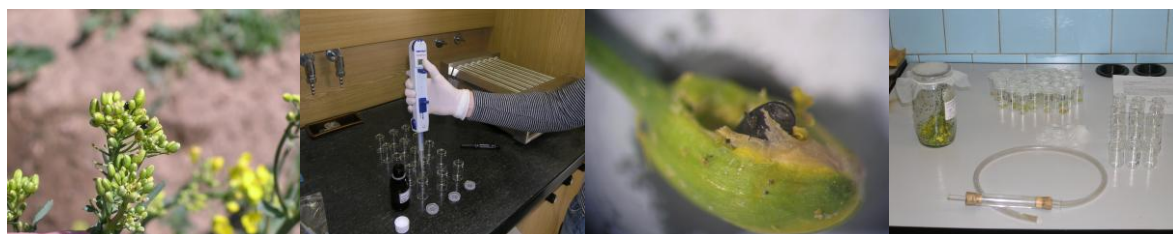




Mapa s odborným obsahem

Výsledky testování citlivosti blýskáček (*Meligethes* spp.) na pyrethroid tau-fluvalinate 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 pyrethroid tau-fluvalinate v roce 2013

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

Ing. Marek Seidenglanz (8 %), Ing. Jana Poslušná (4 %), Ing. Pavel Kolařík (8 %), doc. Ing. Jiří Rotrekl, CSc. (4 %), Ing. Eva Hrudová, Ph.D. (6 %), Ing. Pavel Tóth, Ph.D. (6 %), Ing. Jiří Havel, CSc. (10 %), Ing. Eva Plachká, Ph.D. (2 %), 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: 978-80-87360-28-6

© 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

Anotace	4
Annotation.....	4
Úvod	6
I. Cíl	9
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.....	10
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 2012 a praktická doporučení	27
III. Vyjádření se k novosti postupů	29
IV. Závěr.....	29
V. Oponenti předkládané mapy s odborným obsahem	29
VI. Literatura.....	30
VII. Seznam publikací, které předcházely mapě s odborným obsahem.....	31
VIII. Přílohy	33

Anotace

Seidenglanz et al. (2014): Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyrethroid tau-fluvalinate v ČR v roce 2013

Předkládaná mapa s odborným obsahem vychází z výsledků získaných při řešení projektu NAZV MZe ČR č. QJ1230077. Shrnuje a interpretuje výsledky testování citlivosti populací blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyrethroid tau-fluvalinate laboratorní metodou *Adult vial test* (lahvičkový test, metoda podle IRAC č. 011 verze 3). Při testech byla porovnávána citlivost 63 populací odebraných na různých lokalitách ČR v roce 2013. Účinná látka tau-fluvalinate je součástí v ČR registrovaného přípravku Mavrik 2 F (240 g ú.l./l). Na blýskáčky v řepce je tau-fluvalinate registrován v dávce 48 g ú.l./ha. Tato dávka v testech sloužila jako základní testovaná dávka (= 100% dávka). Od této dávky se odvíjelo sestavení celého testovaného spektra: 0% (kontrola), 4% (1,92 g ú.l./ha), 20% (9,6 g ú.l./ha), 100% (48 g ú.l./ha), 500% (240 g ú.l./ha). Pyrethroid tau-fluvalinate se neřadí do skupiny esterických pyrethroidů, i když se jim z hlediska molekulární stavby velmi podobá. V současné době není zcela jasné, jestli existuje mezi esterickými pyrethroidy a tau-fluvalinatem křížová rezistence. 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; tau-fluvalinate; pyrethroid; 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 tau-fluvalinate in the Czech Republic in 2013

This specialized map is based on the results of research project no. QJ1230077 granted by the Czech Ministry of Agriculture through the Grant Agency NAZV. The map summarizes and interprets results of pollen beetle's (*Meligethes* spp.) susceptibility testing to pyrethroid Tau-fluvalinate in the Czech Republic in 2013. The used laboratory method was IRAC Adult vial test no. 011 version 3. In total 63 *Meligethes* populations sampled on different localities in the Czech Republic were compared. The active ingredient Tau-fluvalinate is registered in CZ (Mavrik 2 F, 240 g a.i./L) against pollen beetles on oilseed rape at dose: 48 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% (1,92 g a.i./ha), 20% (9,6 g a.i./ha), 100% (48 g a.i./ha), 500% (240 g a.i./ha). The pyrethroid Tau-fluvalinate is not a member of group of esteric pyrethroids, even if its molecular pattern is very similar to the insecticides from the group. At now it is not clear if there is a cross resistance between the Tau-fluvalinate and esteric pyrethroids. This map is compiled to be understandable to agricultural experts: Specialists from Central institute for Supervising and Testing 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.; resistance; tau-fluvalinate; pyrethroid; Adult-vial test; IRAC; IRAC method 011 version 3.

Úvod

V minulosti byla ochrana řepky proti blýskáčkům v Evropě založena hlavně na aplikaci pyrethroidních insekticidů (přesněji řečeno esterických pyrethroidů; pyrethroid tau-fluvalinate patří mezi pyrethroidy, ale neřadí se do skupiny nejvíce rezistencí ohrožených esterických pyrethroidů). Hlavním důvodem byla omezená dostupnost insekticidů s odlišným mechanismem účinku, které by mohly být plně využitelné v ochraně proti nim. Esterické pyrethroidy až do období registrace neonikotinoidů (acetamiprid, thiacloprid) neměly plnohodnotnou alternativu k prostřídávání. Působily tak jako silný a dlouhodobý selekční tlak. Z historie záznamů o fenoménu rezistence vyplývá vysoká pravděpodobnost pozbytování 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 pyrethroidy (esterické) v Evropě jsou obvykle považovány záznamy o jejich selhání v polních podmínkách v regionu *Champagne* v severovýchodní Francii, které jsou datovány do roku 1999. Vzhledem k tomu, že esterické pyrethroidy 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 pyrethroidy (esterické). 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 intenzivně 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 intenzivně. 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 pyrethroidy (esterické) i v těchto zemích.

Od roku 2008, kdy začal probíhat monitoring citlivosti blýskáčků na esterické pyrethroidy (lambda-cyhalothrin, deltamethrin), patří ČR mezi země s potvrzeným výskytem signifikantně méně citlivých populací blýskáčků na tuto skupinu pyrethroidů. Od počátku monitoringu byla zjištěna snížená účinnost těchto pyrethroidů 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 esterický pyrethroid lambda-cyhalothrin na celém území ČR. Mezi lety 2008 a 2013 docházelo ke stálému zhoršování situace.

Mechanismus rezistence blýskáčků proti pyrethroidům

V souvislosti s rezistencí hmyzích škůdců (nejen blýskáčků) proti pyrethroidům 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 pyrethroidům 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. Pyrethroid 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 středoevropských populací blýskáčků se zřejmě tento typ rezistence nevyskytuje.

U evropských blýskáčků je nejdůležitějším typem rezistence metabolická rezistence. Ve vývoji metabolické rezistence hrají u hmyzu zásadní roli 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 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 pyrethroidní 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 specifikitu. 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 pyrethroidy místo již neúčinných esterických pyrethroidů. V jiných oblastech může rezistence zahrnovat pyrethroidy bez výjimky a dokonce zahrnovat i jiné skupiny insekticidů, které mohou být použity jako alternativa za pyrethroidy (neonikotinoidy, pymetrozine, indoxacarb).

Monooxygenázy cytochromu P₄₅₀ byly nalezeny ve všech říších životních forem, tj. u archeí, bakterií, hub, rotlin 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 pyrethroidům (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 (pyrethroidy, organofosfáty, neonikotinoidy 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).

V případě této mapy se jedná o pyrethroid tau-fluvalinate. Tato účinná látka je součástí přípravku Mavrik 2 F (240 g ú.l./l). Testování citlivosti českých populací blýskáčků na ne-esterický pyrethroid tau-fluvalinate začalo v rámci projektu NAZV č. QJ1230077 v roce 2012. Je velkou otázkou, jestli potvrzená výrazně snížená citlivost českých populací blýskáčků na esterické pyrethroidy (lambda-cyhalothrin, deltamethrin, cypermethrin, alpha-cypermethrin, zeta-cypermethrin, gamma-cyhalothrin) bude příčinou (resp. bude spojena s) nižší citlivosti blýskáčků na relativně nový ne-esterický pyrethroid tau-fluvalinate. Na blýskáčky v řepce je tau-fluvalinate registrován v dávce 48 g ú.l./ha. Tato dávka v testech sloužila jako základní testovaná dávka (= 100% dávka). Od této dávky se odvíjelo sestavení celého testovaného spektra: 0% (kontrola), 4% (1,92 g ú.l./ha), 20% (9,6 g ú.l./ha), 100% (48 g ú.l./ha), 500% (240 g ú.l./ha). Pyrethroid tau-fluvalinate se neřadí do skupiny esterických pyrethroidů, i když se jim z hlediska molekulární stavby velmi podobá. Z literárních zdrojů není zcela jasné, jestli existuje mezi esterickými pyrethroidy a tau-fluvalinatem křížová rezistence. Zimmer & Nauen, 2011a,b použili v jedné ze svých posledních prací tuto formulaci: tau-fluvalinate se zdá být méně ovlivněný křížovou rezistencí. Z praktického hlediska se jedná o velmi důležitou otázku, neboť odpověď na ní bude rozhodující z hlediska možnosti využívání tau-fluvalinatu v rámci antirezistentních strategií v oblastech, kde zcela selhávají esterické pyrethroidy. A to se týká (rok 2011 – 2013) velké části území ČR (viz mapy pro lambda-cyhalothrin 2011–13 a mapy pro cypermethrin 2012–13).

