	67	23,33	63,33	70,00	4	6,01	237,08	671,99
Kožlí (HB)	68	50	96,67	100,00	3	0,65	6,38	12,19
Křivsoudov (BN)	69	3,33	46,67	73,33	5	12,35	74,26	123,49
Malšice (TA)	70	0	26,67	60,00	5	23,38	133,76	219,30
Nebovidy (KO)	71	0	6,67	60,00	5	29,71	95,22	132,47
Neveklov (BN)	72	10	70	93,33	4	4,90	24,65	38,97
Nová Včelnice (JH)	73	0	66,67	93,33	4	6,07	25,69	38,67
Pluhův Žďár (JH)	74	0	43,33	86,67	5	10,68	38,11	54,66
Příkosice (RO)	75	43,33	96,67	100,00	3	1,54	5,38	7,66
Tismice (KO)	76	26,67	33,33	43,33	5	64,47	30760,2	176740,5
Želeč (TA)	77	0	63,33	73,33	4	10,10	56,54	92,13
Brno - Mokrý Hora (BO)	89	26,66	60	100,00	4	3,01	21,42	37,38
Žabčice (BO)	90	20	33,33	90,00	5	8,06	56,81	98,80
Rajhrad (BO)	91	20	46,67	96,67	5	5,01	38,53	68,71
Česká Třebová - Semanín (UO)	93	27,58	30,91	80,00	5	8,96	205,64	499,89
Rosice u Brna (BO)	94	28,71	36,67	83,50	5	7,02	139,94	326,91
Radvanice (PR)	95	13,33	50	80,00	4	6,82	141,79	335,11
Vyškov (VY)	96	33,33	53,33	73,33	4	5,03	344,50	1141,58
Popovice (BO)	97	40	93,33	100,00	3	1,51	7,30	11,40

název lokality (okres)	č. lokality	lab. kontakt. účinnost 20% dávky	lab. kontakt. účinnost 100% dávky	lab. kontakt. účinnost 500% dávky	st. rezistence dle IRAC (1 - 5)*	LD ₅₀ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]	LD ₉₀ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]	LD ₉₅ (po 24 hod); g ú.l./ha [#]
Bystřice pod Pernštejnem (ZR)	98	0	40	92,96	5	8,93	38,35	57,97
průměr pro ČR		21,54	61,47	91,92	4,2	6,43	419,02 (bez min a max hodnot 44,92)	2245,1 (bez min a max hodnot 91,88)

* Dle IRAC je celkem 5 stupňů: st. 1 = vysoce citlivá populace (laboratorní účinnosti 100% dávky i 20% dávky vyjádřené dle Abbotta musí dosáhnout hodnoty 100 %); st. 2 = citlivá populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta musí dosáhnout hodnoty 100 %; laboratorní účinnost 20% dávky vyjádřená dle Abbotta je pod hodnotou 100 %); st. 3 = středně rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta se pohybuje v intervalu od 90 do 99,99 %); st. 4 = rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta se pohybuje v intervalu od 50 do 89,99 %); st. 5 = vysoce rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta je pod hodnotou 50 %).

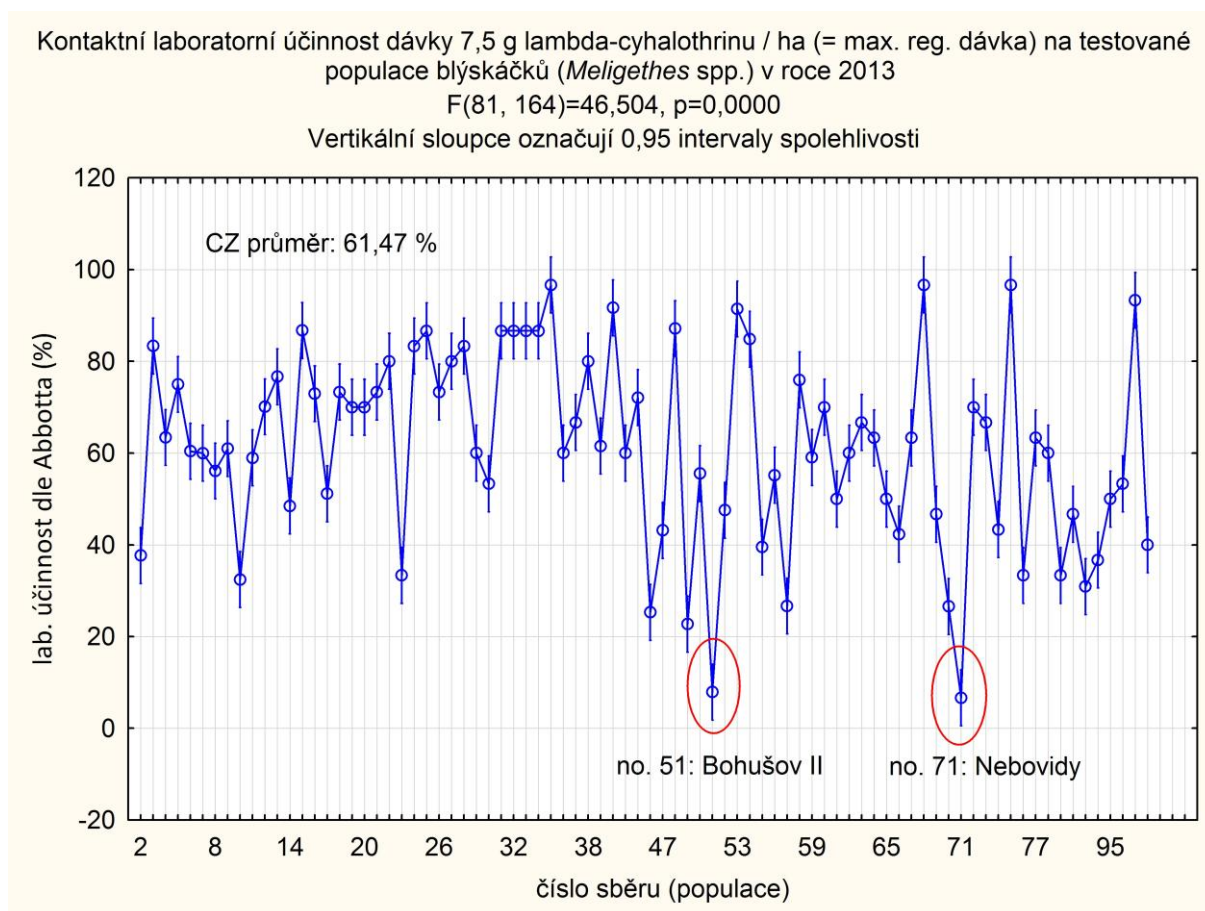
#Zeleně podsvícené hodnoty v příslušném sloupci s LD označují nejnižší hodnotu ve sloupci, červeně podsvícené hodnoty označují nejvyšší hodnotu.

