



Mapa s odborným obsahem

Výsledky testování citlivosti blýskáček (*Meligethes* spp.) na pyrethroid tau-fluvalinate v roce 2015



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.)

MAPA S ODBORNÝM OBSAHEM

Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyrethroid tau-fluvalinate v roce 2015

Tato mapa s odborným obsahem byla vypracována jako výstup projektu NAZV QJ1230077 a VEGA: 1/0539/15 (Slovensko).

Ing. Marek Seidenglanz (11 %), 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 %).

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 2016

<http://www.agritec.cz>

Oponentní posudky vypracovali:

Ing. Vladimíra Bauer Ph.D.
(ATC – Agro Trial Center GmbH)

Ing. Jakub Beránek Ph.D.
(ÚKZÚZ)

© 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; 2016

Tato publikace nesmí být přetiskována vcelku ani po částech, uchováána 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).

ISBN: 978-80-87360-44-6

Obsah

Anotace	4
Annotation.....	4
Úvod	6
I. Cíl	10
II. Vlastní popis vytváření mapy a interpretace výsledků na mapě uváděných	11
II.1. Metodika testování.....	11
II.1.1. Sběry hmyzu	11
II.1.2. Laboratorní hodnocení	12
II.1.3. Vlastní testování	12
II.1.4. Počet srovnávaných populací	13
II.2. Výsledky.....	14
II.2.1. Elektronická mapa s odborným obsahem	27
II.3. Shrnutí výsledků testování provedených v roce 2012 a praktická doporučení	30
III. Vyjádření se k novosti postupů	31
IV. Závěr.....	31
V. Oponenti předkládané mapy s odborným obsahem	32
VI. Literatura.....	32
VII. Seznam publikací, které předcházely mapě s odborným obsahem.....	33

Anotace

Seidenglanz et al. (2016): Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyrethroid tau-fluvalinate v ČR v roce 2015

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 47 českých a 10 slovenských populací blýskáčků odebraných na různých lokalitách v roce 2015. 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). České populace blýskáčků vykazují v současné době (2012 – 2015) vysokou úroveň rezistence proti esterickým pyrethroidům. Pyrethroid tau-fluvalinate se ale od běžných esterických pyrethroidů strukturou své molekuly liší, i když též je v ní přítomna esterická vazba. Části poradenské i pěstitelské praxe je naopak vnímán jako alternativa za selhávající (z důvodu rezistence) esterické pyrethroidy. V současné době není zcela jasné, jestli existuje mezi esterickými pyrethroidy a tau-fluvalinatem křížová rezistence. Po formální stránce je 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 (<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/>; <http://agrez.cz/>; <http://vupt.cz/>). 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. (2016): The results of pollen beetle's (*Meligethes* spp.) susceptibility testing to pyrethroid tau-fluvalinate in the Czech Republic in 2015

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 2015. The used laboratory method was IRAC Adult vial test no. 011 version 3. In total 47 Czech (CZ) and 9 Slovak (SK) *Meligethes* populations sampled on different localities in the two countries 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 pollen beetle populations in the Czech Republic have shown high levels of resistance to esteric pyrethroids today and in the course of several last years (2012 – 2015). However, 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. Some part of advisory and growing practice consider Tau-fluvalinate to be a convenient alternative insecticide instead of common esteric pyrethroids, which are ineffective now due to resistance. However, at the present days, 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 (<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/>; <http://agrez.cz/>; <http://vupt.cz/>). For correct interpretation of the results presented on the map 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 pyretroidních insekticidů. Hlavním důvodem byla omezená dostupnost insekticidů s odlišným mechanismem účinku, které by mohly být plně využitelné v ochraně proti nim. Pyretroidy (esterické, **tab. 1**) až do období registrace neonikotinoidů (acetamiprid, thiacloprid) neměly plnohodnotnou alternativu k prostrídávání. Působily tak jako silný a dlouhodobý selekční faktor na populace blýskáčků. Z historie záznamů o fenoménu rezistence vyplývá vysoká pravděpodobnost pozbývání 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 intenzivně a jsou vlastně lídry výzkumu rezistence v Evropě. Od roku 2005 přibývá zpráv o výskytu rezistentních populací blýskáčků v Polsku. Hned od počátku bylo zřejmé, 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 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*).

Na základě předchozích problémů s polní rezistencí hmyzích škůdců proti pyretroidům se předpokládalo, že tím hlavním mechanismem rezistence bude i u blýskáčků ztráta citlivosti cílového místa. Příčinou tohoto typu rezistence je mutace, která se projevuje změnou aminokyselinového složení v proteinové složce receptoru pro pyretroidy na nervovém axonu. Pyretroid se vůbec nemůže navázat na membránu nervové buňky a tím pádem ani působit. 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.

Obecně u evropských blýskáčků je nejdůležitějším typem rezistence metabolická rezistence. Ve vývoji metabolické rezistence hrají u hmyzu zásadní roli ty enzymatické (proteinové) skupiny, pro které je typický široký rozsah substrátové specifity. To jsou monooxygenázy cytochromu P₄₅₀, carboxylesterázy a glutation-S-transferázy (GST). U blýskáčků hrají zásadní roli monooxygenázy cytochromu P₄₅₀. Příčinou rezistence je zvýšená hladina (a aktivita) 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 její podstatou je skupina enzymů tvořená ve skutečnosti velkým množstvím různých enzymů s různou substrátovou specificitou. Některé monooxygenázy jsou substrátově velmi specifické, stačí malá změna ve struktuře molekuly a už ji nedokáží oxidovat (např. záměna esterické vazby za etherickou; přítomnost či nepřítomnost nějaké skupiny na řetězci atd.). Na druhou stranu monooxygenázy mohou mít i širokou substrátovou specificitu. Monooxygenáz je ohromné množství a z dostupných údajů není zřejmé, které konkrétně jsou spojené s problematikou rezistence blýskáčků. Na některé populace blýskáčků tak mohou mít dobrou účinnost etherické pyretroidy (u nás etofenprox) místo již neúčinných esterických pyretroidů (např. lambda-cyhalothrin, cypermethrin, alfa-cypermethrin, zeta-cypermethrin, gamma-cyhalothrin, esfenvalerate, beta-cyfluthrin). Není vyloučeno, že i tau-fluvalinate se v tomto smyslu do jisté (nelze ale kvantifikovat do jaké) míry vymyká ze skupiny esterických pyretroidů, i když je esterická vazba v jeho molekule přítomná (tab. 1). Liší se od běžných esterických pyretroidů na jiných místech své molekulární stavby (to vše může hrát ve vztahu ke specificitě monooxygenáz velkou roli). Některé populace blýskáčků tedy mohou vykazovat vysokou úroveň rezistence jen proti určitým pyretroidům, jiné mohou být rezistentní proti pyretroidům celkově. Svou roli hraje ovšem i dávka, ve které je daná pyretroidní účinná látka zaregistrováno k použití v polních podmínkách. Mezi pyretroidy jsou relativně velké rozdíly v těchto dávkách (opět tab. 1). Vyšší účinnost některých pyretroidů (je-li vztahována k registrované dávce) může být také jen důsledkem vyšší dávky, ve které jsou v polních (resp. laboratorních) podmínkách na blýskáčky aplikovány. A to se týká i účinné látky tau-fluvalinate.

Tab. 1 - Pyretroidní účinné látky registrované v ČR do řepky olejky na blýskáčka řepkového

účinná látka	registrovaná dávka (g ú.l.ha)	druh pyretroidu
deltamethrin	7.5	esterický
lambda-cyhalothrin	5	
gamma-cyhalothrin	4.8	

alpha-cypermethrin	10	
zeta-cypermethrin	10	
esfenvalerate	7.5	
cypermethrin	25	
beta-cyfluthrin	5.16	
tau-fluvalinate	48	esterický*
etofenprox	57.5	eterický

*molekula obsahuje také esterickou vazbu, ale od ostatních esterických pyretroidů se podstatně liší

Monoxygenázy 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 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.iraac-online.org>. Vyplývá z nich především to, že vedle nejvíce postižených zemí (podle IRAC: Francie, Německo) je situace velmi špatná i ve střední Evropě, jmenovitě v ČR a v Polsku (Slater et al., 2011; Seidenglanz et al., 2015a,b,c,d). Převládají zde vysoce rezistentní a rezistentní populace blýskáčků na esterický pyretroid lambda-cyhalothrin (podle IRAC kategorizace populací se rozlišuje pět stupňů rezistence, popsáno níže v metodické části), (podrobně např. v publikacích Seidenglanz et al. 2015a,b,c,d nebo v mapách rezistence k této látce).

Pro hodnocení citlivosti blýskáčků získaných z různých lokalit nebo ze stejných lokalit ale v různou dobu (tedy pro srovnání citlivostí různých populací) se nejlépe hodí srovnání jejich hodnot LD₅₀ (popř. LD₉₀) ve vztahu k danému insekticidu. K odhadu těchto hodnot pro jednotlivé populace se využívá obvykle některý druh regresní analýzy, nejčastěji probitová analýza (použita i v tomto případě). Jednotlivé populace lze mezi sebou srovnávat také na základě porovnání laboratorních účinností konkrétních testovaných dávek (např. dávek odpovídajících dávce registrované, resp. dávek vyšších či nižších o určitý násobek ve vztahu k dávce registrované).

Stručný popis vývoje rezistence blýskáčka řepkového proti esterickým pyretroidům v ČR

Od roku 2008, kdy byl monitoring citlivosti blýskáčků (nejprve v rámci projektu NAZV QH81218 a pak v rámci navazujícího projektu QJ1230077) na pyretroidy (lambda-cyhalothrin, později se spektrum pyretroidů rozšířilo o cypermethrin a tau-fluvalinate) zahájen, patří ČR mezi země s potvrzeným výskytem rezistentních populací blýskáčků na esterické pyretroidy. Nejdéle (od roku 2008) se české populace blýskáčků testují na lambda-

cyhalothrin, který reprezentuje skupinu esterických pyretroidů registrovaných v relativně nízké dávce (5 – 7,5 g ú.l./ha). Do této skupiny patří dále deltamethrin, alfa-cypermethrin, zeta-cypermethrin, gamma-cyhalothrin, esfenvalerate a beta-cyfluthrin. Hned na počátku monitoringu byla zaznamenána 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. V letech 2013 a 2014 na území ČR již zcela dominovaly rezistentní a vysoce rezistentní populace na esterický pyretroid lambda-cyhalothrin (tab. 2). Výsledky z roku 2015 jen potvrzují trend z předcházejících let. Situace v ČR se postupně během několika let v tomto smyslu unifikovala – rezistentní a vysoce rezistentní populace dominují na celém území republiky, citlivé populace se zde nevyskytují. Tyto pyretroidy jsou v případě blýskáčků problémem rezistence postiženy nejvíce. Celkově lze konstatovat, že mezi lety 2008 a 2015 docházelo ke stálému zhoršování situace ve vývoji rezistence českých populací blýskáčků k esterickým pyretroidům.

