



Mapa s odborným obsahem

Výsledky testování citlivosti blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyrethroid cypermethrin 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 pyretroid cypermethrin 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, 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).

ISBN: 978-80-87360-45-3

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 pyretroid cypermethrin v ČR v roce 2015

Předkládaná mapa s odborným obsahem vychází z výsledků získaných při řešení projektu č. QJ1230077 (MZe ČR, NAZV). Shrnuje a interpretuje výsledky testování citlivosti populací blýskáčků (*Meligethes* spp.) na pyretroid cypermethrin laboratorní metodou *Adult vial test* (lahvičkový test, metoda podle IRAC č.011 verze 3). Při testech byla porovnávána citlivost 54 populací odebraných na různých lokalitách v České republice (43 CZ populací) a na Slovensku (11 SK populací) v roce 2015. Účinná látka cypermethrin je součástí např. těchto do řepky ozimé registrovaných přípravků: Cyperkill 25 EC (250 g ú.l./l), Rafan (250 g ú.l./l), Nurelle D (50 g ú.l./l; zde v kombinaci s chlorpyrifos-ethylem) a Daskor (40 g ú.l./l; zde také v kombinaci s chlorpyrifos-ethylem). Na blýskáčky v řepce je cypermethrin registrován v dávce 25 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 g ú.l./ha), 20% (5 g ú.l./ha), 100% (25 g ú.l./ha), 500% (125 g ú.l./ha). Pyretroid cypermethrin se řadí do skupiny esterických pyretroidů. Od ostatních esterických pyretroidů se ale liší tím, že je do řepky registrován ve výrazně vyšší dávce (registr. dávka ostatních esterických pyretroidů se pohybuje v rozmezí od 4 do 10 g ú.l./ha). Skupina esterických pyretroidů je rezistencí blýskáčků postižena nejvíce. Existují doklady o křížové rezistenci blýskáčků k účinným látkám patřícím do této skupiny insekticidů. Mapa je zpracována tak, aby mohla přímo sloužit zemědělským odborníkům: Státním úřadům (ÚKZÚZ), agronomům, zemědělským výzkumníkům, zemědělským poradcům, studentům zemědělských škol a pedagogům na těchto školách. Veškerá data v tomto dokumentu i na vlastní mapě s odborným obsahem) jsou volně přístupná (<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 proti esterickým pyretroidům; cypermethrin; pyretroid; *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 cypermethrin in the Czech Republic in 2015

This specialized map is based on the results of research project granted by the Czech Ministry of Agriculture Grant Agency (NAZV): QJ1230077. The map summarizes and interprets results of pollen beetle's (*Meligethes* spp.) susceptibility testing to pyrethroid cypermethrin in

the Czech Republic in 2015. The used laboratory method was IRAC Adult vial test no. 011 version 3. In total 54 *Meligethes* populations sampled on different localities in the Czech Republic (43 CZ populations) and Slovakia (11 SK populations) were compared. In CZ the active ingredient cypermethrin is registered against pollen beetles on oilseed rape at dose: 25 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 g a.i./ha), 20% (5 g a.i./ha), 100% (25 g a.i./ha), 500% (125 g a.i./ha). The pyrethroid cypermethrin is a member of esteric pyrethroids group. But the cypermethrin differs from the other esteric pyrethroid active ingredients by its markedly higher value of the field recommended dose. The field recommended values of the other esteric pyrethroids move from 4 to 10 g a.i./ha. Esteric pyrethroids are mostly affected by the problem of insecticide resistance. There is a proved cross resistance against the active ingredients in the European pollen beetles populations. This map is compiled to be understandable to agricultural experts: Specialists from Central institute for Supervising and 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 of pollen beetles to esteric pyrethroids; cypermethrin; 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) 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 specificity. 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). Jiné populace mohou být rezistentní proti pyretroidům celkově.

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 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 (podle IRAC kategorizace populací se rozlišuje pět stupňů rezistence, popsáno níže v metodické části). Naše výsledky (předkládané v této certifikované mapě v řadě publikací: např. Seidenglanz et al. 2015a,b,c,d) to potvrzují.

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 LD_{50} (popř. LD_{90}) 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, od roku 2012, se spektrum pyretroidů rozšířilo o cypermethrin a tau-fluvalinate) zahájen, patří ČR mezi země s potvrzeným výskytem rezistentních populací blýskáčků na esterické pyretroidy. V prvních letech byla zjištěna snížená účinnost těchto pyretroidů v severních, zejména podhorských oblastech ČR. V některých regionech byla tehdy situace relativně lepší (jižní Čechy, jižní Morava, Českomoravská vrchovina). Postupně (do roku 2012) došlo k výraznému zhoršení prvotního stavu i v těchto regionech. V letech 2010 a 2011 jsme zaznamenali významné snížení účinnosti na jižní Moravě a na Českomoravské vrchovině, v roce 2012 také v jižních Čechách. V roce 2013 se vyskytovaly populace s výrazně sníženou citlivostí na pyretroid lambda-cyhalothrin na celém území ČR. V letech 2013 a 2014 na území ČR již zcela dominovaly rezistentní a vysoce rezistentní populace na esterický pyretroid lambda-cyhalothrin (tab. 1). 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. V rámci našich testů je lambda-cyhalothrin nejdéle testovaný pyretroid a reprezentuje esterické pyretroidy registrované na relativně nízké dávce (do 10 g ú.l./ha; tab. 2). 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. 1 - 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 rep. citlivosti (%):
------------	--------	--