Z výsledků testování uvedených v tabulce 1 a grafu 1 vyplývá, že dle kategorizace IRAC převládaly v české části souboru populace rezistentní (st. 4) a populace vysoce rezistentní (st. 5), podstatně menší podíl připadal na populace středně rezistentní (st. 3). Populace blýskáčků na lambda-cyhalothrin citlivé (st. 2) či vysoce citlivé (st. 1) se v souboru vůbec nevyskytovaly. Průměrný stupeň citlivosti za celý soubor (tedy průměr pro ČR) je stupeň 4 (přesně 4,2). Jakým podílem testovaných populací v celém souboru byly přiděleny určité stupně rezistence (1–5) podle kategorizace IRAC (<http://www.irac-online.org>) ukazuje graf 1.



Graf 1 - Četnost populací blýskáčků otestovaných na lambda-cyhalothrin s určitým přiřazeným stupněm rezistence dle IRAC. Čísla lokalit uvedených v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2) a na obr. 1; použitá metoda *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2013, celkem 82 populací otestováno).

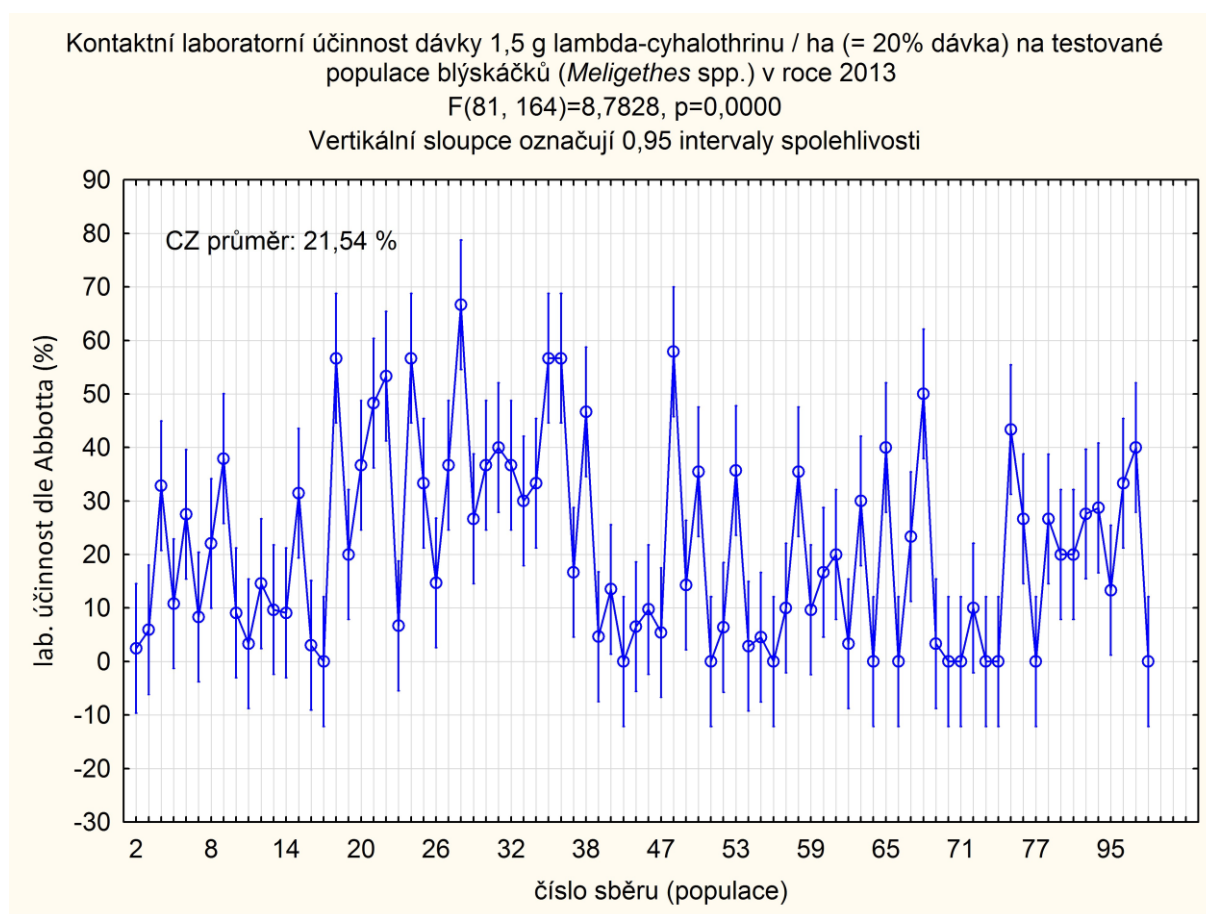
92,68 % populací blýskáčků v testovaném souboru spadá dle kategorizace IRAC do skupiny rezistentních a vysoce rezistentních populací. Podíl populací rezistentních je 7,32 %. V roce 2013 jsme již vůbec nezaznamenali populace vysoce citlivé (st. 1) ani populace citlivé (st. 2). Mezi roky 2012 a 2013 nedošlo k výraznému zhoršení situace (míněno nárůstem podílu rezistentních a vysoce rezistentních populací), spíše lze říci, že po rychlém zhoršování mezi lety 2008–2012 se další pokles citlivosti českých blýskáčků k lambda-cyhalothrinu v roce 2013 přinejmenším zpomalil. Z praktického hlediska je to však více-méně bez významu, neboť k tomu došlo v době, kdy většina populací (navíc rovnoměrně distribuovaných po celém území ČR) již dosáhla takových úrovní rezistence vůči testovanému insekticidu, že jsou v polních podmínkách touto látkou jen málo postižitelné



Graf 2 - Srovnání hodnot laboratorních účinnosti dosažených u jednotlivých populací blýskáčků maximální registrovanou dávkou lambda-cyhalothrinu do řepky ozimé v ČR ($7,5 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$). Čísla lokalit uvedených v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2); použitá metoda *Adult vial test* IRAC 011 verze 3 (2013, 82 populací otestováno).