Tab. 2 - Srovnání podílů populací blýskáčků s různou úrovní rezistence (citlivosti) dle kategorizace IRAC (*Insecticide Resistance Action Committee*) k esterickému pyretroidu lambda-cyhalothrin v jednotlivých ročníkových kolekcích. Kromě roku 2015, byly slovenské populace (SK) zahrnuty do hodnocení i v roce 2012. Výsledky lze stáhnout i k dalším esterickým pyretroidům registrovaným v dávkách 10 a méně g ú.l./ha. Použitá laboratorní metoda: IRAC 011 v.3.

insekticid	ročník	Podíl populací s určitým stupněm rezistence (%)				
		VC	C	SR	R	VR
lambda-cyhalothrin	2009 (CZ)	11.71	18.02	25.23	33.33	11.71
	2010 (CZ)	4,00	22.4	21.6	43.2	8.8
	2011 (CZ)	0,00	3.92	13.73	61.77	20.59
	2012 (CZ)	0,00	1.21	4.82	59.04	34.94
	2013 (CZ)	0,00	0,00	7.32	65.85	26.83
	2014 (CZ)	0,00	0,00	5.71	48.57	45.71
	2015 (CZ)	0,00	0,00	3,57	41,07	55,36
	2012 (SK)	0,00	0,00	70,00	30,00	0,00
	2015 (SK)	0,00	0,00	18,18	81,82	0,00

VC = vysoce citlivá populace (st. 1); C = citlivá populace (st. 2); SR = středně rezistentní populace (st. 3); R = rezistentní populace (st. 4); VR = vysoce rezistentní populace (st. 5)

V případě pyrethroidu tau-fluvalinat (Mavrik 2F) registrovaného ve výrazně vyšší dávce (48 g ú.l./ha) a do jisté míry i strukturálně odlišného od ostatních esterických pyrethroidů je prozatímni vývoj přece jen o něco méně truchlivý (tab. 3). Testování citlivosti českých populací blýskáčků na pyrethroid tau-fluvalinate začalo v rámci projektu NAZV č. QJ1230077 v roce 2012. V průběhu testování (2012 – 2015) sice nedošlo k tak dramatickému poklesu citlivosti českých populací blýskáčků k tomuto insekticidu jako v případě lambda-cyhalothrinu, ale situace rozhodně dobrá není. Podíl citlivých populací blýskáčků k tau-fluvalinatu se po celou dobu monitoringu v ČR udržuje na úrovni kolem 30 %, podíl rezistentních a vysoce rezistentních populací ale zřejmě pomalu narůstá (na úkor kategorie SR populací).

Tab. 3 - Srovnání podílů populací blýskáčků s různou úrovní rezistence (citlivosti) dle kategorizace IRAC (*Insecticide Resistance Action Committee*) k pyrethroidu tau-fluvalinate v jednotlivých ročníkových kolekcích. Kromě roku 2015, byly slovenské populace (SK) zahrnuté do hodnocení i v roce 2012. Použitá laboratorní metoda: IRAC 011 v.3.

insekticid	ročník	Podíl populací s určitým stupněm rezistence (%)				
		VC	C	SR	R	VR
tau-fluvalinate	2012 (CZ)	2,86	32,86	28,57	28,57	7,14
	2013 (CZ)	0,00	25,40	38,10	36,50	0,00
	2014 (CZ)	0,00	52,50	19,67	21,31	6,56
	2015 (CZ)	0,00	34,04	17,02	46,81	2,13
	2012 (SK)	9,09	72,73	0,00	18,18	0,00
	2015 (SK)	0,00	30,00	70,00	0,00	0,00

VC = vysoce citlivá populace; C = citlivá populace; SR = středně rezistentní populace; R = rezistentní populace; VR = vysoce rezistentní populace

Z literárních zdrojů není zcela jasné, jestli existuje mezi běžnými esterickými pyrethroidy (v rámci našeho monitoringu je reprezentují lambda-cyhalothrin a cypermethrin) 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 registrované v nižších dávkách, což je na celém území ČR (viz mapy pro lambda-cyhalothrin 2009 - 2015).

I. Cíl

Předkládaná mapa má posloužit jako zdroj informací pro 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 zdroj aktuálních informací. Přístup k údajům je volný (viz níže). Předkládaná mapa by měla být přínosem ke zvýšení obecného povědomí o důležitém fenoménu současného evropského zemědělství do velké míry produkčně závislého na využívání pesticidů: tedy o možnosti vzniku (získání, selekce) rezistence téměř u jakéhokoliv škodlivého organismu k téměř jakémukoliv druhu pesticidu, pokud je s tímto nakládáno nevhodně.

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 vzorků populací *Meligethes aeneus* resp. *Meligethes* spp. (používáme také pojem: sběrů blýskáčků) z různých regionů 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 2014/2015 se výměra, na níž se v ČR pěstuje řepka ozimá, pohybovala kolem 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 (resp. minimálně 14 dní po aplikaci). Z každé lokality bylo získáno minimálně 500 imag blýskáčků. Při odběrech bylo použito smýkání květenství 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 nejpřesnější 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 některé z laboratoří, kde proběhlo testování: AGRITEC, MENDELU, ZVT Troubsko, Oseva

VaV. Slovenské populace byly testovány podle stejné metodiky jako na výše zmíněných českých pracovištích. 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.irc-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 2015 (stejně jako v letech 2012 - 14) 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). Na těchto pracovištích pak probíhala vlastní příprava testovacích sad (lahviček). 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 dávky účinné látky jsou hodnoceny po 24 hodinách (v určitých případech byla provedena hodnocení i po jedné a po 5 hodinách – *tato hodnocení mají doplňkový význam*). Po 24 hodinách jsou brouci z lahviček vysypáni na dobře osvětlený bílý papír a posouzeny jejich reakce a chování. Na základě charakteru reakcí jsou brouci zařazeni buď do kategorie 1 či 2:

Kategorie 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).

Kategorie 2: *Jedinci v křeči (= těžce postižení) a mrtví jedinci*: myslí se jedinci v těžké křeči; tedy ti, kteří sice nejsou mrtví, ale nejsou již schopni koordinovaného pohybu po nohou a jedinci mrtví (bez viditelných projevů života).

Pro každou testovací lahvičku (dávka a opakování) se tedy vyjádřil počet brouků v kategorii 1 a počet brouků v kategorii 2. Na základě podílu brouků v kategorii 2 se stanovilo procento mortality pro jednotlivé dávky a opakování (lahvičky). Tyto hodnoty se pak využily pro vyjádření procent účinností a hodnot letálních dávek (LD₅₀, LD₉₀, LD₉₅ a popř. i LD_{99,99}). Pro jednotlivé sběry (= populace) se stanovily 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; metoda probitová regrese). Každému sběru (= populaci) byl také přiřazen stupeň rezistence dle kategorizace užívané v IRAC (metodika IRAC č. 011 v.3). Rozlišovány jsou tyto kategorie (= stupně rezistence):

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 %)

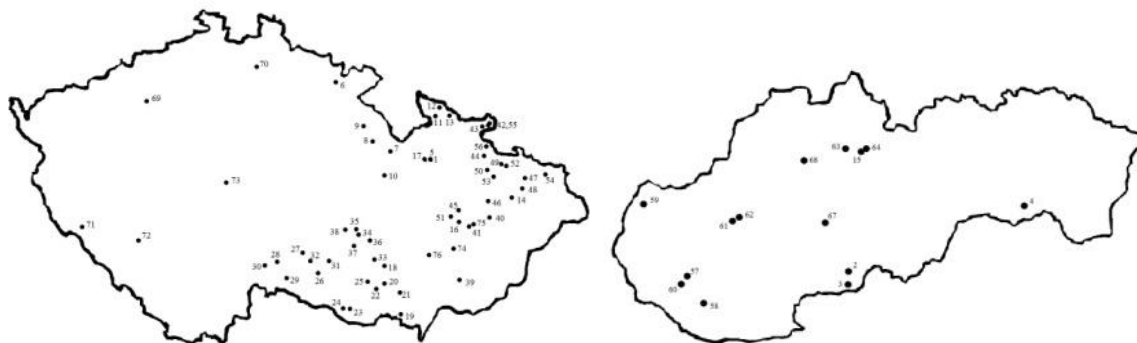
st. 5 = vysoce rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta je pod hodnotou 50 %)

Toto členění bylo využito např. i v tabulkách 2 a 3 uvedených výše.

II.1.4. Počet srovnávaných populací

Při testech v roce 2015 byla porovnávána citlivost celkem 57 populací blýskáček odebraných na různých lokalitách v České republice (47 populací) a na Slovensku (10 populací). Lokality, na kterých byly provedeny sběry blýskáček, jsou na **obr. 1**. Čísla lokalit (= sběrů, populací) uvedená na obr. 1 odpovídají číslům lokalit ve všech dalších tabulkách i grafech (neplatí to ale pro grafy srovnávající hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ – zde bylo pořadí sběrů z praktických důvodů

porušeno, vysvětleno přímo pod **grafy 4 a 5**). Na elektronické mapě (aplikace Google) jsou v legendě vlevo jednotlivé lokality seřazeny dle abecedy.



Obr. 1 - Na mapě jsou uvedena místa, ze kterých byly v roce 2015 získány vzorky populací blýskáčků z území obou států, ČR a SK. Celkem na mapě 75 míst = populace č. 1 - 75. Na tau-fluvalinate úspěšně otestováno 57 z nich (18 populací netestováno na tuto látku). Čísla lokalit (populací) uvedená v tabulkách, grafech i v této mapě si navzájem odpovídají (neplatí pro **grafy 4 a 5**).