		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)

Tab. 2 - 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

V případě této mapy se jedná o esterický pyretroid cypermethrin. Tato účinná látka je součástí např. přípravku Cyperkill 25 EC (250 g ú.l./l) či Rafan (250 g ú.l./l). Na blýskáčky v řepce je cypermethrin registrován ve výrazně vyšší dávce než ostatní esterické pyretroidy (cypermethrin: 25 g ú.l./ha; lambda-cyhalothrin: 5 g ú.l./ha na blýskáčky, 7,5 g ú.l./ha max. registrovaná dávka do řepky). Dávka 25 g ú.l./ha v testech sloužila jako základní testovaná dávka (= 100% dávka). Od této dávky se odvíjelo sestavení celého testovaného spektra: 0% (kontrola), 4% (1 g ú.l./ha), 20% (5 g ú.l./ha), 100% (25 g ú.l./ha), 500% (125 g ú.l./ha). Pyretroid cypermethrin se tedy od ostatních esterických pyretroidů neliší molekulární stavbou (a tedy ani mechanismem účinku), ale pouze výrazně vyšší dávkou, ve které je do řepky na populace blýskáčků aplikován. Výše dávky hraje významnou roli z hlediska

intenzity selekce populací i z hlediska účinnosti na tyto populace. A to je právě i důvod, proč byl do testů tento insekticid zařazen, přestože se má za prokázané, že u blýskáčků se projevuje křížová rezistence proti všem esterickým pyretroidům (z tohoto hlediska be se to tedy mohlo zdát zbytečné). Cílem je porovnat jeho laboratorní účinnost a letální dávky (hodnoty LD₅₀-LD₉₀) s účinností a letálními dávkami esterického pyretroidu lambda-cyhalothrin. Změny a vývoj v citlivostech CZ (ve dvou letech i SK) populací na tento pyretroid mezi lety 2012 - 15 jsou shrnuty v **tabulce 3**. Součet podílů populací rezistentních (st. 4, R) a vysoce rezistentních se během období monitoringu (2012 – 2015) příliš neměnil. V současné době (2015) je u nás takových populací kolem 48 %. Pozitivní je to, že podíly těchto populací zřejmě nenarůstají (oproti lambda-cyhalothrinu se zde projevuje tlumivý vliv vysoké dávky), nepříjemné je to, že těchto populací je velké množství. Téměř každá druhá populace je rezistentní. Během období monitoringu neklesl počet populací citlivých (st. 2, C), z hodnot v tabulce se zdá, že jejich podíl naopak vzrostl (na úkor populací středně rezistentních; st. 3, SR). To je jednoznačně pozitivní, na druhou stranu ovšem z jednoduchého srovnání vyplývá, že podíl populací rezistentních je výrazně vyšší. Dále rozebíráno ve výsledkové části.

Tab. 3 - Srovnání podílů populací blýskáčků s různou úrovní rezistence (citlivosti) dle kategorizace IRAC (*Insecticide Resistance Action Committee*) k esterickému pyretroidu cypermethrin v jednotlivých ročníkových kolekcích. Kromě roku 2015, byly slovenské populace (SK) zahrnuty 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
cypermethrin	2012 (CZ)	0,00	11,27	39,44	46,48	2,82
	2013 (CZ)	0,00	23,44	31,25	45,31	0,00
	2014 (CZ)	0,00	23,73	32,20	38,98	5,08
	2015 (CZ)	0,00	30,23	23,26	48,84	0,00
	2012 (SK)	0,00	45,45	54,55	0,00	0,00
	2015 (SK)	0,00	45,45	54,55	0,00	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)

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 (déšť, 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 cypermethrin byl lahvičkový test (*adult-vial-test*) doporučovaný pro pyretroidy *International Resistance Action Committee* (IRAC), která koordinuje práce v oblasti hodnocení rezistence hmyzu proti insekticidům v Evropě. Pro pyretroidy je určena Metoda č. 011 (Met 011, verze 3; originál verze na: <http://www.irac-online.org>). Roztoky cypermethrinu (pracovalo se s komerční formulací Cyperkill 25 EC) 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 malý 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 byla účinná látka cypermethrin aplikována v následujících dávkách: 0% (kontrola, do lahviček pouze aceton), 4% (1 g ú.l./ha), 20% (5 g ú.l./ha), 100% (25 g ú.l./ha, česká registrovaná dávka pro cypermethrin na blýskáčky v řepce ozimé a běžná evropská polní dávka), 500% (125 g ú.l./ha). 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). Po odpaření acetonu zůstala na vnitřních stěnách rovnoměrně rozprostřená vrstva lambda-cyhalothrinu. Pro každý sběr blýskáčků (tedy na 1 test) byla připravena sada skládající se z 15 ošetřených lahviček (3 x kontrola bez insekticidu, 3 x 4% dávka, 3 x 20% dávka, 3 x 100% dávka, 3 x 500% dávka, 3 x 1500% dávka). Jednoduše řečeno, postupovalo se zcela v souladu s výše zmíněnou metodikou IRAC 011 (v.3).