Z tabulky 1 a z grafu 2 je zřejmé, že průměrná laboratorní kontaktní účinnost 100% dávky (tj. $7,5 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$; odpovídá maximální registrované dávce lambda-cyhalothrinu do řepky ozimé v ČR a běžné evropské polní dávce) byla za celý soubor 61,47%. To je velmi nízká hodnota, nicméně je překvapivě o něco vyšší než v roce 2012 (průměr pro ČR v roce 2012 byl 55,17 %). Z grafu 2 je patrné, jak silně kolísá účinnost této dávky při srovnání jednotlivých populací v souboru. Je stále možné nalézt populace, na něž tato dávka působila s vyšší než 90% účinností (je jich však již jen velmi málo) i populace, na které působila jen ze třiceti a méně procent. Mezi hodnotami laboratorní kontaktní účinnosti této dávky byly v řadě případů zaznamenány signifikantní rozdíly ($F = 46,504$). Účinnost registrované dávky lambda-cyhalothrinu na blýskáčky ($5 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$) je v ČR obecně velmi nízká. V jednotlivých populacích jsou výrazně odlišně zastoupeni méně citliví jedinci. Jinak řečeno, jednotlivé populace se mezi sebou liší četností jedinců s různými úrovněmi citlivosti na lambda-

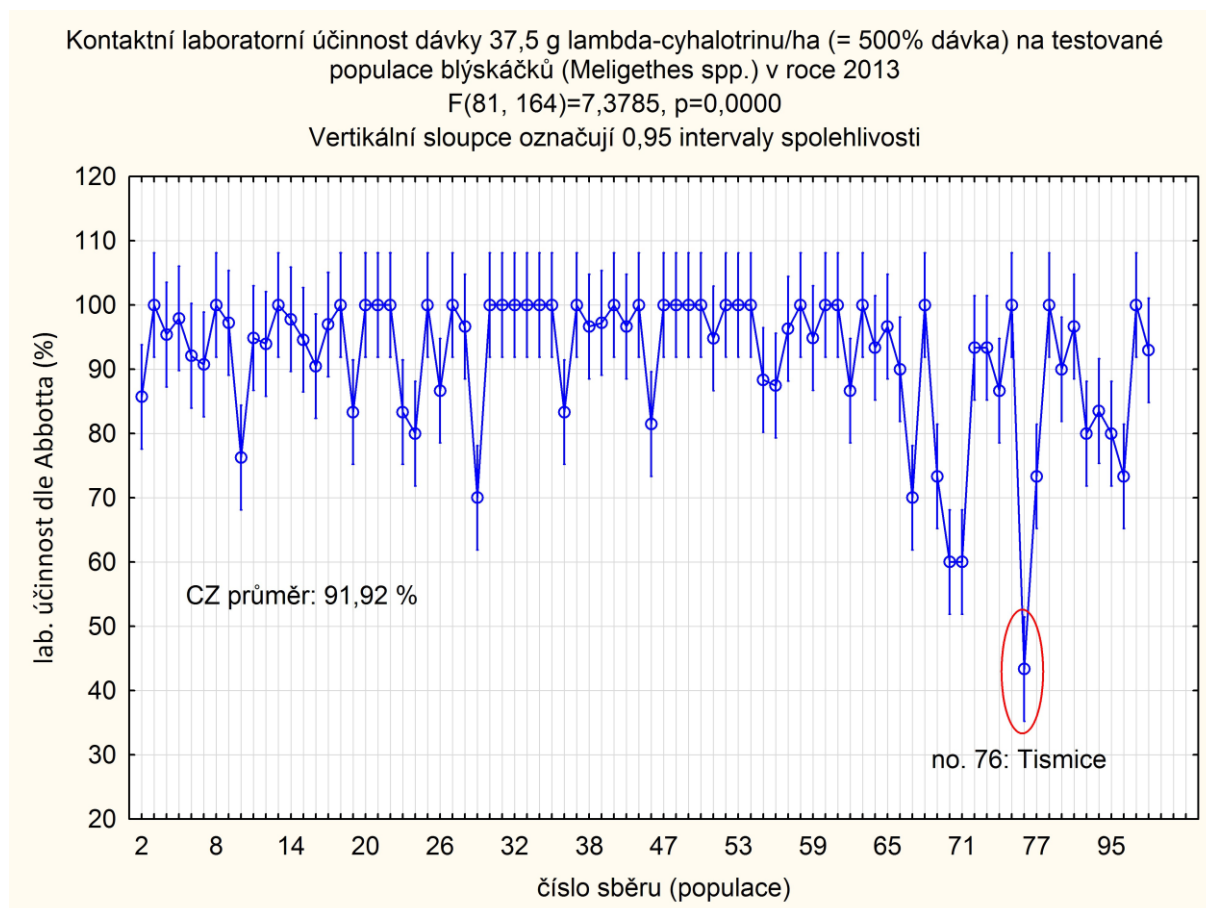
cyhalothrin (důvod rozdílné účinnosti testované dávky na různé populace). Z důvodů pokračující selekce však ubývá podíl nejcitlivějších jedinců i v populacích z dříve méně postižených regionů (do roku 2010 jižní Morava, do roku 2011 ještě jižní Čechy) a populace se celkově (v rámci celé ČR) začínají stabilizovat na poměrně vysokých úrovních rezistence. Účinnost zásahu běžnými polními dávkami (registrovaná dávka na blýskáčky: 5 g ú.l./ha; max. registrovaná dávka do řepky ozimé: 7,5 g ú.l./ha) přinese ve většině případů neuspokojivý výsledek.



Graf 3 - Srovnání hodnot laboratorních účinností dosažených u jednotlivých populací blýskáčků 20% dávkou lambda-cyhalothrinu ($1,5 \text{ g.ú.l./ha}^{-1}$). Číslo lokalit uvedených v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2); použitá metoda *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2013, 82 populací otestováno).

Z tabulky 1 a grafu 3 je zřejmé, že průměrná kontaktní laboratorní účinnost 20% dávky (tj $1,5 \text{ g ú.l./ha}$; odpovídá 5x nižší dávce oproti maximální registrované dávce lambda-cyhalothrinu do řepky ozimé v ČR) byla za celý soubor 21,54 % (v roce 2012: 23,63 %). Z grafu 3 je patrné, že rozdíly v účinnosti 20% dávky na jednotlivé populace byly v řadě případů signifikantní (ANOVA a následně parametrický Tukey test, $p < 0,05$, konfidenční limity se v grafu u některých populací neprotínají), ($F = 8,7828$). Jen v případě jedné české populace

byla účinnost této dávky nad hodnotou 60 % dle Abbotta. Aby mohla být populace dle IRAC označena za vysoce citlivou k testované látce, musela by být hodnota účinnosti dosažená touto dávkou na úrovni 100 %. To nesplňuje ani jedna česká populace.