II.2. Výsledky

Výsledky testování jsou shrnuty do **tabulek 4a,b a 5a,b**, **grafů 1–5** a geograficky vyjádřeny na **obr. 2, 3 a 4**. Internetovou přílohou k tomuto dokumentu je interaktivní mapa volně přístupná na těchto adresách: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/>; <http://agrez.cz/>; <http://vupt.cz/>. 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 **tabulek 4 a 5** přiřazená k jednotlivým místům na mapě. Jinak řečeno jde o geografické vyjádření **těchto dvou tabulek**. 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. 4a,b - Výsledky testování citlivosti **českých (4a)** a **slovenských (4b)** populací blýskáčků na tau-fluvalinate v roce 2015: průměrné laboratorní účinnosti max. registrované (48 g ú.l./ha) a 5-násobně nižší dávky a přiřazené stupně rezistence (st. 1-5) jednotlivým populacím na základě IRAC kategorizace (použitá metoda *Adult vial test* IRAC č. 011 v.3)

Tab. 4a (české populace)

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 48 g a.i./ha (%)	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 9,6 g a.i./ha (%)	st. rezistence dle IRAC
1	Rapotín (SU)	5.5.2015	100,00	83,97	2
5	Rapotín II U Cigána (SU)	11.5.2015	90,08	52,30	3
6	Trutnov (TU)	18.5.2015	100,00	83,94	2
7	Nekoř-Bredůvka (UO)	25.5.2015	100,00	60,00	2
8	Rybná u Zdobnicí (RK)	25.5.2015	97,78	77,78	3
10	Třebovice (UO)	25.5.2015	100,00	76,67	2
12	Horní Heřmanice (JE)	29.5.2015	81,72	85,97	4
13	Supíkovice (JE)	29.5.2015	97,62	91,16	3
14	Kujavy (NJ)	29.5.2015	93,44	92,46	3
16	Kokory-Krčmaň (PR)	16.6.2015	87,74	79,80	4
17	Šumperk (SU)	18.5.2015	100,00	97,33	2
18	Troubsko (BI)	20.4.2015	53,33	23,33	4
19	Sedlec (BV)	21.4.2015	63,33	50,00	4
21	Velké Němčice (BV)	21.4.2015	95,06	79,24	3
22	Kubšice (ZN)	22.4.2015	80,00	13,33	4
23	Dyje (ZN)	22.4.2015	66,67	46,67	4
24	Znojmo (ZN)	22.4.2015	80,00	33,33	4
25	Rokytná (ZN)	22.5.2015	56,67	26,67	4
27	Otín (JH)	27.4.2015	63,33	33,33	4
28	Studená (JH)	27.4.2015	76,67	30,00	4
29	Hostkovice (JH)	27.4.2015	53,33	50,00	4
30	Nová Olešná (JH)	27.4.2015	80,00	13,33	4
31	Třebíč (TR)	27.4.2015	73,33	46,67	4
32	Předín (TR)	27.4.2015	50,00	16,67	4
33	Říčany (BI)	11.5.2015	86,67	36,67	4
34	Nová Ves u Nového Města (ZR)	11.5.2015	46,67	33,33	5
36	Dolní Loučky (BI)	11.5.2015	93,33	53,33	3
37	Záblatí (ZR)	11.5.2015	53,33	26,67	4
38	Skelné nad Oslavou (ZR)	11.5.2015	86,67	53,33	4
40	Drahotuše (PR)	4.5.2015	100,00	66,84	2
41	Přerov-Lýsky (PR)	4.5.2015	100,00	92,36	2

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 48 g a.i./ha (%)	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 9,6 g a.i./ha (%)	st. rezistence dle IRAC
42	Bohušov (BR)	11.5.2015	100,00	46,93	2
43	Horní Povelice (BR)	11.5.2015	100,00	94,44	2
44	Sosnová (OP)	11.5.2015	89,17	84,72	4
46	Lipná (NJ)	15.5.2015	100,00	98,67	2
48	Bravantice (NJ)	19.5.2015	100,00	99,33	2
52	Opava (OP)	8.6.2015	100,00	36,11	2
53	Melč (OP)	8.6.2015	100,00	74,44	2
54	Rychvald (OT)	11.6.2015	100,00	73,87	2
56	Krnov (BR)	17.4.2015	100,00	63,78	2
69	Postoloprty (LN)	5.5.2015	66,67	55,15	4
70	Český Dub (LI)	6.1.2015	73,33	53,33	4
71	Kdyně (DO)	5.5.2015	77,78	58,18	4
72	Horažďovice (KT)	5.5.2015	95,56	67,88	3
73	Benešov (BN)	7.5.2015	91,11	63,44	3
74	Kojetín(PR)	13.7.2015	76,67	43,33	4
75	Prosenice(PR)	29.6.2015	100,00	96,67	2

Tab. 4b (slovenské populace)

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 48 g a.i./ha (%)	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 9,6 g a.i./ha (%)	st. rezistence dle IRAC
15	Galovany (Liptovský Mikuláš, LM, SK)	3.6.2015	100,00	84,52	2
57	Sládkovičovo (Galanta,GA, SK)	21.4.2015	90,56	60,00	3
58	Trstice (Galanta, GA, SK)	23.4.2015	100,00	66,67	2
59	Petrova Ves (SK)	27.4.2015	93,33	60,61	3
60	V.Úlana (Galanta, GA, SK)	15.5.2015	96,67	61,82	3
62	Solčianky (Topoľčany, TO, SK)	27.5.2015	93,64	39,49	3

Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyreteroid tau-fluvalinate v ČR v roce 2015

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 48 g a.i./ha (%)	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 9,6 g a.i./ha (%)	st. rezistence dle IRAC
63	Ružomberok-Lískova (Ružomberok, RK, SK)	1.6.2015	96,67	53,33	3
64	Liptovský Mikuláš-Galovany (L. Mikuláš, SK)	1.6.2015	94,44	82,32	3
67	Zvolen (Zvolen, ZV, SK)	6.6.2015	90,00	80,00	3
68	Martin-Pribovice (Martin, MT, SK)	10.6.2015	100,00	69,19	2



Obř. 2 - Geografické vyobrazení výsledků testování citlivosti blýskáčků na tau-fluvalinate v roce 2015: stupně rezistence (st. 1-5) byly jednotlivým populacím přiřazeny na základě IRAC kategorizace dle hodnot průměrné laboratorní účinnosti max. registrované (48 g ú.l./ha) a 5-násobně nižší dávky (použitá metoda *Adult vial test* IRAC č. 011 v.3). Barvy pro jednotlivé stupně rezistence: st. 1 = vysoce citlivá populace, **zelená** barva bodů; st. 2 = citlivá populace, **žlutá** barva bodů; st. 3 = středně rezistentní populace, **světle modrá** barva bodů; st. 4 = rezistentní populace, **tmavě modrá** barva bodů; st. 5 = vysoce rezistentní populace, **červená**

barva bodů. Zelené body na mapě chybí, protože vysoce citlivé populace blýskáčků na tau-fluvalinate se v ČR v roce 2015 nevyskytovaly.

Z **tabulky 3** je zřejmé, že se výsledky testování CZ populací blýskáčků z jednotlivých let navzájem liší. VC populace se u nás zřejmě již nevyskytují vůbec – byly zaznamenány pouze v prvním roce monitoringu. Jestli existuje nějaká souvislost mezi citlivostí ke všem pyretroidům obecně, je možné z delší časové řady testování populací blýskáčků na lambda-cyhalothrin odvodit, že i v případě tau-fluvalinatu došlo k tomu podstatnému zhoršení někdy v letech 2009 – 2011, tedy před počátkem vlastního testování na tuto látku (**viz tab. 2**). V našich testech již tedy zachycujeme výsledek jakéhosi proselektovaného stavu. Tau-fluvalinate se v podstatě k rukám našich pěstitelů dostal v době (2011, 2012), kdy byly populace blýskáčků z důvodů dlouhodobého používání běžných esterických pyretroidů i k této látce do značné míry rezistentní. V současné době (2015) se na našem území zřejmě vyskytuje kolem 30 % populací na tau-fluvalinate citlivých (C; lab. kontakt. účinnost reg. dávky je na takovéto populaci 100 %; 5 x nižší dávka má ale již nižší než 100% účinnost). Z tab. 2 je zřejmé, že tento podíl v jednotlivých letech monitoringu kolísá, ale celkově k poklesu mezi lety 2012 a 2015 zřejmě nedošlo. Situace se ale přeci jenom mezi lety 2012 a 2015 zhoršila. Kolísavě (*rozdíly mezi jednotlivými ročníky – viz také vysvětlení níže*) narůstá podíl R populací (na úkor postupného snižování SR populací). To není dobrý vývoj. Z geografického vyobrazení výsledků na mapách je zřejmé, že populace vykazující rezistenci (st. 4 = R) k pyretroidu tau-fluvalinate se ve větší míře vyskytují na jihovýchodě (možná i na jihozápadě a severozápadě) ČR.

Pokus o postižení dalších vlivů na meziroční kolísání mezi podíly různě citlivých a rezistentních populací: Toto kolísání je způsobeno řadou faktorů. Nejde pouze o reflexi vývoje rezistence k dané látce. Distribuce populací s různou citlivostí k tau-fluvalinatu na našem území není rovnoměrná (viz **obr. 2** + starší mapy pro tau-fluvalinate) a naše sběrové aktivity v rámci ČR též nejsou z technických důvodů v jednotlivých letech rovnoměrné. Čím více sběrů provedeme ve více postižených regionech, tím více celkový obraz zhoršíme – podíl citlivých populací v rámci souboru bude nižší. A platí to i naopak. Kolísání v ročníkových podílech mezi C – SR a SR - R - VR populacemi je tedy ovlivněno faktory geografickými a technickými. Mohou zde ale působit a téměř jistě i působí další faktory. Úbytky a naopak zase nárůsty podílů C, SR a R populací v jednotlivých ročníkových kolekcích mohou být např. způsobeny různou schopností vyrovnávat se stresovými podmínkami u různě citlivých resp. rezistentních jedinců přítomných v populacích. Teplé zimy mohou být např. různě silným stresovým faktorem pro citlivé vs. rezistentní jedince (důsledkem je různá mortalita během hibernace). To znamená, že z hlediska úrovně rezistence, může to zimoviště putovat jiná populace než ta, která ho opouští – o tom však víme velice málo. Citliví a rezistentní jedinci mohou mít také odlišnou fitness – a tedy jejich schopnost promítnout se do populační dynamiky populace (nejde jen o početnost potomstva – jde o celkové projevy v rámci reprodukčního chování) může být značně odlišná.