I. Cíl

Předkládaná mapa by mělo sloužit 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). Současně by měla také sloužit odborné veřejnosti (pěstitelé, výzkum, poradenství) jako důležitý zdroj aktuálních informací. Proto je přístup k údajům 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 (déšť, 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 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 tau-fluvalinate byl lahvičkový test (*adult-vial-test*) doporučovaný pro pyrethroidy *International Resistance Action Committee* (IRAC), která koordinuje práce v oblasti hodnocení rezistence hmyzu proti insekticidům v Evropě. Pro pyrethroidy je určena Metoda č. 11 (Met 011, verze 3; originál verze na: <http://www.irac-online.org>). Roztoky tau-fluvalinatu (pracovalo se s komerční formulací Mavrik 2F) 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 voda (velmi nízký podíl) a 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 (stejně jako v roce 2012) byla účinná látka tau-fluvalinate aplikována v následujících dávkách: 0% (kontrola, do lahviček pouze aceton, postupný výpar), 4% (1,92 g ú.l./ha), 20% (9,6 g ú.l./ha), 100% (48 g ú.l./ha, registrovaná dávka pro tau-fluvalinate na blýskáčky v řepce ozimé v ČR; současně běžná evropská polní dávka), 500% (240 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, ZS Kluky). Na těchto pracovištích pak probíhala vlastní příprava testovacích sad (lahviček). Výjimkou byla ZS Kluky, pro toto pracoviště byly testovací sady připraveny 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 + malý podíl vody). 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 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 (M)*: 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 (LD₅₀, LD₉₀, LD₉₅ 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 63 populací blýskáčků odebraných na různých lokalitách v České republice. Lokality, na kterých byly provedeny sběry blýskáčků, 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 1–7). Na elektronické mapě (aplikace Google) jsou v legendě vlevo jednotlivé lokality seřazeny dle abecedy.



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 tau-fluvalinate, resp. ne všechny výsledky testů bylo možné (např. z důvodu mortality brouků na kontrolách) do hodnocení zařadit. V této práci je celkově porovnáváno 63 populací z různých lokalit v ČR. Čísla lokalit uvedená v obou tabulkách a všech grafech si navzájem odpovídají.

II.2. Výsledky

Výsledky testování jsou shrnuty do tabulek 1 a 2 a do grafů 1–7 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 tau-fluvalinate 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
Trutnov I (TU)	3	87,54	97,30	100,00	3	5,15	9,61	11,46
Horka (OL)	4	64,23	85,56	100,00	4	4,10	47,84	96,01
Konice (PV)	5	80,56	97,73	100,00	3	6,53	15,95	20,54
Moravská Třebová (SY)	6	81,25	87,50	100,00	4	3,99	8,60	10,69
Velká Jesenice (NA)	7	63,50	94,87	100,00	3	5,89	19,13	26,71
Ráby (PU)	8	67,60	83,33	100,00	4	7,81	35,50	54,52
Rapotín (SU)	10	80,00	100,00	100,00	2	5,23	13,01	16,84
Uničov (OL)	11	45,83	100,00	100,00	2	8,67	30,10	42,83
Šternberk (OL)	12	41,79	69,48	100,00	4	16,21	87,51	141,13
Rybná nad Zdobnicí (RK)	13	97,14	100,00	100,00	2	1,08	4,62	6,99
Jičín (JC)	14	76,67	96,77	100,00	3	4,43	20,44	31,52
Turnov (SM)	15	92,05	95,56	100,00	3	2,73	6,74	8,68
Troubsko (BO)	18	60,00	86,67	100,00	4	2,52	61,18	151,19
Přibyslavice (TR)	19	53,33	93,33	100,00	3	3,23	47,43	101,58
Řehořov (JI)	20	43,33	96,67	100,00	3	7,23	41,37	67,84
Nové Veselí (ZR)	21	50,00	100,00	100,00	2	4,35	32,99	58,59
Lavičky (ZR)	22	56,67	93,33	100,00	3	3,38	43,42	89,51
Nové Sady (ZR)	23	30,00	83,33	100,00	4	12,48	82,03	139,89
Zahradiště (ZR)	24	73,33	96,67	100,00	3	3,97	22,74	37,30
Zakřany (BO)	25	63,33	80,00	100,00	4	7,79	61,90	111,40
Čechočovice (TR)	26	53,33	86,67	100,00	4	9,51	50,31	80,68
Ivančice (BO)	27	34,38	83,33	100,00	4	8,58	66,98	119,94
Hory (TR)	28	66,67	80,00	100,00	4	5,74	63,77	126,20
Náměšť nad Oslavou (TR)	30	46,67	80,00	100,00	4	9,48	79,83	146,03

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
Slavičky (TR)	31	36,67	90,00	100,00	3	10,80	56,33	89,98
Moravský Krumlov (ZN)	32	36,67	86,67	100,00	4	13,90	54,76	80,78
Perna (BV)	33	30,00	86,67	100,00	4	15,32	57,87	84,35
Znojmo (ZN)	34	33,33	86,67	100,00	4	13,63	60,33	91,98
Novosedly (BV)	35	56,67	96,67	100,00	3	3,33	35,58	69,65
Úvaly (BV)	36	16,67	86,67	100,00	4	18,66	63,07	89,08
Skalice (ZN)	37	16,67	66,67	100,00	4	27,71	96,51	137,46
Starovice (BV)	38	46,67	80,00	96,67	4	4,61	150,73	405,07
Bernartice (JE)	39	97,14	100,00	100,00	2	3,93	7,17	8,51
Uhelná (JE)	40	91,43	100,00	100,00	2	4,08	9,09	11,41
Vikýřovice (SU)	41	21,43	100,00	100,00	2	13,26	33,80	44,07
Trutnov II (TU)	42	75,45	97,67	100,00	3	5,56	13,91	18,04
Bravantice (NJ)	46	24,32	100,00	100,00	2	12,12	34,71	46,76
Mošnov II (NJ)	47	23,08	100,00	100,00	2	13,19	31,68	40,62
Sosnová I (OP)	48	49,28	98,00	100,00	3	8,98	23,07	30,16
Bohušov u Osoblahy I (BR)	49	56,96	92,18	100,00	3	8,74	22,44	29,31
Valašské Meziříčí (VS)	50	82,35	95,45	100,00	3	6,20	19,80	27,51
Bohušov u Osoblahy II (BR)	51	66,67	97,06	100,00	3	8,06	20,96	27,49
Šilheřovice (OP)	52	92,68	100,00	100,00	2	4,33	8,74	10,67
Sosnová II (OP)	53	97,14	100,00	100,00	2	3,67	7,01	8,43
Rudná p. Pradědem (BR)	54	70,59	97,06	100,00	3	5,62	16,06	21,64
Mošnov I (NJ)	55	82,05	100,00	100,00	2	5,37	12,05	15,15
Rohov (OP)	56	44,12	100,00	100,00	2	9,78	25,24	33,02

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
Vítkov (OP)	57	90,91	100,00	100,00	2	4,54	9,31	11,52
Hlinsko pod Hostýnem (KM)	58	94,59	100,00	100,00	2	2,63	7,36	9,85
České Budějovice (CB)	61	71,67	96,67	100,00	3	2,43	17,38	30,37
Tismice (KO)	76	43,33	96,67	100,00	3	6,32	43,42	74,98
Krč (PI)	82	76,67	86,67	100,00	4	8,33	33,04	48,83
Michalovice (MB)	83	70,00	100,00	100,00	2	6,22	16,64	22,00
Osek (RO)	84	26,67	66,67	93,33	4	22,32	199,29	370,71
Sepekov (PI)	85	56,67	90,00	100,00	3	4,26	50,69	102,29
Zalužany (PB)	86	73,33	96,67	100,00	3	3,07	23,00	40,72
Brno - Mokrá Hora (BO)	89	76,67	93,33	100,00	3	5,27	25,39	39,66
Žabčice (BO)	90	46,67	90,00	100,00	3	9,94	47,57	74,15
Česká Třebová - Semanín (UO)	93	73,87	83,87	100,00	4	4,61	10,22	12,81
Radvanice (PR)	95	46,67	86,67	100,00	4	7,99	62,73	112,50
Vyškov (VY)	96	50,92	92,86	100,00	3	7,61	23,27	31,95
Popovice (BO)	97	76,33	86,67	100,00	4	3,46	10,32	14,06
Bystřice pod Pernštejnem (ZR)	98	24,94	63,96	100,00	4	15,33	51,82	73,19
CZ průměry		59,64	91,37		3,11	7,7	38,82 (bez min a max hodnoty: 36,75)	66,49 (bez min a max hodnoty: 61,91)