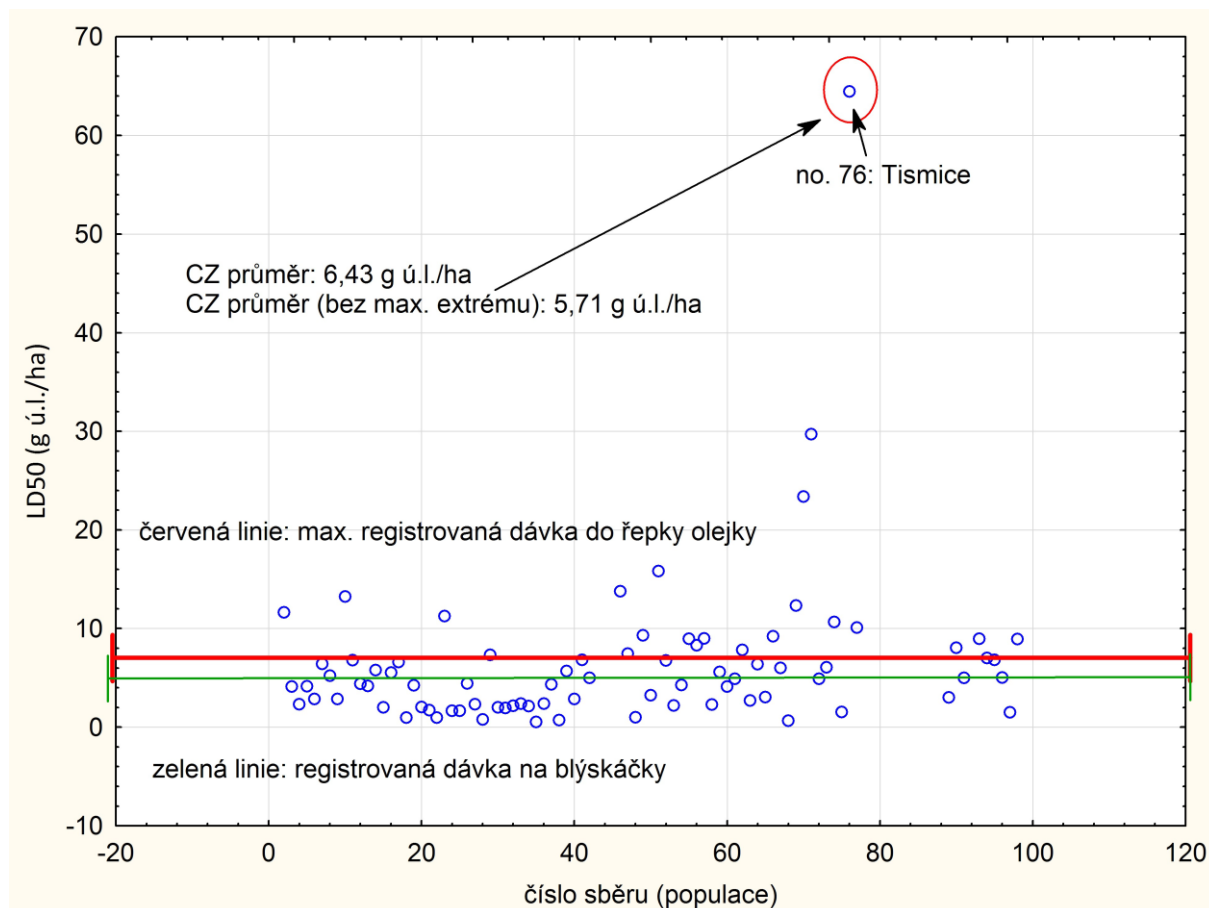


Graf 4 - Srovnání hodnot laboratorních účinností dosažených u jednotlivých populací blýskáčků 500% dávkou lambda-cyhalotrinu (37,5 g ú.l./ha). Čísla lokalit uvedených v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2); použitá metoda *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2013, 82 populací otestováno).

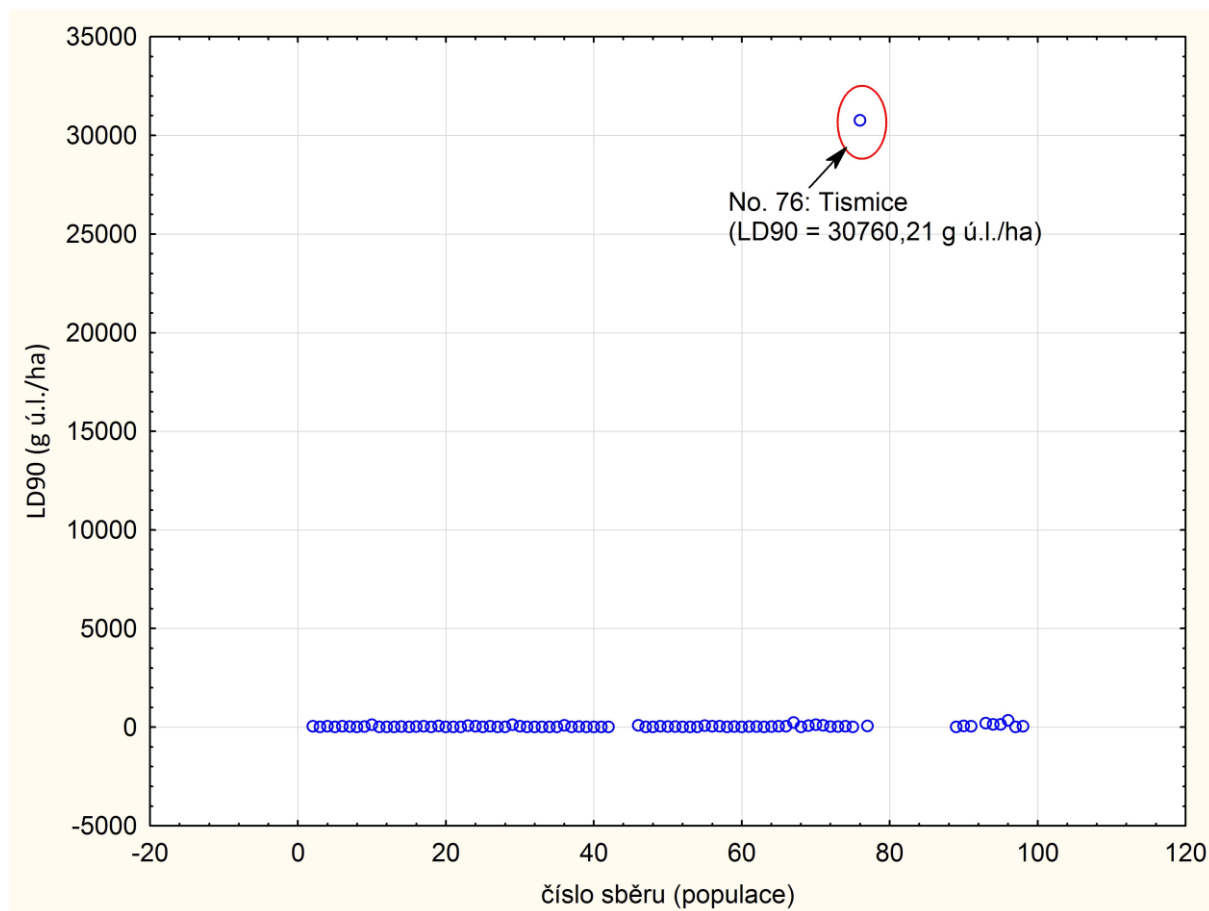
Z tabulky 1 a z grafu 4 je možné zjistit, že ani pětinasobek maximální registrované dávky lambda-cyhalotrinu (37,5 g ú.l./ha) nebyl příčinou 100% účinnosti u všech populací. Průměrná účinnost této dávky byla u českých populací 91,92 % (v roce 2012: 84,91 %). Mezi zaznamenanými hodnotami dosažených účinností byly statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$, $F = 7,3785$), to znamená, že i na tuto velmi vysokou dávku reagovaly některé populace průkazně odlišně než jiné. Jinak řečeno, rozdíly nebyly způsobeny náhodným vlivem, ale odlišnou citlivostí těchto populací na testovaný insekticid.