Tab. 5a,b - Výsledky testování citlivosti **českých (5a)** a **slovenských (5b)** blýskáčků na tau-fluvalinate v roce 2015: odhady hodnot LD₅₀, LD₉₀ a jejich intervalů spolehlivosti (= CI; slouží k posouzení statistické významnosti rozdílů mezi těmito hodnotami) pro jednotlivé populace; zároveň jsou v tabulce pro každou populaci vyjádřeny hodnoty Resistance Ratio (= RR, stanoveny jak pro LD₅₀ tak pro LD₉₀) vztahující se k nejnižším hodnotám LD₅₀ či LD₉₀ za celou dobu testování (2011 - 2015). Nejnižší hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ v kolekci 2015 jsou v příslušných sloupcích **zeleně** podsvíceny. **Tmavě červeně** jsou naopak podsvíceny nejvyšší ročníkové hodnoty LD₅₀ a LD₉₀. Nejnižší hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ zaznamenané za celou dobu monitoringu jsou tyto:

min hodnota LD₅₀₍₂₀₁₂₋₂₀₁₅₎ = 1,02 g ú.l./ha; hodnota zaznamenaná v kolekci z roku 2015

min hodnota LD₉₀₍₂₀₁₂₋₂₀₁₅₎ = 4,62 g ú.l./ha; hodnota zaznamenaná v kolekci z roku 2013

Tab. 5a (české populace)

číslo sběru	obec (okres)	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₅₀ 2012 - 2015)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₉₀ 2012-2015)
1	Rapotín (SU)	4,89	3,72-6,36	4,79	11,69	8,63-18,96	2,53
5	Rapotín II U Cigána (SU)	10,13	7,24-13,94	9,93	42,49	28,38-78,96	9,19
6	Trutnov (TU)	4,21	3,10-5,76	4,13	11,98	8,24-23,12	2,59
7	Nekoř-Bredůvka (UO)	7,72	5,70-10,52	7,57	19,35	13,55-37,49	4,19
8	Rybná u Zdobnicí (RK)	5,99	3,59-9,49	5,87	17,82	10,95-48,43	3,86
10	Třebovice (UO)	5,92	3,79-8,14	5,80	14,40	10,17-29,22	3,12
12	Horní Heřmanice (JE)	4,82	1,93-8,91	4,73	43,49	21,02-199,97	9,41

Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid tau-fluvalinate v ČR v roce 2015

číslo sběru	obec (okres)	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₅₀ 2012 - 2015)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₉₀ 2012-2015)
13	Supíkovice (JE)	4,54	1,85-9,13	4,45	13,38	7,09-86,91	2,89
14	Kujavy (NJ)	6,16	2,63-11,65	6,04	23,12	12,14-9329	5,00
16	Kokory-Krčmaň (PR)	4,75	2,76-7,25	4,66	32,31	19,37-75,08	6,99
17	Šumperk (SU)	1,28	0,38-2,26	1,25	7,96	5,10-15,47	1,72
18	Troubsko (BI)	31,50	14,95-73,74	30,88	355,49	129,40-3554,39	76,91
19	Sedlec (BV)	14,12	8,13-23,54	13,85	164,79	81,23-560,73	35,65
21	Velké Němčice (BV)	1,02	0,12-2,51	1,00	22,55	11,34-75,09	4,88
22	Kubšice (ZN)	20,40	10,17-42,99	20,00	87,54	41,84-489,34	18,94
23	Dyje (ZN)	9,96	2,70-26,09	9,76	147,38	47,53-4313,83	31,89
24	Znojmo (ZN)	19,33	3,86-81,98	18,95	339,35	80,59-134687,20	73,42
25	Rokytná (ZN)	25,75	15,15-44,94	25,25	142,00	73,57-491,28	30,72
27	Otín (JH)	25,79	11,55-57,67	25,28	163,15	69,42-1291,50	35,30
28	Studená (JH)	19,38	13,50-27,74	19,00	73,13	47,20-150,51	15,82
29	Hostkovice (JH)	21,73	10,33-45,19	21,30	165,22	71,02-1110,42	35,75
30	Nová Olešná (JH)	21,91	10,88-45,88	21,48	78,81	39,33-462,78	17,05
31	Třebíč (TR)	13,82	8,93-21,05	13,55	84,96	49,53-203,44	18,38

Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid tau-fluvalinate v ČR v roce 2015

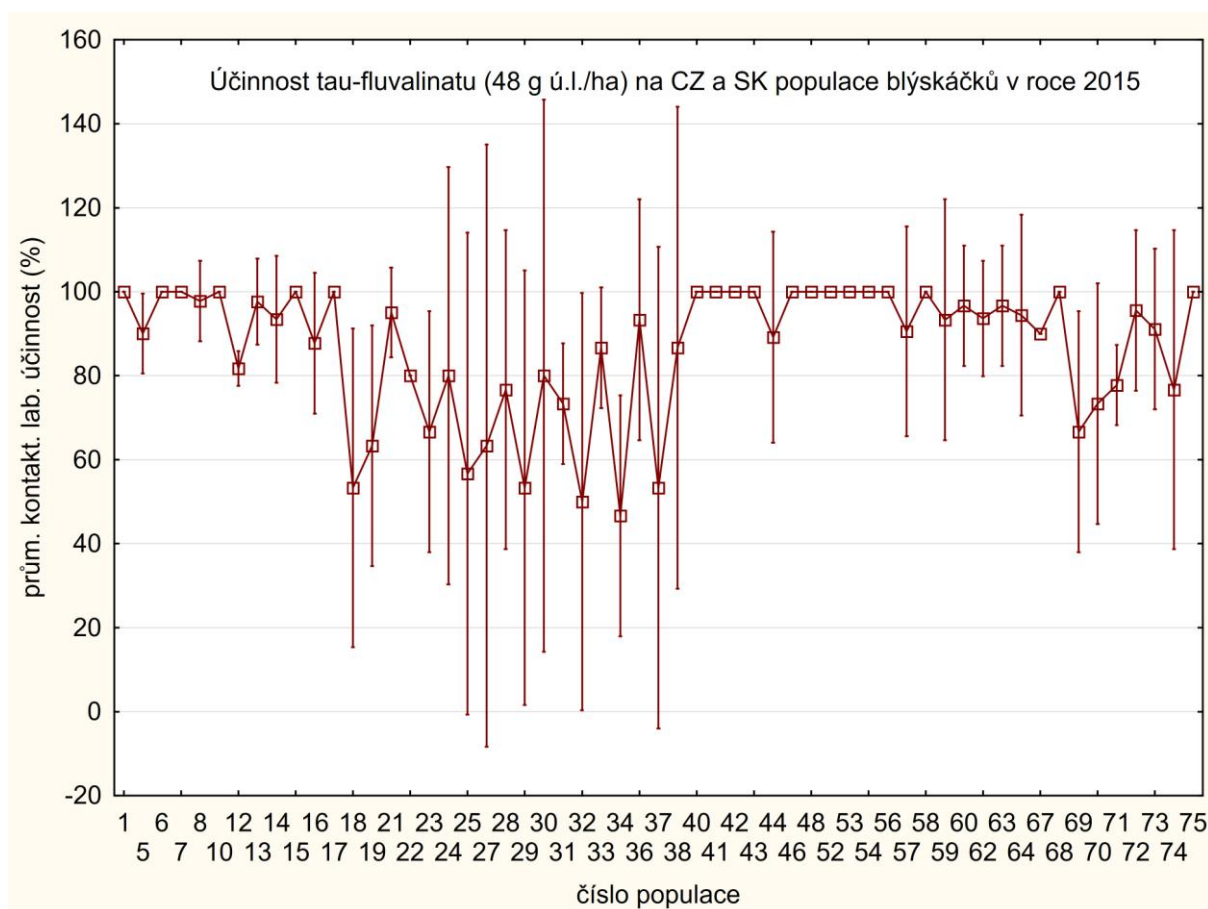
číslo sběru	obec (okres)	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₅₀ 2012 - 2015)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₉₀ 2012- 2015)
32	Předín (TR)	36,15	20,70-67,47	35,44	278,76	129,38-1189,64	60,31
33	Říčany (BI)	12,16	7,42-19,78	11,92	61,49	34,40-172,50	13,30
34	Nová Ves u Nového Města (ZR)	22,87	6,91-88,39	22,42	244,82	69,83-23229,10	52,97
36	Dolní Loučky (BI)	10,49	6,19-17,08	10,28	31,89	19,12-97,16	6,90
37	Záblati (ZR)	29,43	14,80-62,50	28,85	258,53	106,25-1745,22	55,93
38	Skelné nad Oslavou (ZR)	8,38	2,44-19,96	8,22	97,83	36,17-1282,50	21,17
40	Drahotuše (PR)	7,89	5,59-10,64	7,74	19,98	14,40-33,32	4,32
41	Přerov-Lýsky (PR)	2,25	0,736-3,90	2,21	10,68	6,09-35,57	2,31
42	Bohušov (BR)	8,41	4,49-15,12	8,25	29,90	16,32-124,07	6,47
43	Horní Povelice (BR)	4,04	1,29-8,16	3,96	11,37	5,96-77,05	2,46
44	Sosnová (OP)	3,04	1,18-5,60	2,98	36,76	19,97-94,04	7,95
46	Lipná (NJ)	1,88	0,72-3,06	1,84	8,16	4,83-28,55	1,77
48	Bravantice (NJ)	1,94	0,67-3,28	1,90	8,45	4,91-29,57	1,83
52	Opava (OP)	11,39	8,27-14,85	11,17	26,37	19,73-41,73	5,71
53	Melč (OP)	4,41	2,65-6,59	4,32	21,27	13,22-47,87	4,60
54	Rychvald (OT)	4,47	2,05-8,03	4,38	19,71	10,55-73,58	4,26
56	Krnov (BR)	6,98	4,49-9,83	6,84	26,74	18,02-51,34	5,79
69	Postoloprty (LN)	11,42	6,07-18,98	11,20	118,39	62,17-355,50	25,61
70	Český Dub (LI)	12,83	6,58-23,36	12,58	216,33	95,10-923,33	46,80
71	Kdyně (DO)	7,72	4,30-12,17	7,57	78,57	45,09-187,85	17,00
72	Horažďovice (KT)	4,37	2,52-6,70	4,28	27,40	16,94-58,52	5,93
73	Benešov (BN)	5,34	3,08-8,17	5,24	38,77	23,67-83,33	8,39
74	Kojetín(PR)	9,79	5,65-15,96	9,60	98,55	51,18-301,86	21,32
75	Prosenice(PR)	1,48	0,50-2,56	1,45	9,12	5,47-22,24	1,97