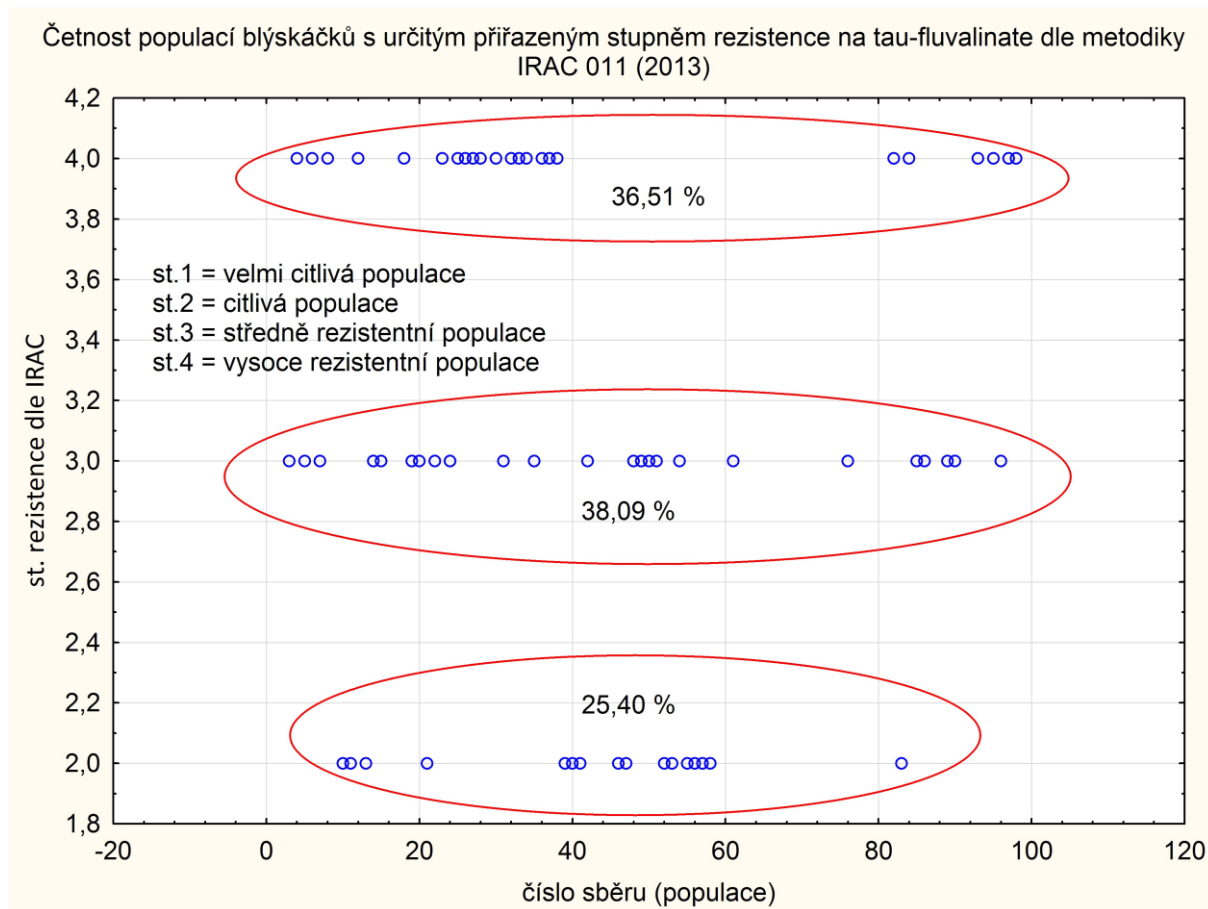
*Dle IRAC je celkem 5 stupňů: st. 1 = vysoce citlivá populace (laboratorní účinnosti 100% dávky i 20% dávky vyjádřené dle Abbotta musí dosáhnout hodnoty 100 %); st. 2 = citlivá populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta musí dosáhnout hodnoty

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.

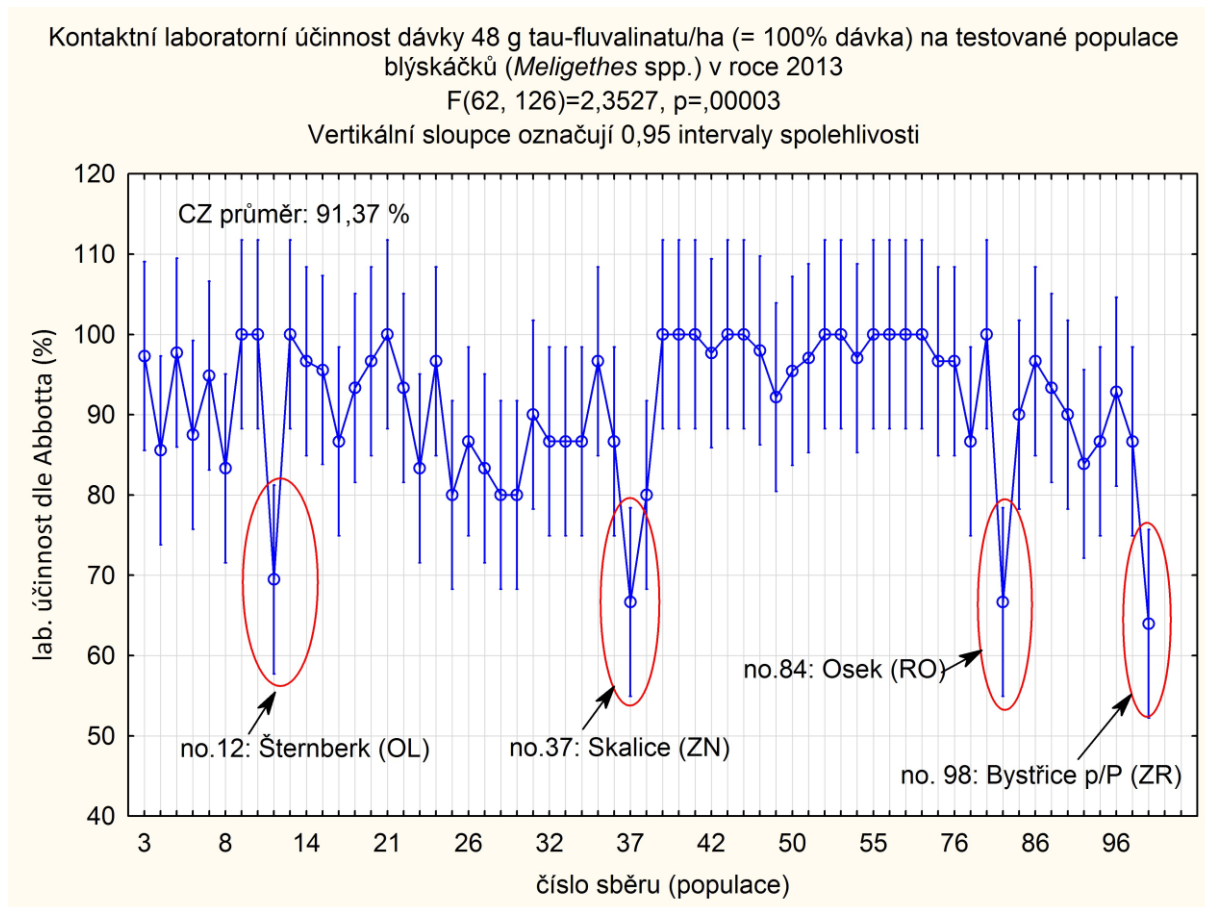
Z výsledků testování uvedených v tabulce 1 a grafu 1 vyplývá, že dle kategorizace IRAC převládaly v souboru populace středně rezistentní (st. 3: 38,09 %; světle modré body na elektronické mapě) a rezistentní (st. 4: 36,51 %; tmavě modré body na elektronické mapě). Byl zaznamenán také poměrně vysoký podíl populací citlivých (st. 2: 25,40 %; žluté body na elektronické mapě). Nebyly zaznamenány žádné populace velmi citlivé (st. 1) ani vysoce rezistentní (st. 5). Z meziročního srovnání (2012–2013) podílů jednotlivých kategorií populací vyplývá, že došlo spíše ke zhoršení situace. V roce 2013 nebyla zaznamenána ani jedna velmi citlivá populace (v roce 2012 jedna taková populace v souboru byla) a poměrně výrazně poklesl podíl citlivých populací (snížení z 33,75 na 25,40 %). Naopak v roce 2013 výrazně vzrostl podíl středně rezistentních populací (zvýšení z 30 na 38,09 %) a podíl rezistentních populací (zvýšení z 28,75 na 36,51 %). Nárůst středně rezistentních populací (st. 3) byl zřejmě způsoben přesunem části populací citlivých (st.2) do této kategorie – to je nejvíce varující z tohoto srovnání. Nárůst populací rezistentních (st.4) není zřejmě až tak nepříjemnou zprávou, neboť tento nárůst byl meziročně víceméně kompenzován úbytkem populací vysoce rezistentních (snížení z 6,25 na 0,00 %). Sečtou-li se podíly populací klasifikovaných st.4 a st.5 v obou letech, není zde výrazný rozdíl (zvýšení z 35 na 36,51 %).