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 %)

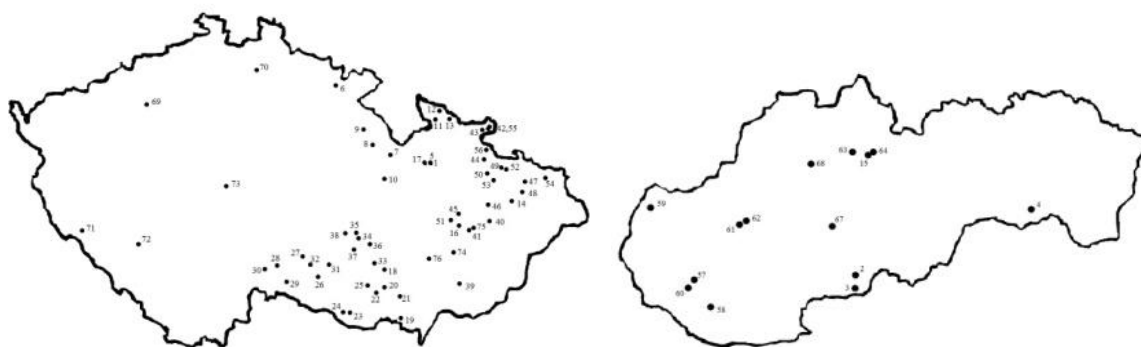
st. 4 = rezistentní populace (laboratorní účinnost 100% dávky vyjádřená dle Abbotta se pohybuje v intervalu od 50 do 89,99 %)

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

Tato kategorizace populací byla využito v tabulkách 1 a 3 uvedených výše i v tabulkách 4a,b a na vlastní mapě (níže – výsledková část).

II.1.4. Počet srovnávaných populací

Při testech v roce 2015 byla porovnávána citlivost 43 populací blýskáčků odebraných na různých lokalitách v České republice a 11 populací odebraných na západní polovině Slovenska. Lokality, na kterých byly provedeny sběry imag, jsou na **obr.1**. Číslo lokalit (= sběrů, populací) uvedené na **obr. 1** odpovídají číslům lokalit v **tabulkách 4a,b; 5a,b** i v **grafech 1-3**. Na elektronické mapě (aplikace Google) jsou v legendě vlevo jednotlivé lokality seřazeny dle abecedy.



Obr. 1a,b - Na mapě jsou uvedena místa, ze kterých byly v roce 2015 získány vzorky populací blýskáčků z území obou států, ČR a SK. Celkem je na mapě 75 míst = populace č. 1 - 75. Na cypermethrin bylo úspěšně otestováno 54 z nich (21 populací nebylo do testování na tuto látku zahrnuto). Čísla lokalit (populací) uvedená v tabulkách, grafech i v této mapě si navzájem odpovídají.

II.2. Výsledky

Výsledky testování jsou shrnuty do tabulek 4a,b; 5a,b; obr. 2 a do grafů 1–5. 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 4a,b a 5a,b** 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 cypermethrin v roce 2015: průměrné laboratorní účinnosti registrované (25 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)

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

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	prům. kontakt. lab. účinnost registr. dávky 25 g ú.l./ha dle Abbotta (%)	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 5 g ú.l./ha dle Abbotta (%)	st. rezistence dle IRAC
1	Rapotín I Pod Holubákem (SU)	5.5.2015	97,44	83,76	3
6	Trutnov (TU)	18.5.2015	100,00	74,24	2
8	Rybná u Zdobnicí (RK)	25.5.2015	95,82	91,16	3
10	Třebovice (UO)	25.5.2015	100,00	63,89	2
12	Horní Heřmanice (JE)	29.5.2015	98,04	88,08	3
13	Supíkovice (JE)	29.5.2015	100,00	90,91	2
14	Kujavy (NJ)	29.5.2015	100,00	71,52	2
17	Šumperk (SU)	18.5.2015	97,44	90,00	3
18	Troubsko (BI)	20.4.2015	50,00	3,33	4
19	Sedlec (BV)	21.4.2015	70,00	20,00	4
21	Velké Němčice (BV)	21.4.2015	90,00	63,33	3
22	Kubšice (ZN)	22.4.2015	86,67	6,67	4
23	Dyje (ZN)	22.4.2015	73,33	70,00	4
24	Znojmo (ZN)	22.4.2015	53,33	26,67	4
25	Rokytná (ZN)	22.5.2015	66,67	30,00	4
27	Otín (JH)	27.4.2015	66,67	50,00	4
28	Studená (JH)	27.4.2015	53,33	30,00	4
29	Hostkovice (JH)	27.4.2015	50,00	20,00	4
30	Nová Olešná (JH)	27.4.2015	86,67	46,67	4
31	Třebíč (TR)	27.4.2015	83,33	23,33	4
32	Předín (TR)	27.4.2015	80,00	6,67	4
33	Říčany (BI)	11.5.2015	93,33	33,33	3
34	Nová Ves u Nového Města (ZR)	11.5.2015	73,33	46,67	4
36	Dolní Loučky (BI)	11.5.2015	73,33	26,67	4
37	Záblati (ZR)	11.5.2015	66,67	26,67	4
38	Skelné nad Oslavou (ZR)	11.5.2015	73,33	53,33	4
40	Drahotuše (PR)	4.5.2015	79,81	20,00	4
41	Přerov-Lýsky (PR)	4.5.2015	100,00	61,04	2
43	Horní Povelice (BR)	11.5.2015	100,00	94,44	2
44	Sosnová (OP)	11.5.2015	100,00	60,71	2
46	Lipná (NJ)	15.5.2015	100,00	83,68	2
48	Bravantice (NJ)	19.5.2015	100,00	95,24	2
53	Melč (OP)	8.6.2015	100,00	28,84	2
54	Rychvald (OT)	11.6.2015	79,86	45,83	4
55	Bohušov (BR)	11.6.2015	96,30	51,67	3
56	Krnov (BR)	17.6.2015	97,33	54,55	3