Tab. 5b (slovenské populace)

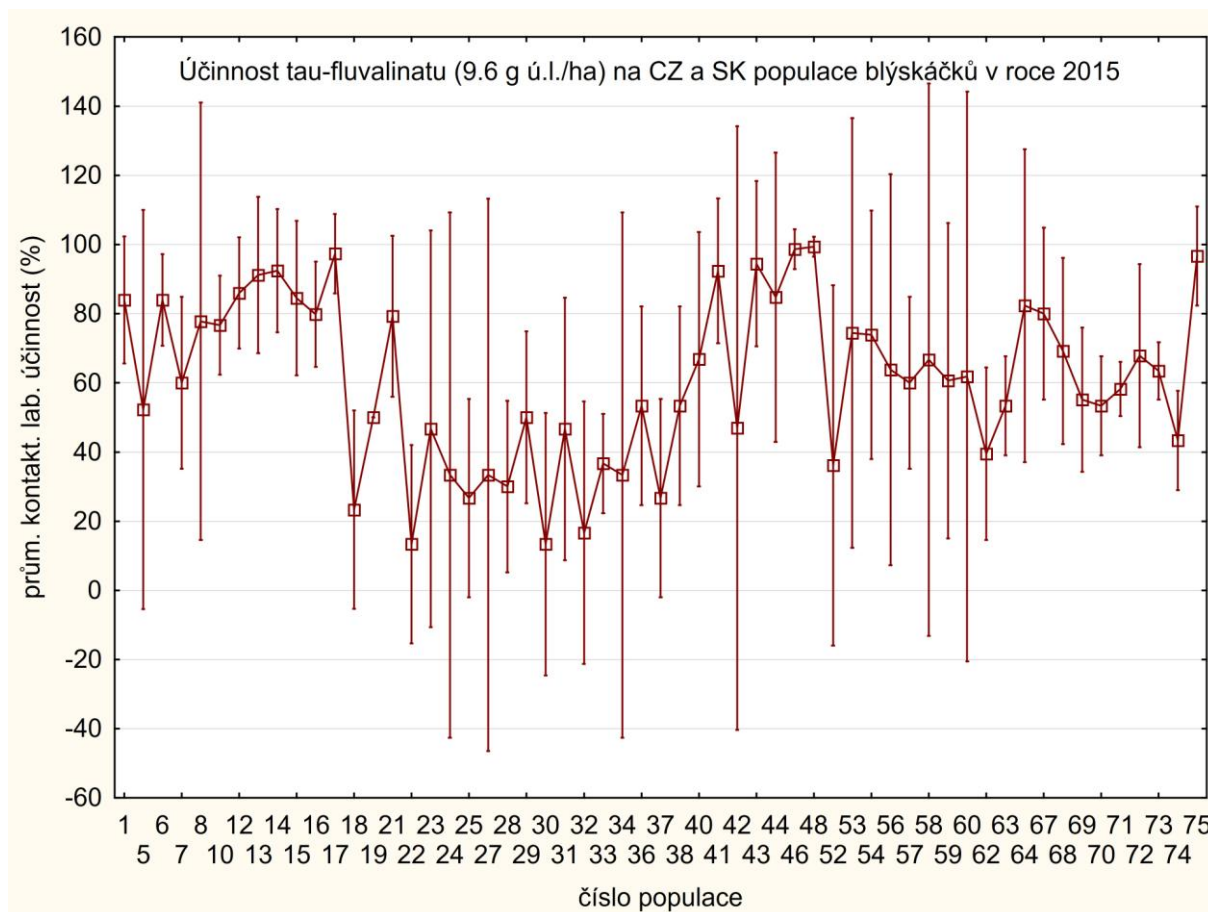
číslo sběru	obec (okres)	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₅₀ 2012 - 2015)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₉₀ 2012-2015)
15	Galovany (Liptovský Mikuláš, LM, SK)	2,51	1,47-3,66	2,46	15,00	9,65-31,33	3,25
57	Sládkovičovo (Galanta, GA, SK)	9,32	6,11-13,58	9,14	37,91	24,24-79,17	8,20
58	Trstice (Galanta, GA, SK)	7,45	4,59-11,02	7,30	22,08	14,48-46,65	4,78
59	Petrova Ves(,SK)	9,28	5,45-14,93	9,10	28,82	17,39-84,54	6,24
60	V.Úlana (Galanta, GA, SK)	8,13	4,44-13,62	7,97	25,07	14,71-89,61	5,42
62	Solčianky (Topoľčany, TO, SK)	10,48	6,72-15,47	10,27	46,98	29,29-104,57	10,16
63	Ružomberok-Lískova (Ružomberok, RK, SK)	4,63	2,51-7,41	4,54	36,99	20,51-105,62	8,00
64	Liptovský Mikuláš-Galovany (L. Mikuláš, SK)	2,99	1,18-5,26	2,93	20,74	11,22-68,56	4,49
67	Zvolen (Zvolen, ZV, SK)	2,45	0,86-4,51	2,40	30,05	15,74-99,83	6,50
68	Martin-Pribovice (Martin, MT, SK)	5,63	3,69-7,96	5,52	22,41	15,01-41,981	4,85

Z tabulek 4a,b a z grafu 1 je patrné, že účinnosti dosažené registrovanou dávkou tau-fluvalinatu se v řadě případů (CZ i SK populace) statisticky významně liší. To znamená, že jednotlivé populace mohou na registrovanou dávku reagovat nenáhodně odlišně. Účinnost registrované dávky kolísá od 47 do 100 % (dle Abbotta; $F_{(56,114)} = 6,4023$; $p < 0,05$). Z obr. 2 je pak možné zjistit, kde se nachází populace citlivější (vysoká účinnost registrované dávky) a

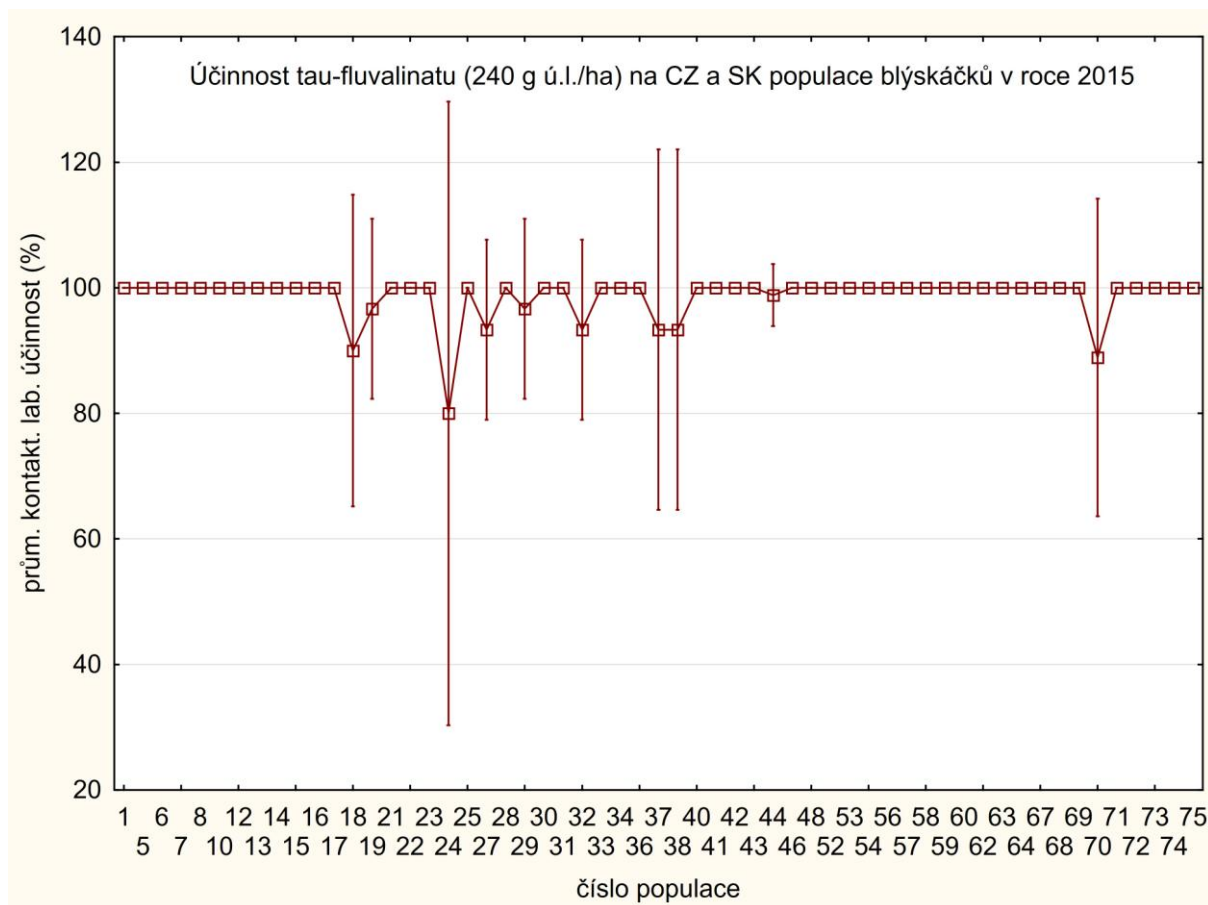
kde naopak je větší koncentrace populací rezistentních. Variabilita v účinnostech dosažených 5 x nižší než registrovanou dávkou je podle očekávání ještě vyšší (rozpětí od asi 10 do 99 % dle Abbotta; $F_{(56,114)} = 6,7753$; $p < 0,05$, graf 2). Z tohoto grafu je tedy ještě lépe patrné než z předešlého, že mezi CZ (i SK) populacemi blýskáčků jsou opravdu výrazné rozdíly v citlivosti na tuto látku. Graf 3 naopak ukazuje, jak se může projev jednotlivých různě citlivých populací v podstatě unifikovat, jsou-li vystaveny dávce relativně vysoké (5 x vyšší dávka oproti dávce registrované: 240 g ú.l./ha). Mezi účinnostmi dosaženými touto dávkou nebyly zaznamenány statisticky průkazné rozdíly, přesto se ukázala i zde jistá variabilita (rozpětí od 80 do 100 %). Z porovnání hodnot LD_{50} a LD_{90} a jejich konfidencích intervalů (CI; tab. 5a,b) je opět vidět, že odlišnost v citlivostech na tau-fluvalinate je u CZ (i SK) populací v řadě případů průkazná. Hodnoty LD_{50} u nezanedbatelného počtu CZ populací překračují hodnotu 20 g ú.l./ha, populace s LD_{50} překračující dávku registrovanou v CZ + SK kolekci z roku 2015 ale zaznamenána nebyla (graf 4). Z porovnání hodnot LD_{90} (tab. 5a,b) je zřejmé, že rozdíly v dávkách potřebných na dosažení uspokojivé účinnosti jsou v řadě případů propastné a v nemalém počtu případů tyto dávky (LD_{90}) převyšují dávku registrovanou (graf 5).