Z grafů 5 a 6a,b jsou patrné hodnoty LD_{50} a LD_{90} (z tabulky 1 navíc i hodnoty LD_{95}) pro lambda-cyhalothrin odhadované pro jednotlivé porovnávané populace blýskáčků (odhad

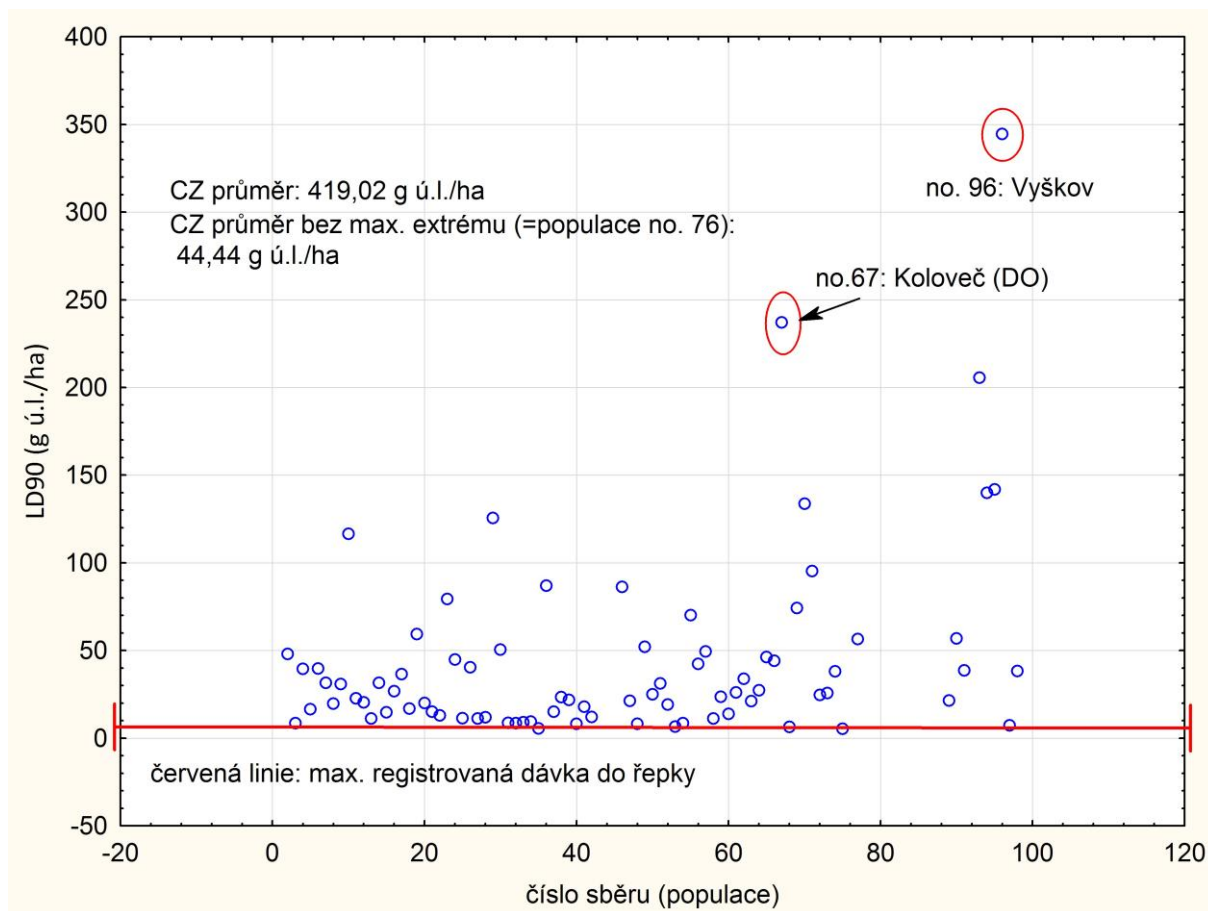
proveden probitovou regresí, PoloPlus, LEORA software). Prakticky již u všech českých populací se hodnoty LD_{90} pro lambda-cyhalothrin pohybují nad úrovní maximální registrované dávky (graf 6b). V řadě případů jde o velmi výrazné překročení této hodnoty (grafy 6a a 6b). Z toho vyplývá, že v ČR je **nemožné v polních podmínkách na blýskáčky dosáhnout běžně používanou polní dávkou lambda-cyhalothrinu uspokojivou účinnost (90 a více %)**.



Graf 5 - Srovnání hodnot LD_{50} (g ú.l./ha) pro lambda-cyhalothrin odhadovaných (probitová regrese) pro porovnávané populace blýskáčků. Zelená čára vymezuje hodnotu registrované dávky lambda-cyhalothrinu na blýskáčka řepkového v ČR (5 g ú.l./ha), červená čára vymezuje maximální registrovanou dávku pro lambda-cyhalothrin v řepce ozimé v ČR (7,5 g ú.l./ha). Čísla lokalit uvedených v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2); použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2013, 82 populací otestováno).



Graf 6a - Srovnání hodnot LD_{90} (g ú.l./ha) pro lambda-cyhalothrin odhadovaných (probitová regrese) pro porovnávané populace blýskáčků. Označená populace (no. 76) vykázala výrazně nižší citlivost k testované látce při srovnání s ostatními populacemi. Čísla lokalit uvedených v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2); použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2013, 982 populací otestováno).



Graf 6b - Srovnání hodnot LD_{90} (g ú.l./ha) pro lambda-cyhalothrin odhadovaných (probitová regrese) pro porovnávané populace blýskáčků. Ze srovnání v tomto grafu vyřazena extrémně necitlivá populace č. 76. Červená čára vymezuje maximální registrovanou dávku pro lambda-cyhalothrin v řepce ozimé v ČR (7,5 g ú.l./ha). Čísla lokalit uvedených v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2); použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2013, 81 populací otestováno; populace č. 76 z tohoto grafu vyřazena).

Výsledky testování citlivosti blýskáčků na lambda-cyhalothrin v roce 2013 jsou v podobě zprůměrovaných dat pro jednotlivé kraje ČR a ČR celkem seřazeny v tabulce 2. Tato tabulka je umístěna (vzhledem ke své velikosti) až na konci tohoto dokumentu jako příloha 1.