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

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	prům. kontakt. lab. účinnost registr. dávky 25 g ú.l./ha dle Abbotta (%)	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 5 g ú.l./ha dle Abbotta (%)	st. rezistence dle IRAC
69	Postoloprty (LN)	5.5.2015	100,00	57,78	2
70	Český Dub (LI)	6.1.2015	86,67	13,33	4
71	Kdyně (DO)	5.5.2015	90,00	50,00	3
72	Horažďovice (KT)	5.5.2015	100,00	63,33	2
73	Benešov (BN)	13.7.2015	83,33	25,76	4
74	Kojetín (PR)	13.7.2015	93,33	40,00	3
75	Prosenice (PR)	29.6.2015	100,00	53,33	2

Tab. 4b (české populace)

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	prům. kontakt. lab. účinnost registr. dávky 25 g ú.l./ha dle Abbotta (%)	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 5 g ú.l./ha dle Abbotta (%)	st. rezistence dle IRAC
15	Galovany (Liptovský Mikuláš, LM, SK)	3.6.2015	100,00	83,16	2
57	Sládkovičovo (Galanta, GA, SK)	21.4.2015	90,00	70,00	3
58	Trstice (Galanta, GA, SK)	23.4.2015	100,00	41,11	2
59	Petrova Ves (Skalica, SI, SK)	27.4.2015	100,00	86,67	2
60	V.Úlana (Galanta, GA, SK)	15.5.2015	100,00	77,27	2
62	Solčianky (Topoľčany, TO, SK)	27.5.2015	96,67	33,33	3
63	Ružomberok-Lískova (Ružomberok, RK, SK)	1.6.2015	94,44	80,00	3
64	Liptovský Mikuláš-Galovany (L. Mikuláš, SK)	1.6.2015	91,56	71,21	3
66	Trhovište SK	6.5.2015	100,00	93,33	2
67	Zvolen (Zvolen, ZV, SK)	6.6.2015	96,67	83,33	3

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	prům. kontakt. lab. účinnost registr. dávky 25 g ú.l./ha dle Abbotta (%)	prům. kontakt. lab. účinnost dávky 5 g ú.l./ha dle Abbotta (%)	st. rezistence dle IRAC
68	Martin-Přibovice (Martin, MT, SK)	10.6.2015	96,97	73,33	3



Obr. 2 - Geografické vyobrazení výsledků testování citlivosti blýskáčků na cypermethrin v roce 2015: stupně rezistence (st. 1-5) byly jednotlivým populacím přiřazeny na základě IRAC kategorizace dle hodnot průměrné laboratorní účinnosti max. registrované (7,5 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 cypermethrin se v ČR ani na Slovensku v roce 2015 nevyskytovaly. Na druhou stranu nebyly zaznamenány ani vysoce rezistentní populace (červené body).

V roce 2015 se na našem území vyskytovalo téměř 49 % rezistentních (st. 4 = R) populací blýskáčků, tedy populací, na které insekticid cypermethrin v registrované dávce působil s nižší než 90% účinností v laboratorních podmínkách (**tab. 3, 4**). Z **grafu 1 a z tab. 4** je zřejmé, že u poměrně velkého podílu populací byla účinnost registrované dávky pod 80 % a v některých případech dokonce pod 60 %. Rezistentní populace nejsou v rámci ČR distribuovány rovnoměrně. Podobně jako v případě pyretroidu tau-fluvalinate (viz mapa pro

tau-fluvalinate - 2013, 2014, 2015 - blýskáček) jsou méně citlivé populace čtenější na jihovýchodě ČR (obr. 2). Zejména v těchto oblastech je nutné všechny druhy pyretroidních přípravků, včetně těch, které jsou registrovány ve vyšších dávkách (cypermethrin, tau-fluvalinate, etofenprox), z dalšího používání do ochranných zásahů v řepce proti blýskáčkům vyloučit. V dalších regionech lze pyretroidy registrované ve vyšších dávkách (cypermethrin, tau-fluvalinate, etofenprox) do ochrany proti blýskáčkům zařadit, ale jen jako nouzové řešení (je to lepší volba než esterické pyretroidy registrované v nižších dávkách, ale jinak je to z hlediska vývoje rezistence řešení špatné). Na celém území ČR platí, že při výběru vhodného insekticidu na blýskáčky by měla být dána přednost insekticidům s jiným mechanismem účinku, než mají pyretroidy.