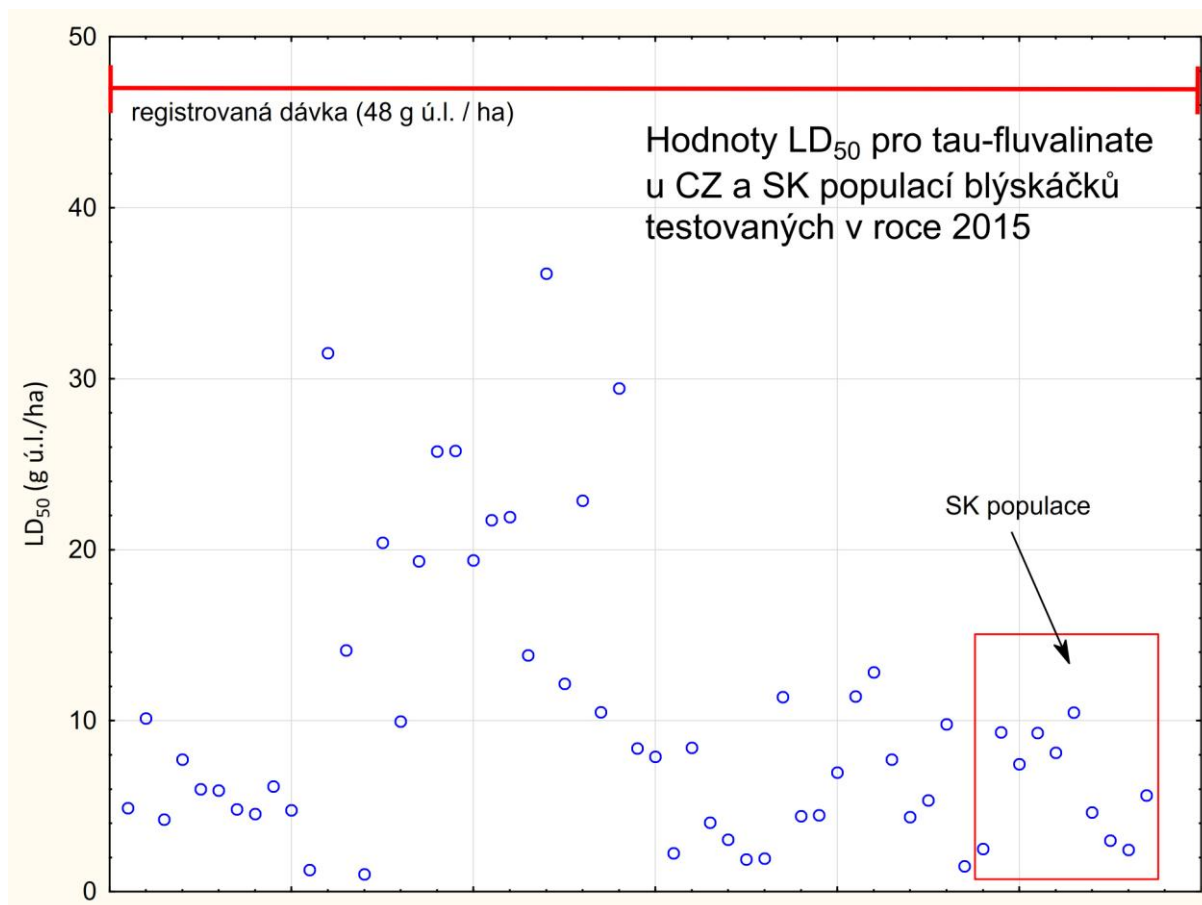
Graf 1 – Hodnoty (průměry ± int. spolehlivosti) laboratorních účinností dosažených u jednotlivých populací blýskáček registrovanou dávkou tau-fluvalinatu do řepky ozimé v ČR (48 g. ú.l.ha⁻¹; průměr celkem = 86,53 %; průměr za ČR = 84,62 %; průměr za SK = 95,53 %; $F_{(56,114)} = 6,4023$; $p < 0,05$). Čísla populací uvedených v grafu (osa x) odpovídají číslům populací v tabulkách 4 a 5 a na obr. 1. Použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2015, 57 populací otestováno celkem; 47 populací z ČR, 10 populací z SK).



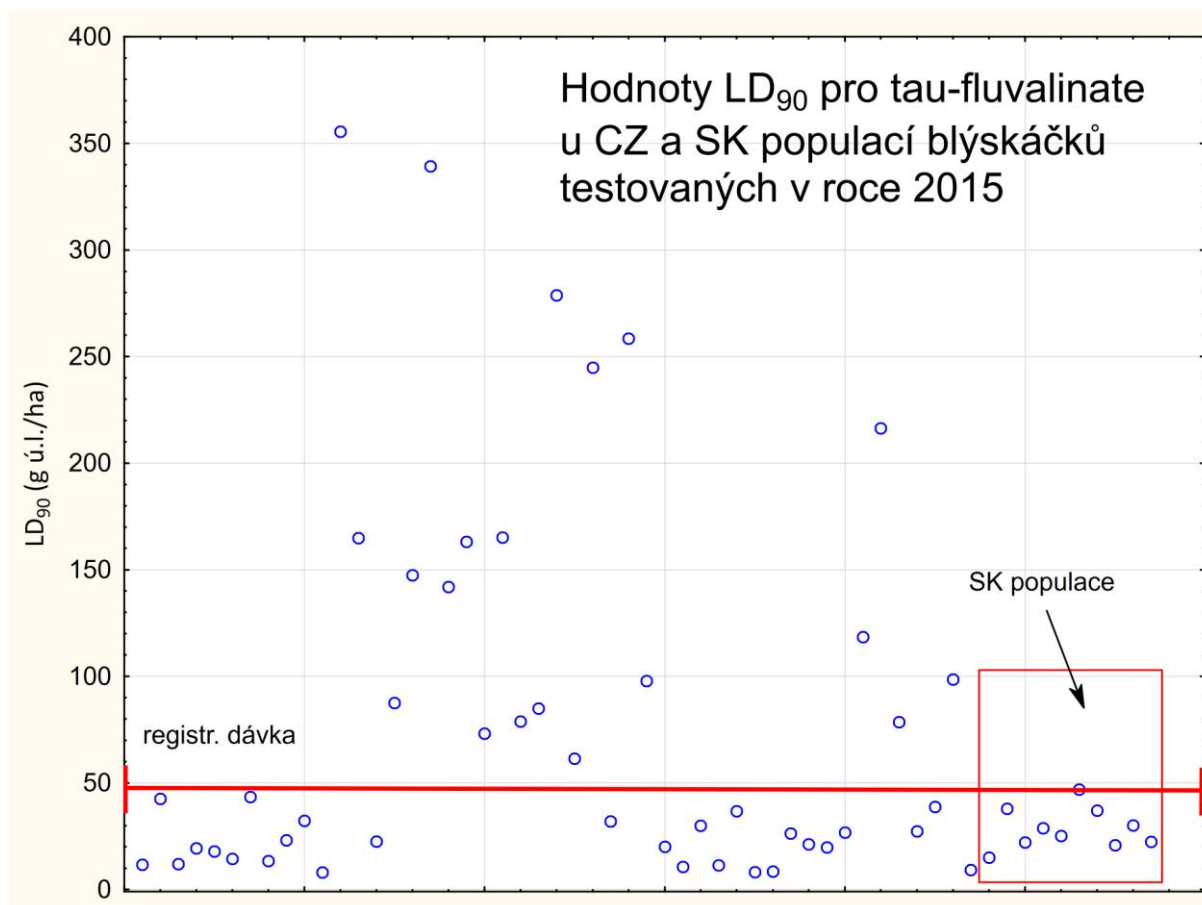
Graf 2 – Hodnoty (průměry ± int. spolehlivosti) laboratorních účinností dosažených u jednotlivých populací blýskáček 5 x nižší než registrovanou dávkou tau-fluvalinatu do řepky ozimé v ČR (9,6 g. ú.l.ha⁻¹; průměr celkem = 60,96 %; průměr za ČR = 59,93 %; průměr za SK = 65,79 %; $F_{(56,114)} = 6,7753$; $p < 0,05$). Čísla populací uvedených v grafu (osa x) odpovídají číslům populací v tabulkách 4 a 5 a na obr. 1. Použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2015, 57 populací otestováno celkem; 47 populací z ČR, 10 populací z SK).



Graf 3 – Hodnoty (průměry ± int. spolehlivosti) laboratorních účinností dosažených u jednotlivých populací blýskáčků 5 x vyšší než registrovanou dávkou tau-fluvalinatu do řepky ozimé v ČR ($240 \text{ g. ú.l. ha}^{-1}$; průměr celkem = 98,67 %; průměr za ČR = 98,39 %; průměr za SK = 100 %; $F_{(56,114)} = 2,1955$; $p > 0,05$). Čísla populací uvedených v grafu (osa x) odpovídají číslům populací v tabulkách 4 a 5 a na obr. 1. Použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2015, 57 populací otestováno celkem; 47 populací z ČR, 10 populací z SK).



Graf 4 - Srovnání hodnot LD₅₀ (g ú.l./ha) pro tau-fluvalinate odhadnutých (probitová regrese) pro testované populace blýskáčků v roce 2015 (každé modré kolečko je jedna testovaná populace). Červená čára vymezuje registrovanou dávku pro tau-fluvalinate v řepce ozimé v ČR (48 g ú.l./ha). Slovenské populace jsou přesunuty na pravou stranu grafu (10 populací v červeném rámečku). Použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2015, 57 populací otestováno celkem; 47 z ČR + 10 z SK).