Jakým podílem testovaných populací (2013) 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 tau-fluvalinate 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 č. 011 version 3 (2013, 63 populací otestováno).

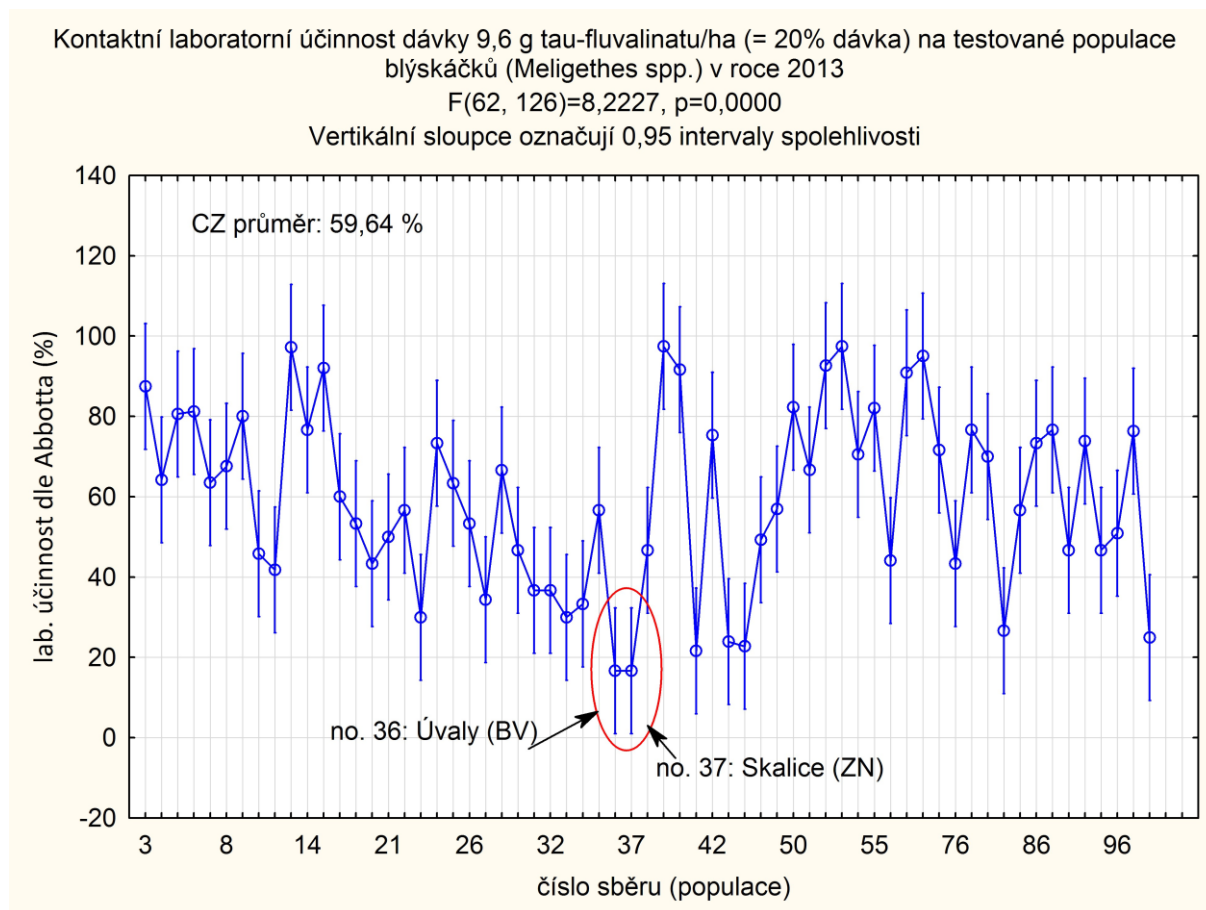
Z tabulky 1 a grafu 2 je zřejmé, že průměrná laboratorní kontaktní účinnost 100% dávky (tj. 48 g ú.l./ha; registrovaná dávka na blýskáčky v ČR) byla v roce 2013 91,37 (CZ průměr za 2012: 88,06%). Zaznamenaná průměrná účinnost dosažená touto dávkou v roce 2013 byla tedy, což je pozitivní, vyšší než v roce 2012. Příčinou tohoto nárůstu byla nepřítomnost vysoce rezistentních populací v souboru z roku 2013. V roce 2012 bylo v souboru 9 populací, na něž tato dávka působila méně než z 60 %. Takové populace v souboru z roku 2013 chyběly (proč – nedokážeme vysvětlit), což se projevilo celkovým nárůstem průměrné hodnoty účinnosti registrované dávky i přesto, že meziročně poklesl podíl populací, na něž tato dávka působila ze 100%. Z grafu 2 je také patrné, že rozdíly v účinnosti registrované dávky byly mezi některými sběry průkazné (ANOVA, Tukey test, $F = 2,3527$; $p < 0,05$, konfidenční limity v grafu se neprotínají). To je velmi důležité, protože to vypovídá o tom, že některé populace v souboru reagují na tuto látku statisticky významně odlišně–některé populace byly tedy průkazně méně citlivé než jiné.



Graf 2 - Srovnání hodnot laboratorních kontaktních účinností dosažených u jednotlivých populací blýskáčků dávkou tau-fluvalinatu registrovanou v ČR na blýskáčky (48 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 č. 011 version 3 (2013, 63 populací otestováno).

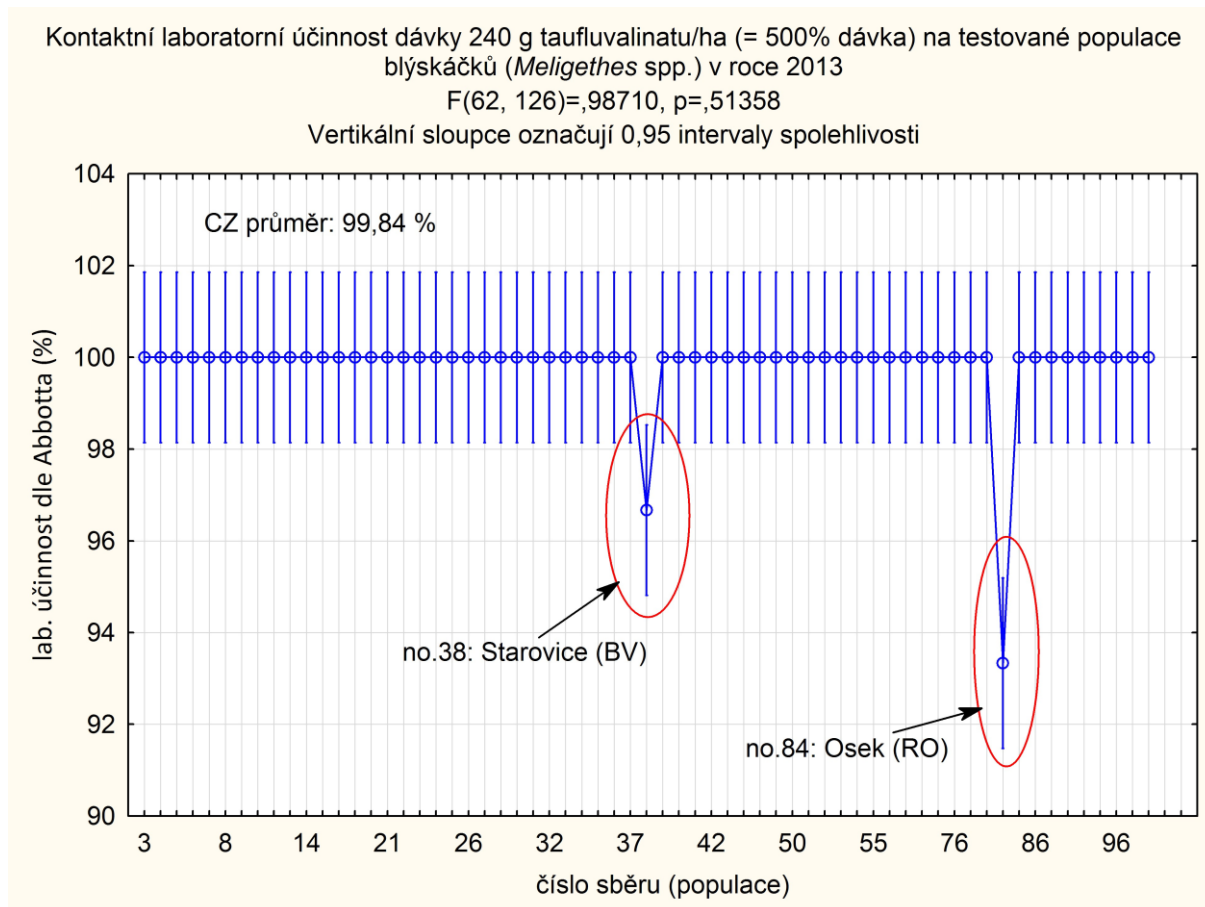
Z tabulky 1 a z grafu 3 je dále zřejmé, že průměrná laboratorní účinnost 20% dávky (= 9,6 g ú.l./ha) byla 53,34 % (CZ průměr za 2012: 53,34 %). Zaznamenaná průměrná účinnost dosažená touto dávkou v roce 2013 byla tedy, což je pozitivní, vyšší než v roce 2012. Vysvětlení je stejné jako v předcházejícím případě u účinnosti dávky registrované. Z grafu 3 je také patrné, že rozdíly v účinnosti 20% dávky byly mezi některými sběry statisticky významné (ANOVA a následně parametrický Tukey test, $p<0,05$) a obecně mnohem výraznější než v případě registrované dávky (hodnoty v tomto grafu více kolísají než v grafu předchozím). Je zde možné nalézt populace, u nichž byla 20% dávkou dosažena velmi vysoká účinnost (těsně pod 100 %), ale také populace, na které tato dávka působila velmi slabě (pod 20 %; v roce 2012 byly zaznamenány i hodnoty pod 10 %). To signalizuje, že se něco děje, že v testovaném souboru dochází k posunům v citlivosti. Na počátku vývoje rezistence jsou tyto posuny lépe patrné na nižších dávkách. Příčinou je, že se v některých populacích nachází