Pokus o postižení dalších vlivů na meziroční kolísání mezi podíly různě citlivých a rezistentních populací: Z výsledků seřazených v tab. 3 je zřejmé, že se v průběhu monitoringu (2012 – 2015) podíl populací zařazených do jednotlivých kategorií (st. 1 – 5) v jednotlivých sezónách mění. To může mít řadu příčin, nemusí to být pouze odrazem vývoje stavu rezistence populací vůči testované látce. Když byl např. v roce 2015 zaznamenán vyšší podíl citlivých populací (st. 2 = C), než v roce 2014, nemusí to znamenat, že podíl takových populací na našem území skutečně vzrostl. Distribuce populací s různou citlivostí k cypermethrinu na našem území není rovnoměrná (viz obr. 2 + starší mapy pro cypermethrin) 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 také mít 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 cypermethrin 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 (2012 - 2015). Nejnižší hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ v kolekci 2015 jsou v příslušných sloupcích **zeleně** zvýrazněny. **Tmavě červeně** jsou naopak zvýrazněny nejvyšší

ročníkové hodnoty LD₅₀ a LD₉₀. Nejnižší hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ zaznamenané za celou dobu monitoringu jsou tyto:

min hodnota LD₅₀₍₂₀₁₂₋₂₀₁₅₎ = 0,22 g ú.l./ha; hodnota zaznamenaná v kolekci z roku 2014

min hodnota LD₉₀₍₂₀₁₂₋₂₀₁₅₎ = 2,65 g ú.l./ha; hodnota zaznamenaná v kolekci z roku 2012 (SK)

Tab. 5a (české populace)

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	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 I Pod Holubákem (SU)	5.5.2015	2,36	1,54-3,43	10,78	8,30	5,34-18,14	3,14
6	Trutnov (TU)	18.5.2015	2,88	2,08-3,95	13,15	8,06	5,55-15,51	3,05
8	Rybná u Zdobnicí (RK)	25.5.2015	2,67	1,58-4,36	12,19	8,81	5,22-24,20	3,33
10	Třebovice (UO)	25.5.2015	3,70	2,46-5,16	16,89	12,44	8,54-22,52	4,70
12	Horní Heřmanice (JE)	29.5.2015	1,72	0,92-2,70	7,85	8,22	5,01-19,53	3,11
13	Supíkovice (JE)	29.5.2015	1,66	1,17-2,27	7,58	4,81	3,30-9,67	1,82
14	Kujavy (NJ)	29.5.2015	2,16	1,43-3,10	9,86	9,45	5,97-21,20	3,57
17	Šumperk (SU)	18.5.2015	2,10	0,96-3,80	9,59	7,63	4,14-32,46	2,88
18	Troubsko (BI)	20.4.2015	32,18	19,21-55,61	146,94	150,06	79,92-538,76	56,73
19	Sedlec (BV)	21.4.2015	11,30	7,60-17,02	51,60	58,42	34,88-132,63	22,09
21	Velké Němčice (BV)	21.4.2015	1,77	0,76-3,08	8,08	23,30	11,86-81,13	8,81
22	Kubšice (ZN)	22.4.2015	16,19	5,13-54,37	73,93	130,25	42,37-4492,66	49,24
23	Dyje (ZN)	22.4.2015	3,76	0,89-9,15	17,17	53,17	18,80-960,75	20,10
24	Znojmo (ZN)	22.4.2015	15,90	5,88-52,55	72,60	259,90	70,41-12923,65	98,26
25	Rokytná (ZN)	22.5.2015	14,39	8,53-24,74	65,71	173,78	81,09-655,81	65,70

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

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	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)
27	Otín (JH)	27.4.2015	7,10	2,79- 16,38	32,42	56,59	22,54- 585,18	21,40
28	Studená (JH)	27.4.2015	18,84	11,89- 30,78	86,03	155,90	80,25- 482,84	58,94
29	Hostkovice (JH)	27.4.2015	22,47	13,52- 40,38	102,60	262,38	116,52- 1115,89	99,20
30	Nová Olešná (JH)	27.4.2015	7,25	3,13- 15,32	33,11	33,47	15,74- 211,23	12,65
31	Třebíč (TR)	27.4.2015	10,92	6,85- 17,16	49,86	42,56	25,39- 106,43	16,09
32	Předín (TR)	27.4.2015	16,34	10,34- 25,05	74,61	58,51	36,02- 136,40	22,12
33	Říčany (BI)	11.5.2015	7,32	4,49- 11,84	33,42	19,99	12,25-91,84	7,56
34	Nová Ves u Nového Města (ZR)	11.5.2015	8,29	4,57- 14,59	37,85	38,91	20,60- 142,42	14,71
36	Dolní Loučky (BI)	11.5.2015	6,40	2,13- 15,80	29,22	140,59	43,14- 3203,68	53,15
37	Záblati (ZR)	11.5.2015	7,390	2,40- 20,81	33,74	93,02	29,53- 2751,28	35,17
38	Skelné nad Oslavou (ZR)	11.5.2015	7,51	4,06- 13,29	34,29	37,17	19,47- 138,80	14,05
40	Drahotuše (PR)	4.5.2015	10,45	6,79- 15,66	47,72	39,72	24,82-87,90	15,02
41	Přerov-Lýsky (PR)	4.5.2015	2,92	2,07-4,10	13,33	12,13	7,76-26,01	4,59
43	Horní Povelice (BR)	11.5.2015	1,93	1,42-2,76	8,81	4,01	2,80-7,93	1,52
44	Sosnová (OP)	11.5.2015	3,05	2,01-4,34	13,93	12,07	7,86-25,19	4,56
46	Lipná (NJ)	15.5.2015	2,60	1,90-3,55	11,87	6,24	4,41-11,49	2,36
48	Bravantice (NJ)	19.5.2015	1,84	1,11-3,02	8,40	4,20	2,65-12,97	1,59
53	Melč (OP)	8.6.2015	5,40	3,52-8,80	24,66	17,75	10,50-45,33	6,71
54	Rychvald (OT)	11.6.2015	3,98	1,69-7,37	18,17	44,04	20,38- 215,50	16,65
55	Bohušov (BR)	11.6.2015	5,65	4,18-7,53	25,80	15,95	11,37-27,37	6,03
56	Krnov (BR)	17.6.2015	3,05	1,92-4,44	13,93	18,77	11,87-38,42	7,10