II.2.1. Elektronická mapa s odborným obsahem

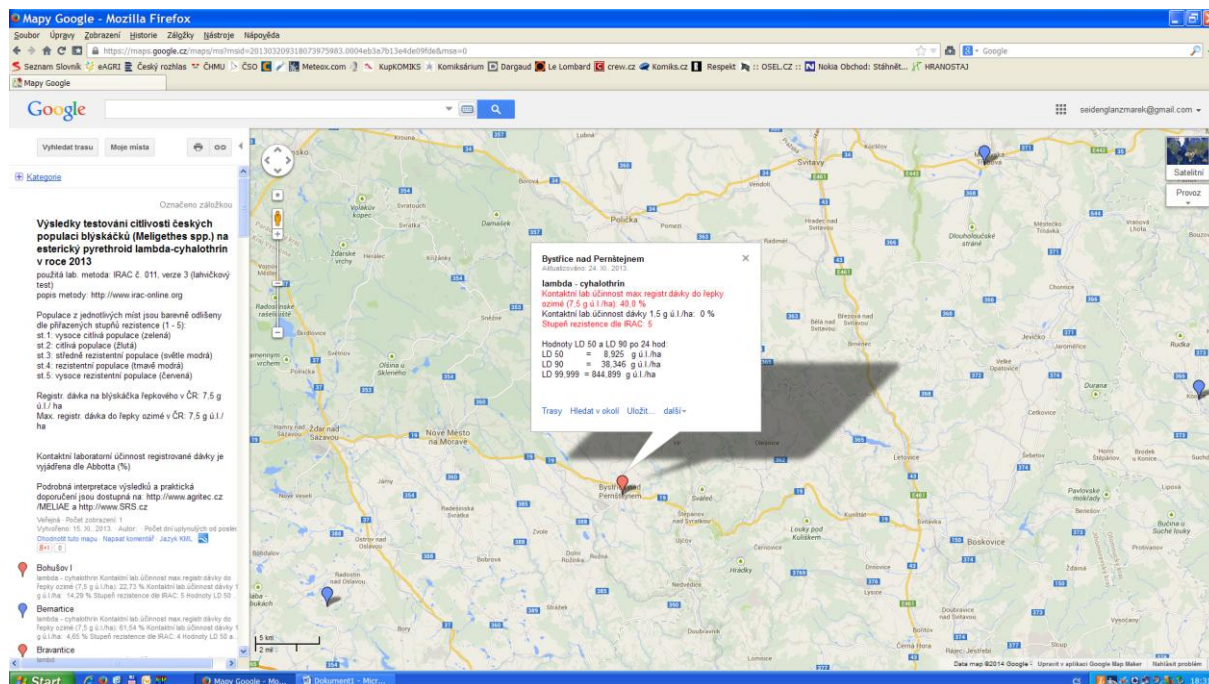
Elektronická mapa je geografickým vyjádřením výsledků předkládaných a interpretovaných v části II tohoto dokumentu. Elektronická mapa (Google aplikace) je volně přístupná (bezplatně) na těchto adresách:

- A) Na adresách organizací řešitelského týmu: <http://www.agritec.cz> a <http://www.vupt.cz>.
- B) Na adrese smluvního uživatele výsledků projektu NAZV č. QJ1230077: <http://www.SRS.cz>, resp.. <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/>.

Postup při otevírání a práci s údaji na elektronické mapě:

- 1) Zvolit výše uvedenou www stránku, např.: <http://www.agritec.cz>.
- 2) Zde vybrat a zvolit vhodnou mapu, v tomto případě: **Lambda-cyhalothrin; blýskáček; 2013, mapa rezistence** (je více map: při výběru se řídit druhem testované insekticidní účinné látky a druhem testovaného hmyzu a rokem testování).
- 3) Po otevření mapy si prostudovat legendu vlevo od vlastní mapy (zde jsou uvedeny některé důležité údaje nutné pro správné pochopení údajů na mapě prezentovaných).
- 4) Na mapě je možné měnit pomocí myši měřítko mapy (přibližovat, oddalovat).
- 5) Pomocí myši označit zájmovou lokalitu (= lokalitu, ze které byl v roce 2013 odebrán sběr blýskáčků otestovaných na lambda-cyhalothrin metodou IRAC 011 v.3) a kliknout.
- 6) Prostudovat si údaje, které se objeví v rámečku (údaje se vztahují k populaci odebrané z této lokality).

Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid lambda-cyhalothrin v ČR v roce 2013



Obr. 3 - Po kliknutí myši na ikonu lokality se zobrazí několik základních informací o konkrétní testované populaci: uvedena je kontaktní laboratorní účinnost dosažená dávkou odpovídající maximální registrované dávce lambda-cyhalothrinu do řepky ozimé v ČR (%), vyjádřené dle Abbotta), přiřazený stupeň rezistence dle IRAC (st. 1–5) a hodnoty letálních dávek LD₅₀ a LD₉₀ a v roce 2013 nově i LD_{99,99} (g ú.l./ha) odhadované pro testovanou účinnou látku. V tomto případě došlo k zobrazení údajů k vysoce rezistentní populaci (st. 5; proto červený bod) odebrané na lokalitě Bystřice nad Perštějnem. Odhadnutá hodnota (probitová regrese) LD₉₀ pro tuto populaci je 38,35 g lambda-cyhalothrinu/ha. V případě této populace, registrovaná dávka (5 g ú.l./ha) v polních podmínkách s vysokou pravděpodobností selže. Uživatel hospodařící v této oblasti (po zjištění dalších informací, doporučujeme: rozkliknutí též okolních bodů na této mapě, popř. prohlédnutí map z jiných let) by měl z toho pro sebe vyvodit závěr při plánování ochranných zásahů v následujícím období. Použití esterických pyretroidů na blýskáčky by nebylo jen vyhozenou investicí ale též by zapůsobilo jako výrazný selekční faktor. Takové chybné rozhodnutí by mohlo zkomplikovat situaci i v následujících letech.

II.3. Shrnutí výsledků testování provedených v roce 2013 a praktická doporučení

Testování citlivosti blýskáčků na účinnou látku lambda-cyhalothrin dle metodiky IRAC č. 011 verze 3 (lahvičkový test) probíhá v rámci projektů QH 81218 (2008–2012) a QJ1230077 (2012–2016) od roku 2008. Po prostudování výsledků uvedených v tomto dokumentu a na elektronické mapě pro rok 2013 (**Lambda-cyhalothrin; blýskáček; 2013, mapa rezistence**) je také možné provést jejich srovnání s výsledky z jiných let testování a

udělat si představu o vývoji situace. Všechny mapy a doprovodné dokumenty k nim jsou volně dostupné na stejných internetových adresách, zejména na <http://www.agritec.cz>. Praktická doporučení vyplývající z výsledků získaných v roce 2013 jsou velmi podobná těm z roku 2012 (potažmo z roku 2011):