vyšší podíl jedinců schopných odolávat 20% i 100% dávkám tohoto insekticidu (v testech postihován pouze kontaktní efekt).



Graf 3 - Srovnání hodnot laboratorních kontaktních účinností dosažených u jednotlivých populací blýskáčků 20% dávkou tau-fluvalinatu (9,6 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 č. 011 version 3 (2013, 63 populací otestováno).

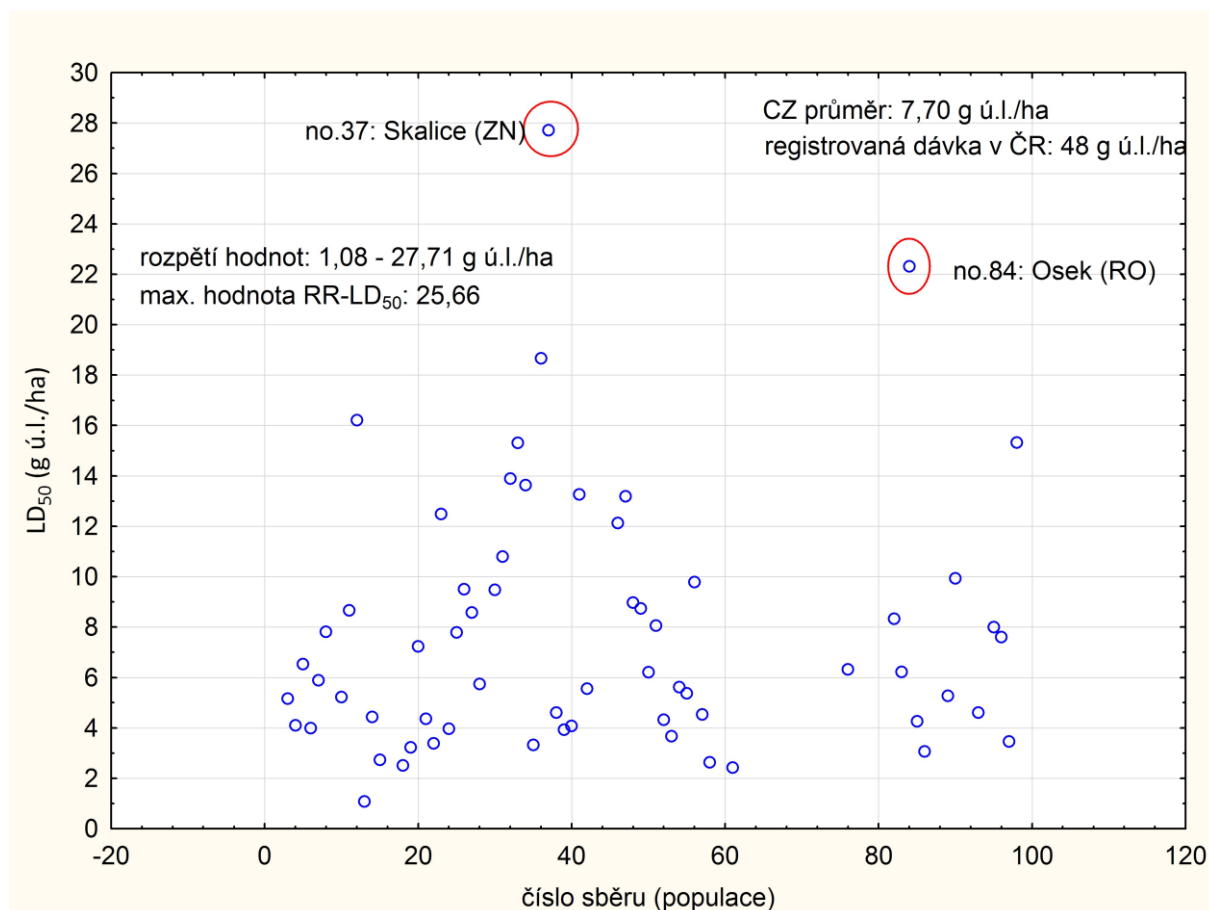
Z tabulky 1 je dále zřejmé, že průměrná laboratorní účinnost 500% dávky (240 g ú.l./ha) byla za celý soubor 99,84 % (CZ průměr za 2012: 99,13 %). Z grafu 4 je patrné, že tato dávka měla signifikantně nižší účinek jen na jednu populaci v souboru (č. 84: Osek, RO), jinak byly rozdíly statisticky nevýznamné, respektive žádné. Na 61 z 63 populací byla tato dávka plně účinná (100



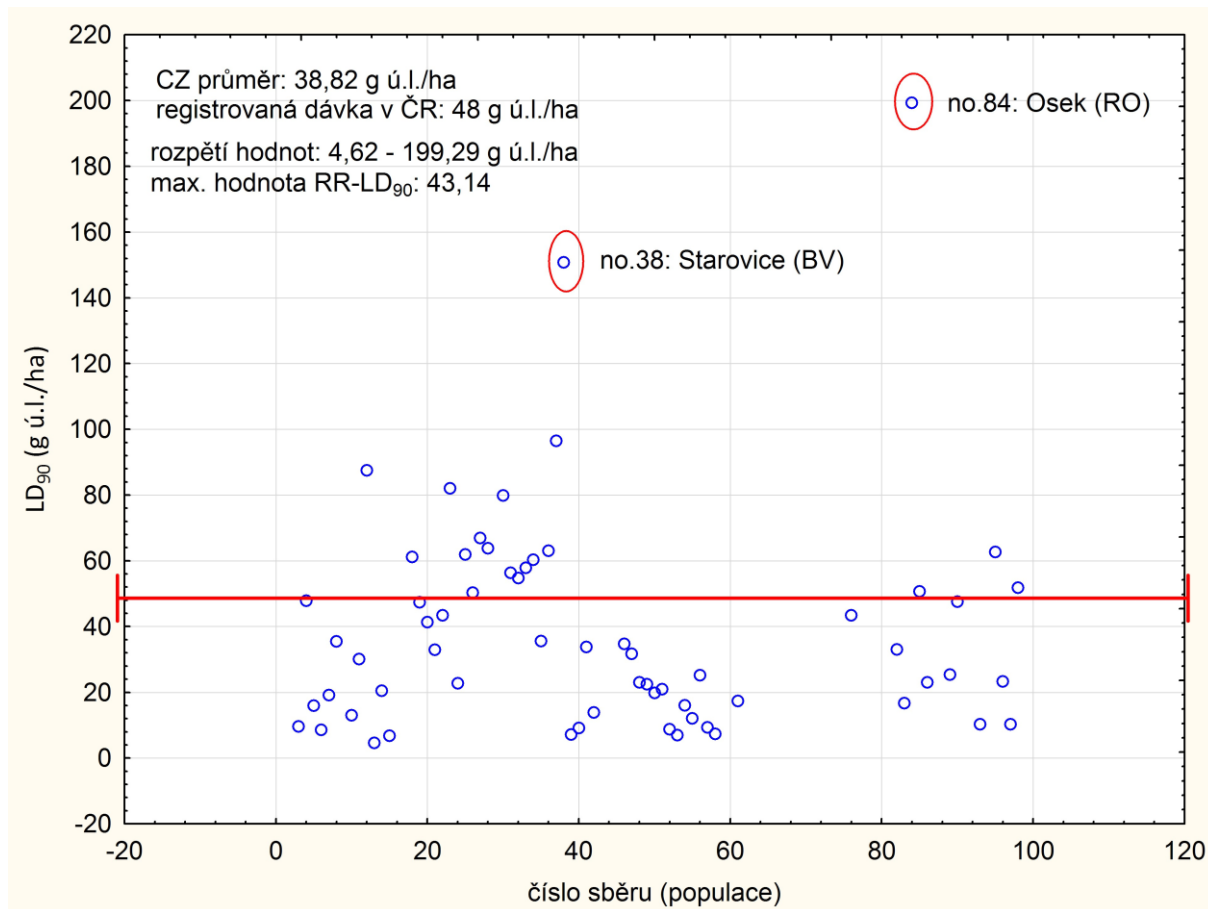
Graf 4 - Srovnání hodnot laboratorních účinnosti dosažených u jednotlivých populací blýskáčků 500% dávkou tau-fluvalinatu (240 g ú.l./ha). Čísla lokalit uvedených v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2); použitá metoda *Adult vial test* IRAC č. 011 version 3 (2013, 63 populací otestováno).