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

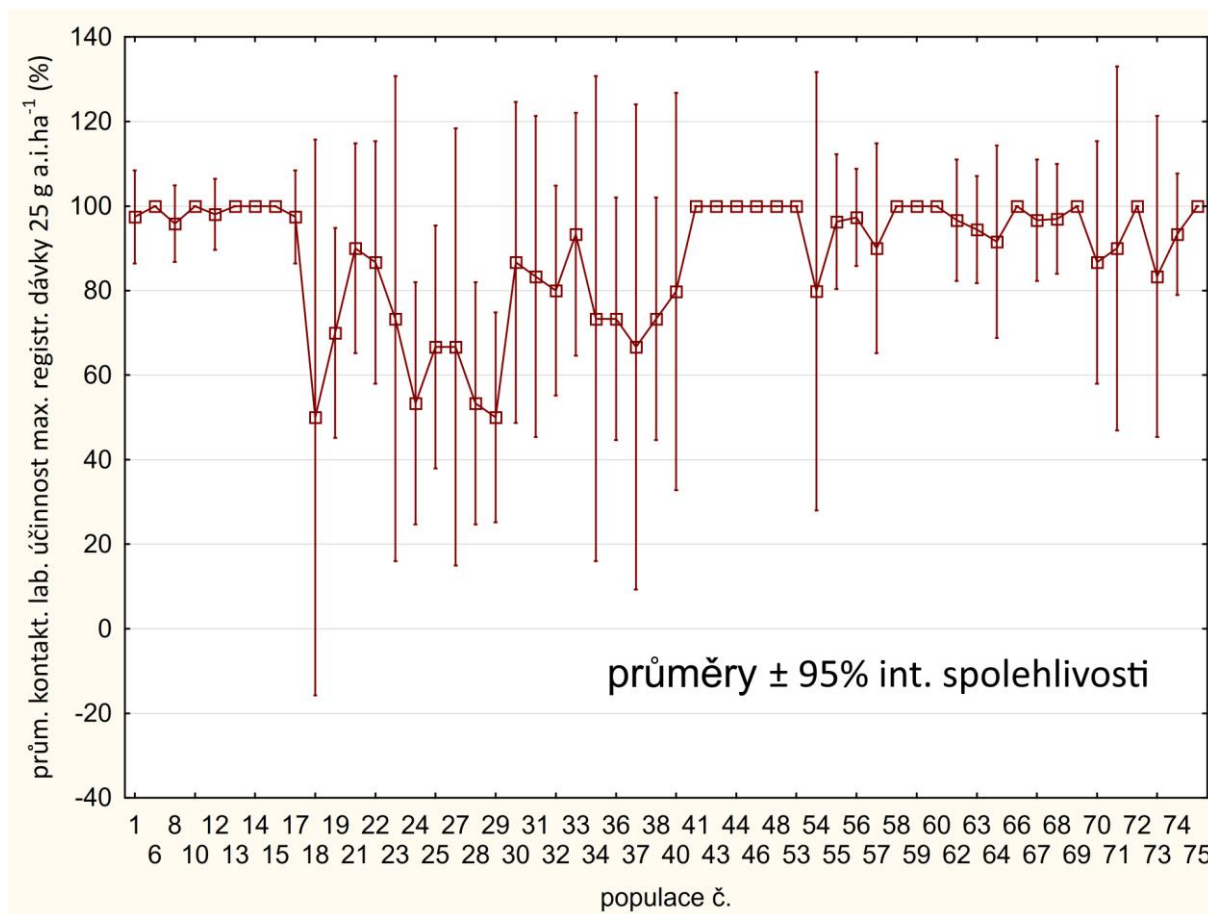
číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₅₀ 2012 - 2015)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₉₀ 2012- 2015)
69	Postoloprty (LN)	5.5.2015	3,16	2,01-4,58	14,43	14,84	9,56-29,77	5,61
70	Český Dub (LI)	6.1.2015	10,71	5,33- 20,13	48,90	53,14	27,03- 183,33	20,09
71	Kdyně (DO)	5.5.2015	4,94	2,92-8,13	22,56	23,65	13,21-69,93	8,94
72	Horažďovice (KT)	5.5.2015	2,71	1,75-3,92	12,37	12,71	8,21-25,29	4,81
73	Benešov (BN)	13.7.2015	9,78	6,66- 14,37	44,66	45,66	28,36-95,84	17,26
74	Kojetín (PR)	13.7.2015	4,67	2,86-7,22	21,32	26,71	15,57-67,15	10,10
75	Prosenice (PR)	29.6.2015	2,55	1,45-4,00	11,64	15,93	9,13-44,03	6,02

Tab. 5b (slovenské populace)