- 1) 92,68 % českých populací blýskáčků v testovaném souboru spadá dle kategorizace IRAC do skupiny rezistentních (tmavě modré body na elektronické mapě) a vysoce rezistentních populací (červené body na elektronické mapě). Situace je z tohoto hlediska obecně velmi špatná.
- 2) Rezistentní a vysoce rezistentní populace jsou již prakticky rovnoměrně distribuovány po celé ČR. Nelze již říci (tak jak tomu bylo např. ještě v roce 2009, částečně pak v letech 2010 a 2011), že je na tom některý region (kraj) v rámci ČR v tomto smyslu hůře či lépe.
- 3) Prakticky již u všech českých populací se hodnoty LD₉₀ pro lambda-cyhalothrin pohybují nad úrovní maximální registrované dávky (7,5 g ú.l./ha). V řadě případů jde o velmi výrazné překročení této hodnoty (grafy 6a a 6b). Z toho vyplývá, že v ČR **je nemožné v polních podmínkách na blýskáčky dosáhnout běžně používanou polní dávkou lambda-cyhalothrinu uspokojivou účinnost (90 a více %)**.
- 4) Vzhledem ke zjištěným výsledkům by mělo být další využívání esterických pyretroidů v ochraně proti blýskáčkům v řepce ozimé zcela eliminováno v oblastech se zaznamenanou úrovní citlivosti blýskáčků vyjádřenou stupni rezistence 4 (tmavě modré body na mapě) a 5 (červené body na mapě). To se týká prakticky celého území ČR! V oblastech se zaznamenanou úrovní citlivosti blýskáčků vyjádřenou stupněm rezistence 3 (středně rezistentní populace dle IRAC kategorizace; světle modré body na mapě) by mělo být použití esterických pyretroidů na blýskáčky velmi pečlivě zvažováno (použít jen v nutných případech). Přednost by zde měla být dána insekticidům se zcela odlišným mechanismem účinku (neonikotinoidy, organofosfáty, pymetrozine, indoxacarb), nebo pyretroidům neesterickým (tau-fluvalinate, etofenprox). V případě nutného použití esterických pyretroidů preferovat zde ty, které jsou registrované (účinné látky) na vyšších dávkách, např. cypermethrin registrovaný v dávce 25 g ú.l./ha (Registr přípravků na ochranu rostlin dostupný na: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>)
- 5) Vzhledem k dokladům o křížové rezistenci (<http://www.irac-online.org>) blýskáčků k účinným látkám patřícím do skupiny esterických pyretroidů (lambda-cyhalothrin, deltamethrin, cypermethrin, alpha-cypermethrin, zeta-cypermethrin, gamma-cyhalothrin) se výše uvedená varování vztahují i na další insekticidy z této skupiny. Platí to zejména pro ty účinné látky, které jsou registrované ve srovnatelných dávkách (5–10 g ú.l./ha). Pozor, mezi jednotlivými do řepky ozimé registrovanými

pyretroidními insekticidy jsou v tomto rozdíly (aktuální Registr přípravků na ochranu rostlin dostupný na: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>).

- 6) Zvyšování podílu na esterické pyretroidy necitlivých jedinců v populacích blýskáčků v ČR zapříčiňuje selekční tlak, který je na tyto populace vyvíjen. V tomto smyslu je třeba si uvědomit, že jako selekční faktor působí i aplikace směřované primárně na jiné škůdce než je blýskáček (postřiky proti stonkovým krytonoscům nebo šesulovým škůdcům).
- 7) Důsledné dodržování antirezistentních strategií je nezbytné v celé ČR.

III. Vyjádření se k novosti postupů

Tato mapa je zcela nová, nejedná se tedy o korekci či rozvinutí nějaké starší studie. Veškerá zde publikovaná data vznikla výzkumnou činností v roce 2013. Výsledky byly získány při řešení projektu NAZV MZe ČR č. QJ1230077.

IV. Závěr

V porovnání s předcházejícími roky (2008–2011) došlo v roce 2012 k výraznému snížení citlivosti českých populací blýskáčků k esterickým pyretroidům. V roce 2013 jsme zaznamenali spíše podobnou situaci jako v roce 2012. Bude-li na populace blýskáčků v ČR dále vyvíjen silný selekční tlak esterickými pyretroidy (tedy budou-li k ochranným zásahům využívány především tyto insekticidy), podíl necitlivých jedinců v populacích se však může ještě zvýšit, což se projeví dalším poklesem polní účinnosti registrovaných dávek všech esterických pyretroidů z důvodů křížové (prokázána) rezistence. A to i pyretroidů, které jsou registrovány ve výrazně vyšší dávce, než je lambda-cyhalothrin. Je nezbytné dodržovat antirezistentní strategie v celé ČR. Též je nutné maximálně využívat principů integrované ochrany rostlin.

V. Oponenti předkládané mapy s odborným obsahem

- 1) Ing. Mgr. Miloslava Navrátilová, Ph.D.; ÚKZÚZ, sekce POR (telefon: 545 110 445, e-mail: miloslava.navratilova@srs.cz); Zemědělská 1752/1a, Brno, 613 00).
- 2) Ing. Jan Kazda, CSc.; Česká zemědělská univerzita v Praze, katedra ochrany rostlin (telefon: +420 224 382 590, e-mail: kazda@af.czu.cz); Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 - Suchbátka).

VI. Literatura

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.*, **18**: 265–267.
- Metcalf, R., L., Müller F. (2000): Insecticides. In: *Agrochemicals* (Ed. Müller F.), pp. 495–631. Wiley-VCH, Weinheim.
- Moore, G., D. (2010): Characterising metabolic resistance in pyrethroids-insensitive pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) from Poland and Switzerland. *Pest. Manag. Sci.*, **67**: 239–243.
- Nauen, R (2009): Rapsglanzkäfer: neue dimension in der insektizidresistenz, *RAPS* 2, 70.
- Philippou, D., Field, L., M., Wegorek, P., Zamojska, J., Andrews, M., C., Slater, R. & Moore, G., D. (2010): Characterising metabolic resistance in pyrethroids-insensitive pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) from Poland and Switzerland. *Pest. Manag. Sci.*, **67**: 239–243.
- Slater, R., Ellis S., Genay, J. P., Heimbach, U., Huart, G., Sarazin, M., Longhurst, C., Müller, A., Nauen, R., Rison, J. L., 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**(6): 633–638.
- Wegorek, P. (2005): Preliminary data on resistance appearance of pollen beetle PB (*Meligethes aeneus* F.) to selected pyrethroids, organophosphorous and chloronicotynyls insecticides, in 2004 year, in Poland. *Resistant. Pest Manag. Newslett.*, **14**: 10–12.
- Wegorek, P., Obrepalska-Stepłowska, A., Zamojska, J., Nowaczyk, K. (2006): Resistance of pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) in Poland. *Resistant. Pest Manag. Newslett.*, **16**: 28–29.
- Wegorek, P & Zamojska, J. (2008): Current status of resistance in pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) to selective active substance of insecticides in Poland. *EPPO Bulletin*, **38**: 91–94.
- Wegorek, P., Mrówczyński, M., Zamojska, J. (2009): Resistance of pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) to selected active substances of insecticides in Poland. *Journal of Plant Protection Research*, **49**(1): 131–139.
- Zimmer, CH., T. & Nauen, R. (2011a): Pyrethroid resistance and thiacloprid baseline susceptibility of European populations of *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae) collected in winter oilseed rape. *Pest. Manag. Sci.*, **67**: 599–608.
- Zimmer, CH., T. & Nauen, R. (2011b): Cytochrome P450 mediated pyrethroids resistance in European populations of *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, **100**: 264–272.