Z grafu 5 je patrné rozložení hodnot LD_{50} (g ú.l./ha) v souboru. Průměrná hodnota LD_{50} za rok 2013 byla 7,70 g ú.l./ha. Hodnoty LD_{50} se pohybují se v rozmezí od 1,08 g ú.l./ha (populace č. 13) do 27,71 g ú.l./ha (populace č. 37). Z poměru mezi hodnotami LD_{50} odhadovanými pro nejméně citlivou a nejvíce citlivou populaci vyplývá maximální hodnota rezistenčního poměru (=Resistance Ratio, RR) v souboru. Populace č. 81 (Skalice, ZN) je zhruba 26x méně citlivá k tau-fluvalinatu než nejcitlivější populace č. 13 (Rybná nad Zdobnicí, RK). Kolísání hodnot RR v souboru může leccos naznačit o vývoji rezistence v monitorované oblasti (v tomto případě celé ČR). Jestliže hodnoty RR (vztahované k hodnotám LD_{50}) vyjádřené pro jednotlivé populace přesahují u většího podílu populací v souboru hodnotu 10, znamená to, že se v dané oblasti rezistence má tendenci etablovat. V tomto souboru byly hodnoty RR_{LD50} přesahující hodnotu 10 zaznamenány u 13 populací (to je 20,63 % populací). Z toho vyplývá jasné varování: populace blýskáčků v ČR směřují k vyšším úrovním rezistence – to, jestli k tomu skutečně dojde, velmi výrazně ovlivní míra selekčního

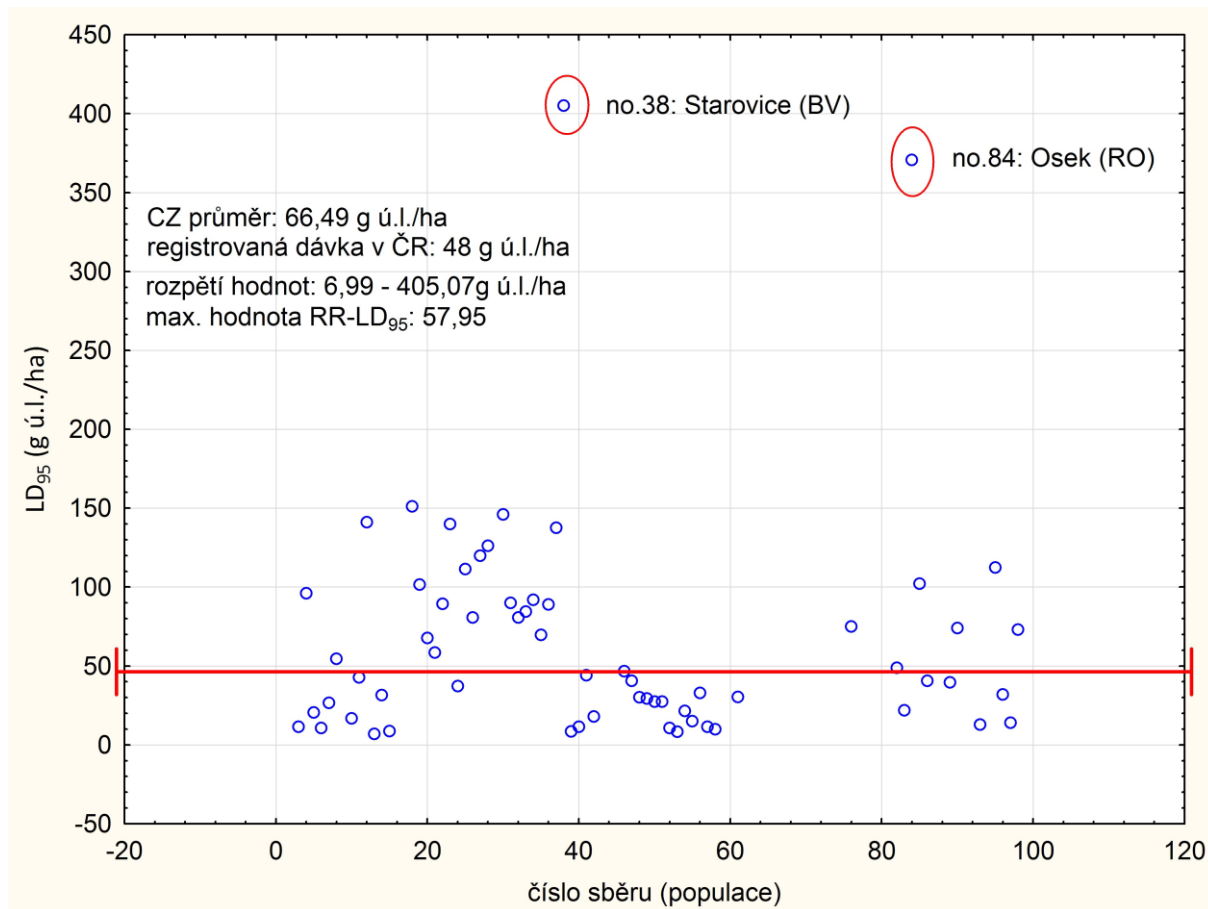
tlaku, které budou české populace blýskáčků vystavovány v následujících letech (2014 a dále). Dodržovat antirezistentní strategie (zařadit a střídat účinné látky s jiným mechanismem účinku než mají pyretroidy) je v tomto ohledu nezbytné.



Graf 5 - Srovnání hodnot LD₅₀ (v g ú.l./ha) pro tau-fluvalinate odhadovaných (probitová regrese) pro porovnávané populace blýskáčků. Registrovaná dávka pro tau-fluvalinate je 48 g ú.l./ha. Čísla lokalit uvedená v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2); použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC č. 011 version 3 (2013, 63 populací otestováno).



Graf 6 - Srovnání hodnot LD₉₀ (v g ú.l./ha) pro tau-fluvalinate odhadovaných (probitová regrese) pro porovnávané populace blýskáčků. Červená čára vymezuje registrovanou dávku pro tau-fluvalinate (48 g ú.l./ha). Čísla lokalit uvedená v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2); použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC č. 011 version 3 (2013, 63 populací otestováno).



Graf 7 - Srovnání hodnot LD₉₅ (v g ú.l./ha) pro tau-fluvalinate odhadovaných (probitová regrese) pro porovnávané populace blýskáčků. Červená čára vymezuje registrovanou dávku pro tau-fluvalinate (48 g ú.l./ha). Čísla lokalit uvedená v grafu (osa x) souhlasí s čísly lokalit uvedenými v tabulce 1 (sloupec 2); použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC č. 011 version 3 (2013, 63 populací otestováno).

Z grafů 6 a 7 (částečně také z tabulky 1 a z elektronické mapy) je patrný rozptyl hodnot LD₉₀ a LD₉₅ odhadovaných pro tau-fluvalinate v testovaném souboru (odhad proveden probitovou regresí, PoloPlus, LEORA software). Prakticky důležité je porovnání těchto letálních dávek s registrovanou dávkou. U významného podílu českých populací hodnoty LD₉₀₋₉₅ převyšují registrovanou dávku. Pro 30,16 % populací byly odhadnuty hodnoty LD₉₀ vyšší než registrovaná dávka (48 g ú.l./ha). Pro 42,86 % populací byly odhadnuty hodnoty LD₉₅ vyšší než tato dávka. Pro 20,64 % populací byly hodnoty LD₉₅ dokonce vyšší než 100 g ú.l./ha. To dává předpoklad na možné problémy i v polních podmínkách.