Graf 5 - Srovnání hodnot LD₉₀ (g ú.l./ha) pro tau-fluvalinate odhadnutých (probitová regrese) pro testované populace blýskáčků v roce 2015 (každé modré kolečko je jedna testovaná populace). Červená čára vymezuje registrovanou dávku pro tau-fluvalinate v řepce ozimé v ČR (48 g ú.l./ha). Slovenské populace jsou přesunuty na pravou stranu grafu (10 populací v červeném rámečku). Použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2015, 57 populací otestováno celkem; 47 z ČR + 10 z SK).

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.agrez.cz> a <http://www.vupt.cz>.
- B) Na adrese smluvního uživatele výsledků projektu NAZV č. QJ1230077: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/>.
- C) **Link na mapu Tau-fluvalinate-blýskáček-2015: [mapa google](#)**

Postup při otevírání a práci s údaji na elektronické mapě:

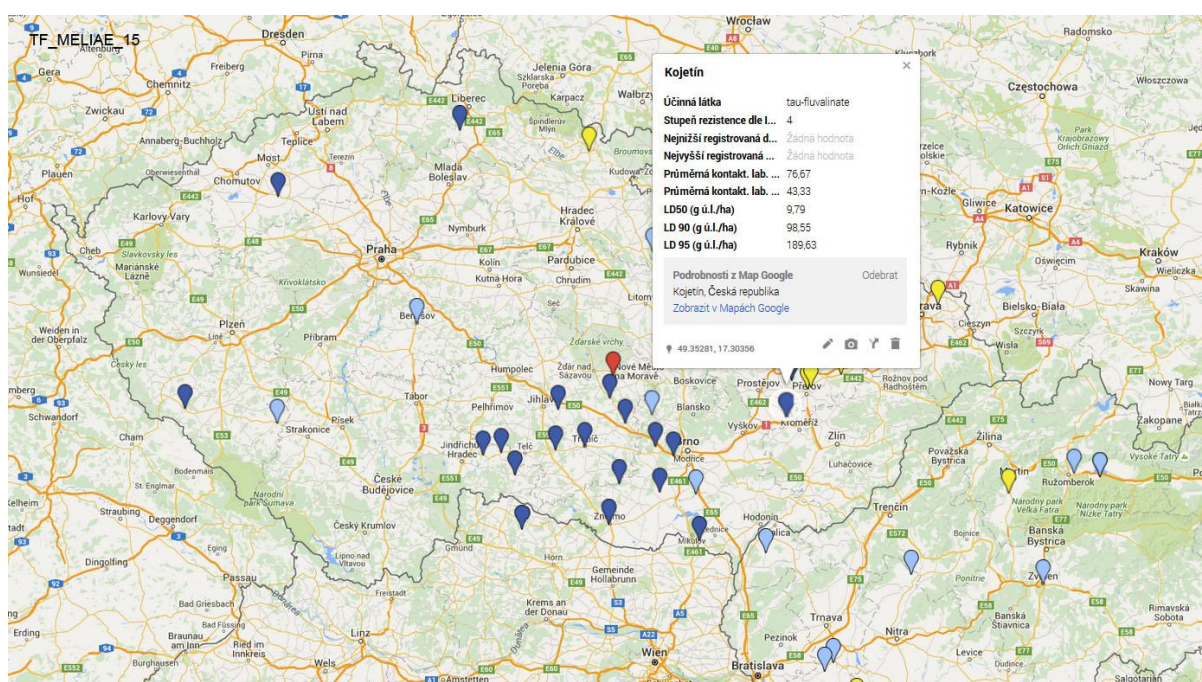
- 1) Zvolit výše uvedenou www stránku, např.: <http://www.agrez.cz>.
- 2) Zde vybrat a zvolit vhodnou mapu, v tomto případě: **Tau-fluvalinate; blýskáček; 2015, mapa rezistence** (je více map: při výběru se řídit druhem testované insekticidní účinné látky a druhem testovaného hmyzu a rokem testování).
- 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 2015 odebrána populace 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. 3 - Na mapě (server Google) jsou vyznačeny lokality, ze kterých byly odebrány vzorky populací blýskáčků testovaných na citlivost proti tau-fluvalinatu v roce 2015. Barva bodů přiřazeným stupňům 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). Neboť vysoce citlivé populace nebyly v testovaném souboru v roce 2015 zaznamenány, není možné na mapě zelené body nalézt. V levé části obrazovky se v internetové aplikaci zobrazuje legenda k mapě, ze které je možné získat rychlý přehled o použité metodice a výše zmíněný popis stupňů rezistence. Po rychlém přehlédnutí mapy je zřejmé, že na jihu republiky je situace horší než na severu. Na jihovýchodě (jižní Morava) převládaly v roce 2015 rezistentní populace (R = tmavě modré body) k tau-fluvalinatu. Na severovýchodě (východní Čechy, sever Moravy, Slezsko) zaujímaly největší podíl populace na tau-fluvalinate citlivé (C = žluté body).



Obr. 4 - Po kliknutí myši na ikonu lokality se zobrazí několik základních informací o konkrétní testované populaci: uvedena je kontaktní laboratorní účinnost dosažená dávkou odpovídající registrované dávce tau-fluvalinatu do řepky ozimé v ČR (%), vyjádřené dle Abbotta), přiřazený stupeň rezistence dle IRAC (st. 1–5) a hodnoty letálních dávek LD₅₀ a LD₉₀ a LD₉₅ (g ú.l./ha) odhadované pro tuto testovanou účinnou látku. V tomto případě došlo k zobrazení údajů k rezistentní populaci (st. 4; proto tmavě modrý bod) získané na lokalitě Kojetín. V případě této populace, registrovaná dávka (48 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 mapy z jiných let: 2012 - 2015) by měl z toho pro sebe vyvodit závěr při plánování ochranných zásahů v následujícím období. Použití pyretroidů na blýskáčky zde nebude jen vyhozenou investicí, ale též zapůsobí jako výrazný selekční faktor (zhoršení stavu).

II.3. Shrnutí výsledků testování provedených v roce 2015 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 od roku 2012. Po prostudování výsledků uvedených v tomto dokumentu a na elektronické mapě (**Tau-fluvalinate; blýskáček; 2015, mapa rezistence**) je možné provést jejich srovnání s výsledky z předcházejících let (**Tau-fluvalinate; blýskáček; 2012 - 14, 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 níže uvedených webových adresách). Všechny mapy a doprovodné dokumenty k nim jsou volně dostupné na stejných internetových adresách, na <http://www.agrez.cz>, <http://www.vupt.cz> a na Rostlinolékařském portálu (<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/>).

Praktická doporučení (jsou vždy aktualizovány dle nejnověji získaných výsledků; zde aktualizace na základě výsledků z roku 2015):

- 1) Mezi lety 2012 a 2015 v podstatě nedošlo k úbytku citlivých populací blýskáčků na pyretroid tau-fluvalinate na území ČR. To znamená, že v roce 2015 byl na našem území zaznamenán přibližně stejný podíl citlivých populací jako v roce 2012 (34 % v roce 2015). V průběhu tohoto období došlo ale k nárůstu podílu rezistentních populací (na úkor úbytku středně rezistentních populací). Rozdíly mezi populacemi jsou dány odlišnou četností v nich přítomných rezistentních jedinců. Je důvodné předpokládat, že bude-li na populace vyvíjen selekční tlak, podíl rezistentních jedinců v populacích stoupne, což se projeví nárůstem rezistentních (st. 4 = R) resp. vysoce rezistentních (st. 5 = VR) populací blýskáčků na našem území. To se může projevit velmi rychlým (třeba během dvou ročníků) poklesem účinnosti registrované dávky pod naprosto neakceptovatelnou úroveň.
- 2) Z geografického vyobrazení výsledků (**obr. 2**) je zřejmé, že populace vykazující rezistenci (st. 4 = R) k pyretroidu tau-fluvalinate se ve větší míře vyskytují na jihovýchodě (možná i na jihozápadě a severozápadě) ČR. Využití tau-fluvalinatu jako možné alternativy za běžné esterické pyretroidy (registrované v nižších dávkách) je nutné v těchto více postižených regionech zcela vyloučit. Na severovýchodě ČR je použití tau-fluvalinatu na blýskáčky možné (dostaví se očekávaný efekt, bude-li insekticid použit správně), ale jeho pravidelné zařazování do antirezistentních strategií doporučit nelze ani zde.
- 3) Insekticidní ochranu proti blýskáčkům v ČR je nutné postavit na insekticidech se zcela odlišným mechanismem účinku, než mají pyretroidy: pymetrozine, indoxacarb, organofosfáty (chlopyrifos-ethyl, chlorpyrifos-methyl, malathion). Těmto insekticidům je vhodné dát v případě blýskáčků přednost i před neonicotinoidy

(thiacloprid, acetamiprid). Tuto skupinu bohužel nelze na základě výsledků testování v posledních letech považovat za vhodnou alternativu za selhávající pyretroidy (viz mapy pro BISCYA 2011 – 2015; <http://www.agrez.cz>).

- 4) Velkým problémem současné praxe je, že plnohodnotná alternativa za selhávající pyretroidy není ve skutečnosti k dispozici. Použití organofosfátů, pymetrozinu a indoxacaru je v řepce olejce značně limitované jejich vysokou toxicitou pro včely.