Citace webových zdrojů:

Originál metodiky Met 011 verze 3: http://www.irac-online.org/wp-content/uploads/2009/09/Method_011_v3_june09.pdf

Pollen Beetle Resistance Monitoring. [Online]. IRAC Pollen Beetle Working Group (2008): Available: [http://www.irac-online.org/documents\[14March2009\]](http://www.irac-online.org/documents[14March2009])

VII. Seznam publikací, které předcházejí mapě s odborným obsahem

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., HRUDOVÁ, E. (2012): Stonkové krytonosci a antirezistentní strategie proti blýskáčkům. *Úroda*, Vol. 60, č. 2, s. 48–53. ISSN 0139-6013

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HAVEL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., BERNARDOVÁ, M. a kol., SPITZER, T. (2012): Co je příčinou nižší citlivosti blýskáčka řepkového (*Meligethes aeneus*) na pyretroidy. *Úroda-příloha Řepka*, 60(4): 31–35. ISSN 0139-6013

SEIDENGLANZ, M., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HAVEL, J., SPITZER, T., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., BERNARDOVÁ, M., a kol. (2012): Škůdci řepky ozimé na jaře. *Farmář*, Vol. 18, No. 5, 28–30. ISSN 1210-9789

HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P.: Species spectrum of pollen beetles on oil plants. *Proceedings of abstracts of the XIXth Slovak and Czech Plant Protection Conference: 5.9.–7.9. 2012, Nitra, Slovensko: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012, 62–63, ISBN 978-80-552-0838-1*

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., ROTREKL, J., KOLAŘÍK, P., BERNARDOVÁ, M. and her cooperators, HAVEL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HERDA, G.: Correlation between the susceptibility of *Meligethes aeneus* (Coleoptera; Nitidulidae) to chlorpyrifos-ethyl and lambda-cyhalothrin in the Czech Republic and Slovakia. In: *Proceedings of abstracts of the XIXth Slovak and Czech Plant Protection Conference: 5.9.–7.9. 2012, Nitra, Slovensko: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012, 72–73, ISBN 978-80-552-0838-1*

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HAVEL, J., SPITZER, T., BERNARDOVÁ, M. a kol., HERDA, G., ŠUBR, J. (2012): Vývoj citlivosti blýskáčků proti pyretroidům mezi lety 2008–2012, korelace mezi účinností jednotlivých insekticidů a první výsledky testování citlivosti krytonosců šesulových, krytonosců čtyřzubých a dřepčků rodu *Phyllotreta* na pyretroidy. In: *Sborník příspěvků z konference Hluk : 21.11.–22.11. 2012, Hluk: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, 2012, s. 175–181, ISBN 978-80-87065-43-3*

TÓTH, P., HRUDOVÁ, E., SAPÁKOVÁ, E., ZÁVADSKÁ, E., SEIDENGLANZ, M. (2013): Pollen beetle (*Meligethes* spp.) species occurring in oil-seed rape fields in the Czech Republic. *Plant Protect. Sci.*, Vol. 49, No. 4, 187–196. ISSN 1212-2580

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HAVEL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., BERNARDOVÁ, M. a kol. (2014): Citlivost blýskáčka, krytonosce a dřepčků k insekticidům. *Úroda*, Vol. 62, No. 2, XX – XX. ISSN 0139-6013 (*rukopis přijatý do tisku*)

VIII. Přílohy

Příloha 1 (= Tabulka 2) - Výsledky testování citlivosti blýskáčků na lambda-cyhalothrin v roce 2013, zprůměrovaná data pro jednotlivé kraje ČR a ČR celkem (použitá metoda *Adult vial test* IRAC 011 v.3)

kraj	počet populací (= n)	kontakt. lab. účinnost max. registr. dávky 7,5 g ú.l./ha (%)	kontakt. lab. účinnost dávky 1,5 g ú.l./ha (%)	st. rezistence dle IRAC*	LD50 (g ú.l./ha)	LD90 (g ú.l./ha)	LD95 (g ú.l./ha)	LD99,99 (g ú.l./ha)
Jihočeský kraj	8	52,08	2,92	4,38	9,82	48,18	75,99	1520,81
Jihomoravský kraj	16	70,42	35,75	4,06	3,08	50,36	133,47	188152,29
Královéhradecký kraj	5	68,12	7,91	4,2	5,11	18,96	28,22	453,02
Liberecký kraj	1	86,74	31,46	4	2,023	14,623	25,619	971,45
Moravskoslezský kraj	11	48,32	13,35	4,55	7,9	35,95	57,24	1476,46
Olomoucký kraj	9	62,57	11,35	4	5,9	45,03	88,16	13099,41
Pardubický kraj	4	52,11	28,77	4,25	4,96	73,97	168,27	43569,92
Zlínský kraj	3	63,52	26,86	4	3,72	19,86	32,39	896,37
Středočeský kraj	7	50,11	8,53	4,43	18,24	4433,05	25307,98	579075,39
Ústecký kraj	1	37,67	2,45	5	11,641	48,022	71,764	970,47
kraj Vysočina	13	70,83	35,1	4,08	3,69	39,51	73,08	14384,82
Plzeňský kraj	4	69,17	34,17	3,75	3,33	77,45	204,32	148262,20
Karlovarský kraj	0	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

kraj	počet populací (= n)	kontakt. lab. účinnost max. registr. dávky 7,5 g ú.l./ha (%)	kontakt. lab. účinnost dávky 1,5 g ú.l./ha (%)	st. rezistence dle IRAC*	LD50 (g ú.l./ha)	LD90 (g ú.l./ha)	LD95 (g ú.l./ha)	LD99,99 (g ú.l./ha)
Praha (ČR)	0	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
ČR - průměr	82	61,47	21,54	4,2	6,43	419,02 (bez min a max hodnot 44,92)	2245,1 (bez min a max hodnot 91,88)	99652,36 (bez min a max hodnot 51568,26)

*Dle IRAC je celkem 5 stupňů: st. 1 = vysoce citlivá populace (laboratorní účinnosti 100% dávky i 20% dávky vyjádřené dle Abbotta musí dosáhnout hodnoty 100 %); st. 2 = citlivá populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta musí dosáhnout hodnoty 100 %; laboratorní účinnost 20% dávky vyjádřená dle Abbotta je pod hodnotou 100 %); st. 3 = středně rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta se pohybuje v intervalu od 90 do 99,99 %); st. 4 = rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta se pohybuje v intervalu od 50 do 89,99 %); st. 5 = vysoce rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta je pod hodnotou 50 %).