Výsledky testování citlivosti blýskáčků na tau-fluvalinate v roce 2013 jsou v podobě zprůměrovaných dat pro jednotlivé kraje ČR a ČR celkem seřazeny v tabulce 2. Tato tabulka je umístěna až na konci tohoto dokumentu jako příloha 1.

II.2.1. Elektronická mapa s odborným obsahem

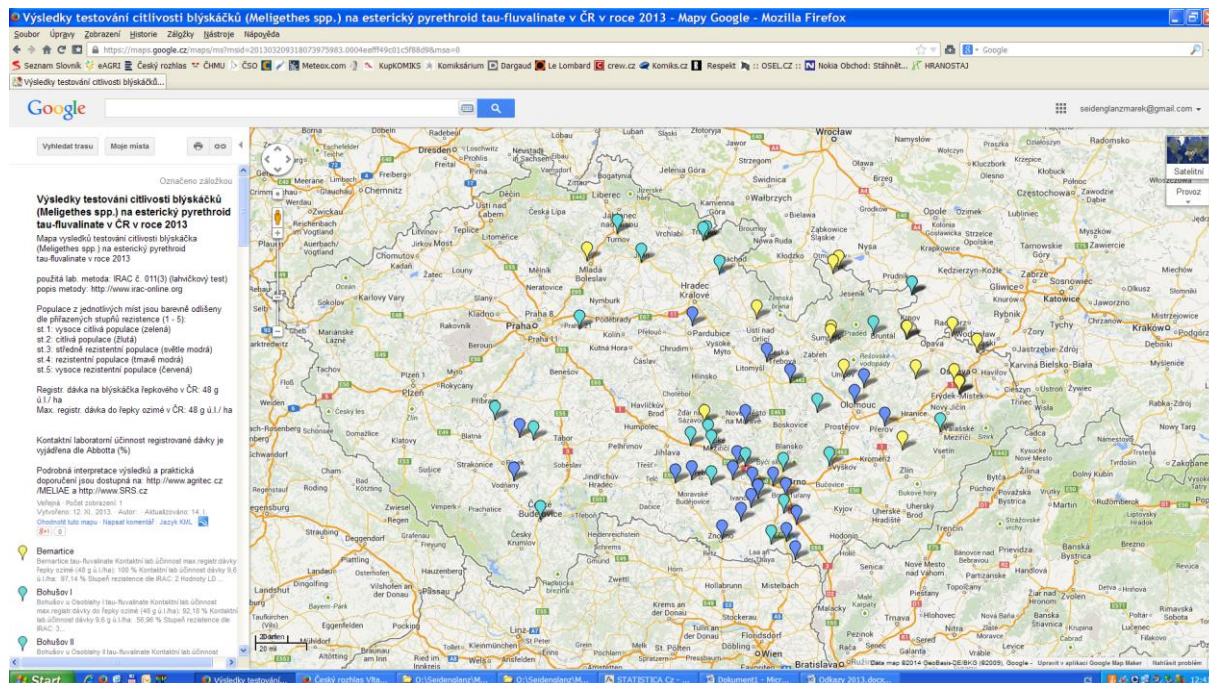
Elektronická mapa i kompletní doprovodný dokument (tj. tento dokument) slouží k podrobné interpretaci dat na elektronické mapě prezentovaných jsou volně přístupné (bezplatně) na těchto adresách:

- A) Na adrese organizace zastřešující řešitelský tým: <http://www.agritec.cz> (též na <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:

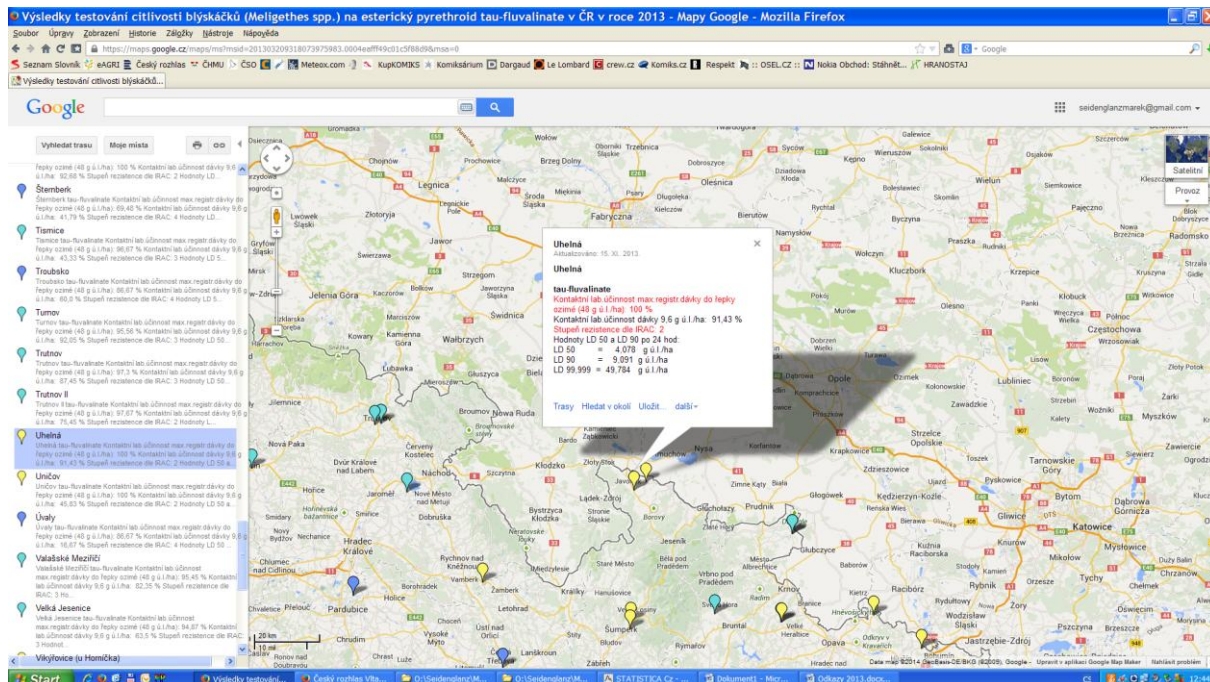
- 1) Zvolit výše uvedenou www stránku, např.: <http://www.agritec.cz>.
- 2) Zde vybrat a zvolit vhodnou mapu, v tomto případě: **Taufluvalinate; blýskáček; 2013, mapa rezistence** (je více map: při výběru se řídit druhem testované insekticidní účinné látky a druhem testovaného hmyzu a rokem testování).
- 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; současně je zde www odkaz na doprovodný text s podrobnou interpretací výsledků).
- 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 tau-fluvalinate 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).

Ukázky práce s elektronickou mapou:



Obr. 2 - Na mapě (server Google) jsou vyznačeny lokality, ze kterých byly odebrány vzorky populací blýskáčků testovaných na citlivost na tau-fluvalinate. Barva bodů koresponduje s přiřazenými stupni rezistence (st. 1–5) dle metodiky IRAC č. 011 version 3. Červené body označují populace vysoce rezistentní (st. 5), tmavě modré body populace rezistentní (st. 4), světle modré body populace středně rezistentní (st. 3), žluté body populace citlivé (st. 2), zelené body populace vysoce citlivé (st. 1). Z mapy je dobře patrná četnost i distribuce vysoce různě citlivých, resp. rezistentních populací na testovanou účinnou látku v ČR v roce 2013. V levé, textové části, se nachází legenda k mapě. Je tam uveden stručný popis toho, co je možné na mapě vidět a jakou metodou byly získány výsledky na mapě prezentované.

Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyrethroid tau-fluvalinate v ČR v roce 2013



Obr. 3 - Po kliknutí myši na ikonu lokality se zobrazí detail o konkrétní testované populaci: Uvedeny jsou kontaktní laboratorní účinnosti dosažené u vybrané populace dávkami odpovídajícími dávce registrované (tau-fluvalinate: 48 g ú.l./ha) a dávce 5x nižší (= 20% dávka), populaci 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).. Vybraná populace z lokality Uhelná (JE) je populace na tau-fluvalinate citlivá (st. 2; žlutá barva bodu). Registrovaná dávka by zde měla být v polních podmínkách plně účinná. Laboratorní kontaktní účinnost registrované dávky je 100 %, pro populaci odhadovaná LD₉₀ je 9,09 g ú.l./ha. Registrovaná dávka pro tau-fluvalinate na blýskáčky v ČR (48 g ú.l./ha) je v tomto případě výrazně vyšší než hodnota LD₉₀ (9,09 g ú.l./ha).