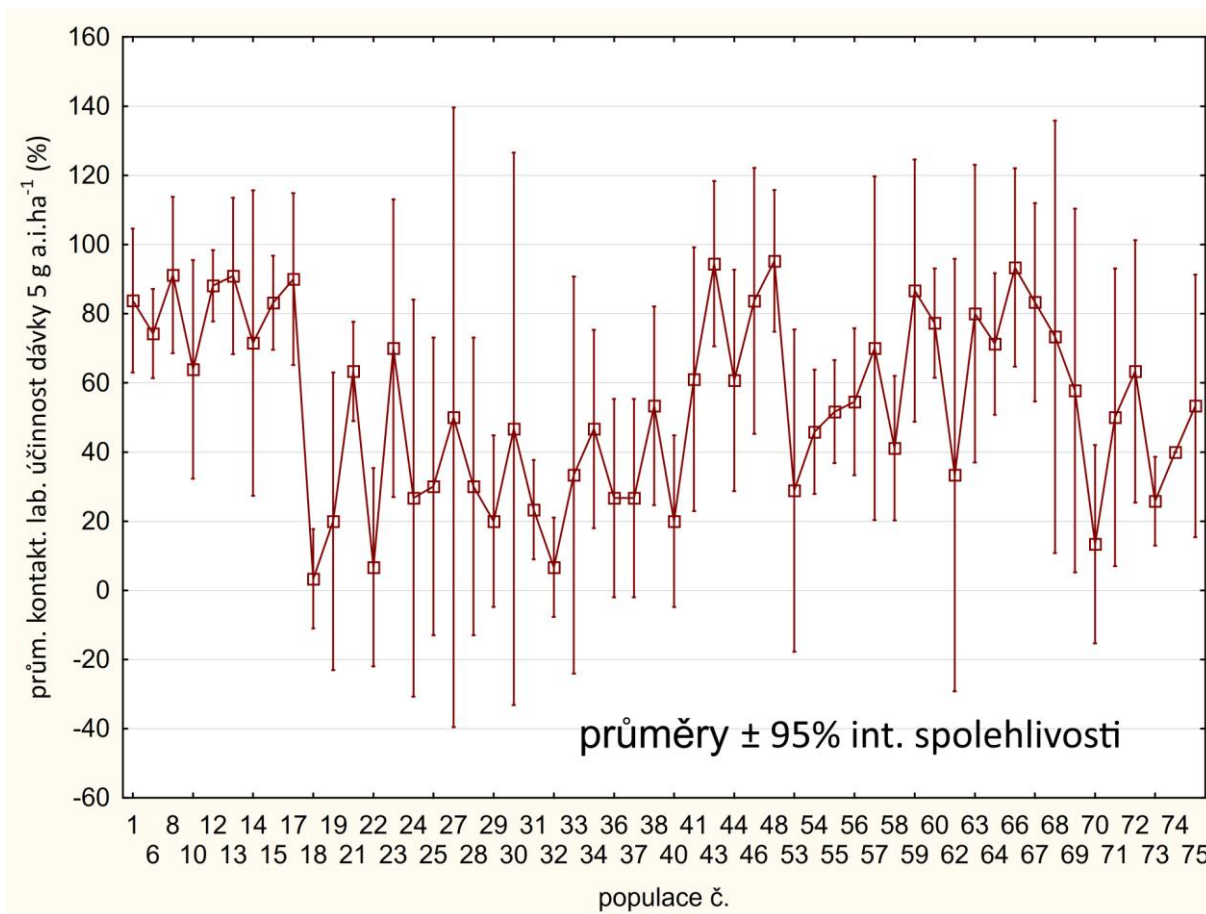
číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	LD ₅₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₅₀ 2012 - 2015)	LD ₉₀ (g ú.l./ha)	CI (0,95)	Resist. Ratio (minLD ₉₀ 2012- 2015)
15	Galovany (Liptovský Mikuláš, LM, SK)	3.6.2015	0,83	0,31-1,39	3,79	6,81	4,22-16,74	2,57
57	Sládkovičovo (Galanta, GA, SK)	21.4.2015	4,61	2,31-7,66	21,05	23,45	13,30-67,25	8,87
58	Trstice (Galanta, GA, SK)	23.4.2015	3,96	2,02-6,68	18,08	19,14	10,52-67,50	7,24
59	Petrova Ves (Skalica, SI, SK)	27.4.2015	1,77	1,20-2,50	8,08	5,69	3,78-12,27	2,15
60	V.Úlana (Galanta, GA, SK)	15.5.2015	2,16	1,43-3,11	9,86	8,03	5,16-18,10	3,04
62	Solčianky (Topoľčany, TO, SK)	27.5.2015	4,89	1,72- 10,91	22,33	24,16	10,85- 255,42	9,13

číslo sběru	obec (okres)	datum sběru	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)
63	Ružomberok- Lískova (Ružomberok, RK, SK)	1.6.2015	1,07	0,40-1,90	4,89	11,79	6,44-35,68	4,46
64	Liptovský Mikuláš- Galovany (L. Mikuláš, SK)	1.6.2015	0,97	0,26-2,03	4,43	21,79	10,97-69,52	8,24
66	Trhovište SK	6.5.2015	1,01	0,47-1,53	4,61	3,97	2,51-11,66	1,50
67	Zvolen (Zvolen, ZV, SK)	6.6.2015	0,77	0,19-1,49	3,52	8,37	4,50-28,53	3,16
68	Martin-Pribovice (Martin, MT, SK)	10.6.2015	1,29	0,29-2,66	5,89	14,15	6,76-70,82	5,35