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 2015. 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 (středně rezistentní populace, st. 3 = SR), část populací (asi 49 % v roce 2015) vykazuje rezistenci (st. 4 + 5 = R + VR). Přibližně 34 % populací blýskáčků bylo v roce 2015 k tomuto insekticidu citlivých. Mezi lety 2012 a 2015 v podstatě nedošlo k úbytku citlivých populací, došlo ale k nárůstu podílu rezistentních populací (na úkor úbytku středně rezistentních populací). Rozdíly mezi populacemi jsou dány odlišnou četností v nich přítomných rezistentních jedinců. Je důvodné předpokládat, že bude-li na populace vyvíjen selekční tlak, podíl rezistentních jedinců v populacích stoupne, což se projeví nárůstem rezistentních (st. 4 = R) resp. vysoce rezistentních (st. 5 = VR) populací blýskáčků na našem území. To se může projevit velmi rychlým (třeba během dvou ročníků) poklesem účinnosti registrované dávky pod naprosto neakceptovatelnou úroveň. Z geografického vyobrazení výsledků na mapách je zřejmé, že populace vykazující rezistenci (st. 4 = R) k této účinné látce se ve větší míře vyskytují na jihovýchodě (možná i na jihozápadě a severozápadě) ČR. Využití tau-fluvalinatu jako možné alternativy za běžné esterické pyretroidy (registrované v nižších dávkách) je nutné ve výše vyjmenovaných více postižených regionech zcela vyloučit. Na severovýchodě ČR je použití tau-fluvalinatu na blýskáčky možné (dostaví se očekávaný efekt, bude-li insekticid použit správně), ale jeho pravidelné zařazování do antirezistentních strategií doporučit nelze ani zde. Insekticidní ochranu proti blýskáčkům v ČR je nutné postavit na insekticidech se zcela odlišným mechanismem účinku, než mají pyretroidy: pymetrozine, indoxacarb, organofosfáty (chlopyrifos-ethyl, chlorpyrifos-methyl, malathion). Těmto insekticidům je vhodné dát v případě blýskáčků přednost i před neonikotinoidy (thiacloprid, acetamiprid). Tuto skupinu bohužel nelze považovat za vhodnou alternativu za selhávající pyretroidy (viz mapy pro BISCYA 2011 – 2015). Velkým problémem současné praxe je, že plnohodnotná alternativa

za pyretroidy není k dispozici. Použití organofosfátů, pymetrozinu a indoxacabu je v řepce olejce značně limitované jejich vysokou toxicitou pro včely.

V. Oponenti předkládané mapy s odborným obsahem

- 1) Ing. Jakub Beránek Ph.D.; ÚKZÚZ, oddělení metod integrované ochrany rostlin (telefon: 545 110 456, e-mail: jakub.beranek@ukzuz.cz); Zemědělská 1752/1a, Brno, 613 00.
- 2) Ing. Vladimíra Bauer, Ph.D.; ATC – Agro Trial Center GmbH (telefon+420 776 224 966, e-mail: v.zelena@atc-gerhaus.at); Versuchsstation Gerhaus; A-2471 Rohrau, Rakousko.

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. MüllerF), 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): Pyretroid 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): Pyretroid 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 pyretroids 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 šešulových, 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., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., BERNARDOVÁ, M., SPITZER, T., BÍLOVSKÝ, J. Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid lambda-cyhalothrin v roce 2011. 1. vydání. Šumperk: AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o., 2013. 33 s. ISBN 978-80-87360-21-7

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., BERNARDOVÁ, M., SPITZER, T., BÍLOVSKÝ, J. Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid lambda-cyhalothrin v roce 2012. 1. vydání. Šumperk: AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o., 2013. 34 s. ISBN 978-80-87360-22-4

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., BERNARDOVÁ, M. Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid cypermethrin v roce 2012. 1. vydání. Šumperk: AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o., 2013. 33 s. ISBN 978-80-87360-23-1

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., BERNARDOVÁ, M. Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid tau-fluvalinate v roce 2012. 1. vydání. Šumperk: AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o., 2013. 31 s. ISBN 978-80-87360-24-8

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., BERNARDOVÁ, M. Mapa s odborným obsahem: Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na organofosfát chlorpyrifos-ethyl v roce 2012. 1. vydání. Šumperk: AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o., 2013. 36 s. ISBN 978-80-87360-25-5

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., SPITZER, T., BÍLOVSKÝ, J. Metodika ochrany porostů řepky ozimé (*Brassica napus* L.) proti krytonosci čtyřzubému (*Ceutorhynchus pallidactylus*, Marsham. 1802). 1. vydání. Šumperk: AGRITEC, výzkum, šlechtění a služby, s.r.o., 2013. 39 s. ISBN 978-80-87360-20-0.

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., (2013): Škůdci nebezpeční pro řepku ozimou v roce zásevu. *Agromanuál*, Vol. 8, No. 08, 32 – 36. ISSN 1801 - 7673

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., ROTREKL, J., KOLAŘÍK, P., HAVEL, J., HRUDOVÁ, E. (2013) First results of monitoring the occurrence of resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus*, Fabricius 1775) in the Czech Republic. *IOBC-WPRS Bulletin*, Vol. 92, pp. 67 - 76.

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, 42 – 46. ISSN 0139-6013.

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HAVEL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., BERNARDOVÁ, M. a kol. (2014): Citlivost škodcov repky k insekticidom. *Naše pole*, Vol. XVIII, č. 5, s. 43 – 45. ISSN 1335-2466.

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., BERNARDOVÁ, M. Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid lambda-cyhalothrin v roce 2013: mapa s odborným obsahem [online]. 1. vyd. Šumperk: AGRITEC, 2014. 33 s. ISBN 978-80-87360-26-2. Dostupné z www.agrez.cz

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., BERNARDOVÁ, M. Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid cypermethrin v roce 2013: mapa s odborným obsahem [online]. 1. vyd. Šumperk: AGRITEC, 2014. 33 s. ISBN 978-80-87360-27-9. Dostupné z www.agrez.cz

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., BERNARDOVÁ, M. Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid tau-fluvalinate v roce 2013: mapa s odborným obsahem [online]. 1. vyd. Šumperk: AGRITEC, 2014. 34 s. ISBN 978-80-87360-28-6. Dostupné z www.agrez.cz

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., BERNARDOVÁ, M. Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na organofosfát chlorpyrifos-ethyl v roce 2013: mapa s odborným obsahem [online]. 1. vyd. Šumperk: AGRITEC, 2014. 36 s. ISBN 978-80-87360-29-3. Dostupné z www.agrez.cz

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., PLACHKÁ, E., BERNARDOVÁ, M. Výsledky testování citlivosti

krytonosce šesulového (*Ceutorhynchus obstrictus*) na pyretroid lambda-cyhalothrin v roce 2013: mapa s odborným obsahem [online]. 1. vyd. Šumperk: AGRITEC, 2014. 31 s. ISBN 978-80-87360-30-9. Dostupné z www.agrez.cz

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HAVEL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., SPITZER, T., BERNARDOVÁ, M. (2014): Škůdci řepky a jejich citlivost na insekticidy. *Farmář*, Vol. 20, No. 6, 36-37. ISSN 1210-9789

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J., HAVEL, J., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., BERNARDOVÁ, M. a kol., SPITZER, T. (2014): Změny v citlivosti blýskáčků v řepce na insekticidy (pyretroidy, organofosfáty, neonicotinoidy) v ČR (2009 - 2014). Sborník příspěvků z konference Hluk: 19.11. – 20.11. 2014, Hluk: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, 2014, s. 149 - 153, ISBN 978-80-87065-57-0 + přednáška

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., ROTREKL, J., KOLAŘÍK, P., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., SPITZER, T., BERNARDOVÁ, M. (2014): Korelace mezi citlivostí českých a slovenských populací blýskáčků na pyretroid lambda-cyhalothrin a neonicotinoid thiacloprid (BISCAYA 240 OD). Sborník příspěvků z konference PROSPERUJICI OLEJNINY 2014: 11.12. – 12.12. 2014, Praha a Větrný Jeníkov: Česká zemědělská společnost při ČZU v Praze, Sdružení Český mák a Katedra rostlinné výroby na ČZU v Praze, 2014, s. 78 - 81, ISBN 978-80-213-2517-3 (CD 978-80-213-2518-0)

TÓTH, P., HRUDOVÁ, E., GAJDOŠÍK, E., SCHOŘÍKOVÁ, A., SEIDENGLANZ, M., KOLAŘÍK, P., HAVEL, J. (2014): Podzimní škůdci řepky a jejich citlivost k insekticidům. Sborník příspěvků z konference PROSPERUJICI OLEJNINY 2014: 11.12. – 12.12. 2014, Praha a Větrný Jeníkov: Česká zemědělská společnost při ČZU v Praze, Sdružení Český mák a Katedra rostlinné výroby na ČZU v Praze, 2014, s. 71 - 74, ISBN 978-80-213-2517-3 (CD 978-80-213-2518-0)

HRUDOVÁ E., TÓTH P., SEIDENGLANZ M., KOLAŘÍK P., HAVEL J. (2014): Vývoj výskytu populací blýskáčků (*Meligethes* spp.) rezistentních k pyretroidům na Jižní Moravě. *Úroda*, Vol. 62, č. 12/2014, vědecká příloha s. 251-254. ISSN 0139-6013

SEIDENGLANZ, M. (2014): Výskyt škůdců v porostech řepky ozimé v roce 2014. *Agrotip - informační měsíčník BASF pro české a slovenské zemědělce*, No. 11-12, 14-16. ISSN nemá

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., ROTREKL, J., KOLAŘÍK, P., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., BERNARDOVÁ, M., SPITZER, T. (2015a): Changes in *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae) susceptibility to lambda-cyhalothrin in the Czech Republic between 2009 and 2011. *Plant Protect. Sci.*, Vol. 51, No.1: 24-44. ISSN 1212-2580

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., ROTREKL, J., KOLAŘÍK, P., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., BERNARDOVÁ, M. (2015b): *Meligethes aeneus* (Coleoptera: Nitidulidae) resistance to lambda-cyhalothrin in the Czech Republic in 2012 and 2013. *Plant Protect. Sci.*, Vol. 51, No. 2: 94-107. ISSN 1212-2580

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., ROTREKL, J., KOLAŘÍK, P., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., SPITZER, T., BERNARDOVÁ, M. (2015c): Existuje u blýskáčka

řepkového korelace mezi citlivostí k lambda-cyhalothrinu a thiaclopridu? *Úroda*, Vol. 63, No. 4, 66-70. ISSN 0139-6013

SEIDENGLANZ, M., POSLUŠNÁ, J., ROTREKL, J., KOLAŘÍK, P., HRUDOVÁ, E., TÓTH, P., HAVEL, J., TÁNCIK, J. (2015d): Korelace mezi citlivostí českých a slovenských populací blýskáček na pyretroid lambda-cyhalothrin a organofosfát chlorpyrifos-ethyl v letech 2014 a 2015. Sborník konference s mezinárodní účastí PROSPERUJICI OLEJNINY 2015: 10.12. – 11.12. 2015, ČZU Praha a Větrný Jeníkov: Česká zemědělská společnost při ČZU v Praze, Sdružení Český mák a Katedra rostlinné výroby na ČZU v Praze, 2015, s. 88 - 91, ISBN978-80-213-2598-2.