II.3. Shrnutí výsledků testování provedených v roce 2012 a praktická doporučení

Testování citlivosti blýskáčků na účinnou látku tau-fluvalinate dle metodiky IRAC č. 011 verze 3 (lahvičkový test) probíhá v rámci projektu QJ1230077 (2012–2016) od roku 2012. Po prostudování výsledků uvedených v tomto dokumentu a na elektronické mapě (**Tau-fluvalinate; blýskáček; 2013, mapa rezistence**) je možné provést jejich srovnání s výsledky z roku 2012 (**Tau-fluvalinate; blýskáček; 2012, mapa rezistence**) a udělat si představu o vývoji situace. Též lze srovnat citlivost blýskáčků k tomuto insekticidu s jeho citlivostí na jiné insekticidy (viz další materiál na této webové adrese). Všechny mapy a doprovodné dokumenty k nim jsou volně dostupné na <http://www.agritec.cz>.

- 1) V roce 2013 nebyla v rámci hodnocené souboru blýskáčků zaznamenána ani jedna velmi citlivá populace (st. 1, zelené body na mapě) k tau fluvalinatu. Meziročně poměrně výrazně poklesl podíl citlivých populací (st. 2, žluté body na mapě: snížení z 33,75 na 25,40 %). Naopak v roce 2013 (oproti roku 2012) výrazně vzrostl podíl středně rezistentních populací (st. 3, světle modré body na mapě: zvýšení z 30 na 38,09 %) a podíl rezistentních populací (st. 4, tmavě modré body na mapě: zvýšení z 28,75 na 36,51 %). Nárůst středně rezistentních populací (st. 3) byl zřejmě způsoben přesunem části populací citlivých (st.2) do této kategorie – to je nejvíce varující z tohoto srovnání.
- 2) Rozdíly mezi citlivostí porovnávaných populací blýskáčků na tau-fluvalinate byly na území ČR v roce 2012 i 2013 v některých případech statisticky významné. Některé populace reagují na tuto látku méně citlivě. Tyto rozdíly jsou dány odlišnou četností jedinců, kteří jsou schopni přežít účinky i relativně vysokých dávek.
- 3) V populacích blýskáčků na našem území se vyskytují (na různých místech v odlišném zastoupení) jedinci schopní odolávat i vysokým dávkám této účinné látky, jsou-li jí vystaveni (přesně řečeno: po vystavení kontaktním účinkům). Je zde tedy předpoklad k tomu, že bude-li na populace vyvíjen selekční tlak, podíl méně citlivých jedinců v populacích se může výrazně zvýšit. To se může projevit velmi rychlým (třeba během dvou ročníků) poklesem účinnosti registrované dávky pod naprosto neakceptovatelnou úroveň.
- 4) Průměrná laboratorní kontaktní účinnost registrované dávky tau-fluvalinatu (tj. 48 g ú.l./ha) na blýskáčky v ČR byla v roce 2013 91,37 %. Průměr za 2012 byl nižší: 88,06%. Příčinou tohoto meziročního nárůstu byla nepřítomnost vysoce rezistentních populací v souboru z roku 2013. V roce 2012 bylo v souboru 9 populací, na něž tato dávka působila méně než z 60 %. To nepozitivní změna vyplývající ze srovnání výsledků získaných v roce 2012 a 2013.

- 5) Průměrná hodnota LD₅₀ za rok 2013 byla 7,70 g ú.l./ha. Hodnoty LD₅₀ se pohybovaly v rozmezí od 1,08 g ú.l./ha do 27,71 g ú.l./ha. Hodnoty RR_{LD50} (RR = rezistenční poměr, vysvětlení výše v textu) přesahující hodnotu 10 byly v souboru zaznamenány u 13 populací (to je 20,63 % populací). Z toho vyplývá jasné varování: populace blýskáčků v ČR směřují k vyšším úrovním rezistence – to, jestli k tomu skutečně dojde, velmi výrazně ovlivní míra selekčního tlaku, které budou české populace blýskáčků vystavovány v následujících letech (2014 a dále).
- 6) U významného podílu českých populací hodnoty LD₉₀₋₉₅ převyšují registrovanou dávku. Pro 30,16 % populací byly odhadnuty hodnoty LD₉₀ vyšší než registrovaná dávka (48 g ú.l./ha). Pro 42,86 % populací byly odhadnuty hodnoty LD₉₅ vyšší než tato dávka. Pro 20,64 % populací byly hodnoty LD₉₅ dokonce vyšší než 100 g ú.l./ha. To dává předpoklad na možné problémy i v polních podmínkách.
- 7) V praxi nesmí dojít k jednostrannému selekčnímu tlaku vyvíjenému na blýskáčky ze strany tau-fluvalinatu, aby se nestala tato důležitá účinná látka (viz toxikologický profil, bez negativního vlivu na včely) pro pěstitele řepky brzo nezajímavá a nenastala tendence nahrazovat ji jinými, razantnějšími přípravky.
- 8) Nepoužívat tau-fluvalinate v ochraně řepky olejky proti blýskáčkům v oblastech, kde byl zaznamenán výskyt populací tohoto škůdce s citlivostí na tuto účinnou látku vyjádřenou stupni rezistence 4 a 5 (rezistentní a vysoce rezistentní populace, tmavě modré a červené body na mapě) a nepoužívat zbytečně v oblastech s výskytem populací blýskáčků s citlivostí vyjádřenou stupněm 3 (středně rezistentní populace, světle modré body na mapě).
- 9) Využití tau-fluvalinatu v ochraně řepky olejky proti blýskáčkům v oblastech, kde výrazně selhávají esterické pyretroidy (st. 4 a 5; tmavě modré a červené body na mapách pro lambda-cyhalotrin) jako možné řešení v rámci antirezistentních strategií příliš nedoporučujeme, i když mezi tau-fluvalinatem a esterickými pyretroidy (lambda-cyhalothrin, deltamethrin, cypermethrin, alpha-cypermethrin, zeta-cypermethrin, gamma-cyhalothrin) křížová rezistence zřejmě není – alespoň na základě výsledků korelačních analýz z roku 2012 a 2013 prováděných v ČR mezi lambda-cyhalothrinem a taufluvalinatem. Přednost by v oblastech, kde je jasná zkušenost s polními výpadky esterických pyretroidů, měly získat v ochraně proti blýskáčkům insekticidy se zcela odlišným mechanismem účinku: neonikotinoidy, pymetrozine, indoxacarb, organofosfáty.

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 podporovaného NAZV MZe ČR: projekt č. QJ1230077.

IV. Závěr

Některé populace blýskáčků v ČR reagují na tau-fluvalinate méně citlivě (rok 2012, 2013). Rozdíly mezi populacemi jsou dány odlišnou četností jedinců, kteří jsou schopni přežívat účinky i relativně vysokých dávek. Je zde tedy předpoklad k tomu, že bude-li na populace vyvíjen selekční tlak, podíl méně citlivých jedinců v populacích se může výrazně zvýšit. To se může projevit velmi rychlým (třeba během dvou ročníků) poklesem účinnosti registrované dávky pod naprosto neakceptovatelnou úroveň. Využití tau-fluvalinatu jako možné alternativy za asterické pyrethroidy do antirezistentních strategií ale nelze zcela vyloučit (křížová rezistence zde zřejmě není). Jako alternativu za esterické pyrethroidy doporučujeme ovšem spíše insekticidy se zcela odlišným mechanismem účinku: neonikotinoidy, pymetrozine, indoxacarb, organofosfáty.

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 předcházely mapě s odborným obsahem

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., HRUDOVÁ, E. (2012): Stonkoví 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 dřepčíků 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 (MELIAE) na tau-fluvalinate 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)	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 48 g a.i./ha (%)	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 9,6 g a.i./ha (%)	průměr ný stupeň rezistence dle IRAC	průměrná hodnota LD50 (g ú.l./ha)	průměrná hodnota LD90 (g ú.l./ha)	průměrná hodnota LD95 (g ú.l./ha)	průměrná hodnota LD99,99 (g ú.l./ha)
Jihočeský kraj	3	91,11	68,34	3,33	5,01	33,71	60,50	3811,94
Jihomoravský kraj	14	85,92	46,07	3,71	10,16	58,25	107,19	23065,72
Královéhradecký kraj	5	97,32	80,06	2,8	4,42	13,54	18,94	198,16
Liberecký kraj	1	95,56	92,05	3	2,73	6,74	8,68	44,43
Moravskoslezský kraj	11	98,57	63,44	2,36	7,67	19,21	24,98	139,69
Olomoucký kraj	9	93,27	63,23	2,78	7,78	34,13	54,87	1979,033
Pardubický kraj	3	84,90	74,24	4	5,47	18,10	26	326,42
Zlínský kraj	2	97,93	88,47	2,5	4,42	13,58	18,68	148,68
Středočeský kraj	3	97,78	62,22	2,67	5,20	27,69	45,90	1458,24
Ústecký kraj	0	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
kraj Vysočina	11	87,63	48,63	3,36	7,77	52,00	91,89	5049,17
Plzeňský kraj	1	66,67	26,67	4	22,32	199,29	370,71	20725,729
Karlovarský kraj	0	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
Praha (ČR)	0	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
ČR - průměr	63	91,37	59,64	3,11	7,7	38,82	66,49	6931,06

*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 %)