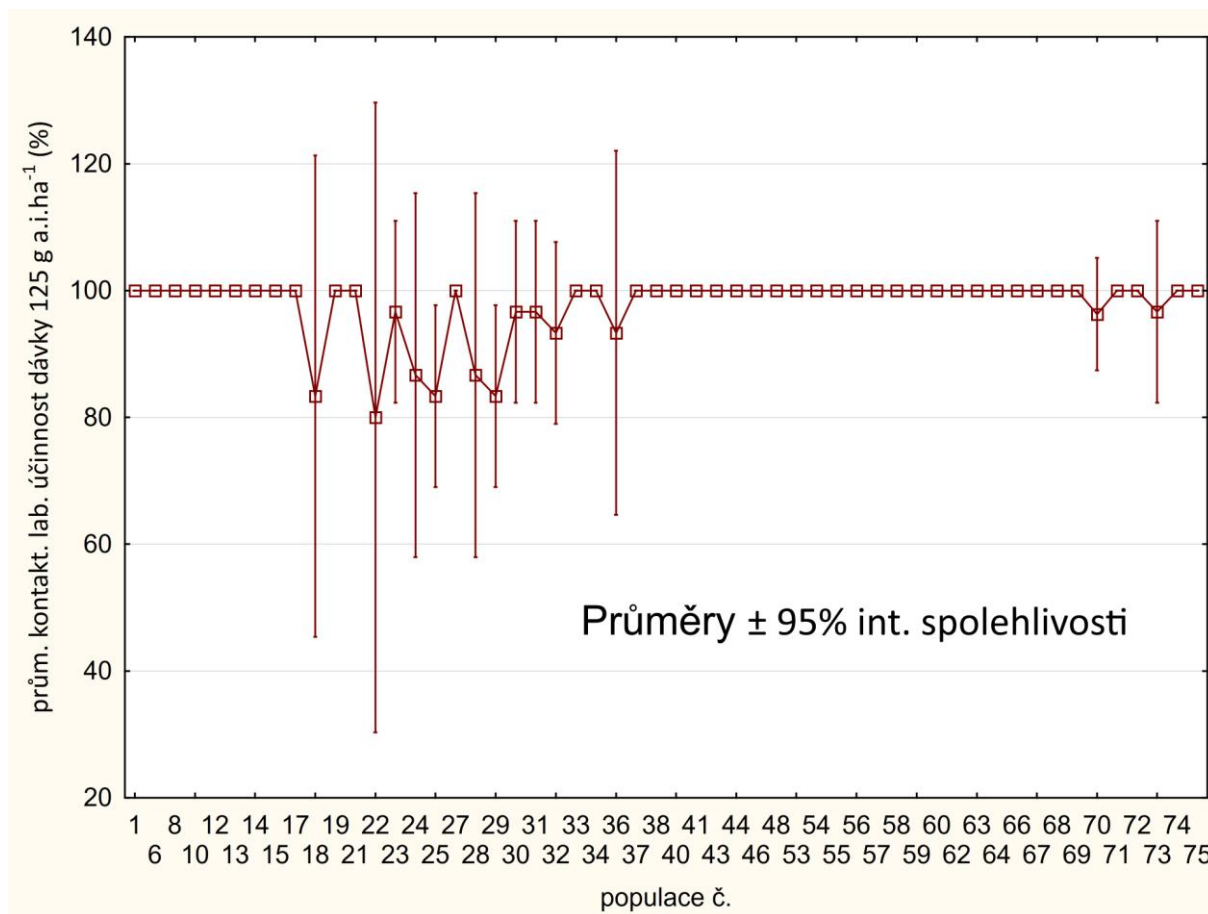
Z tabulek 5a,b je patrné, že některé populace se mezi sebou statisticky průkazně liší ($p < 0.05$; rozpětí CI se neprotínají) odhadovanými hodnotami LD₅₀ i LD₉₀ pro cypermethrin. To znamená, že české populace reagují na testovaný pyrethroid v řadě případů prokazatelně odlišně, že se svou mírou citlivosti resp. rezistence k této látce signifikantně liší. Tato odlišnost je dána jiným zastoupením citlivých resp. necitlivých jedinců v těchto populacích. Z grafu 1 je na některé populace (týká se to pouze několika českých případů) působí registrovaná dávka prokazatelně slaběji ($F_{(53,108)} = 5,4574$; $p < 0,05$), ve většině případů jsou ale rozdíly v účinnostech vyvolané touto dávkou statisticky nevýznamné (CI intervaly se protínají). U 5 x nižší dávky (jen pro zajímavost je nutné si uvědomit, že toto je dávka víceméně odpovídající dávce, ve které jsou registrovány ostatní běžné esterické pyretroidy) jsou tyto rozdíly samozřejmě mnohem více patrné a odlišnosti mezi jednotlivými populacemi vyplývají daleko více na povrch (graf 2). Je zajímavé, že ani 5 x vyšší dávka (125 g ú.l./ha) nebyla ve všech případech plně účinná. V případě šesti populací byla účinnost této dávky pod 90 % (dle Abbotta, graf 3).



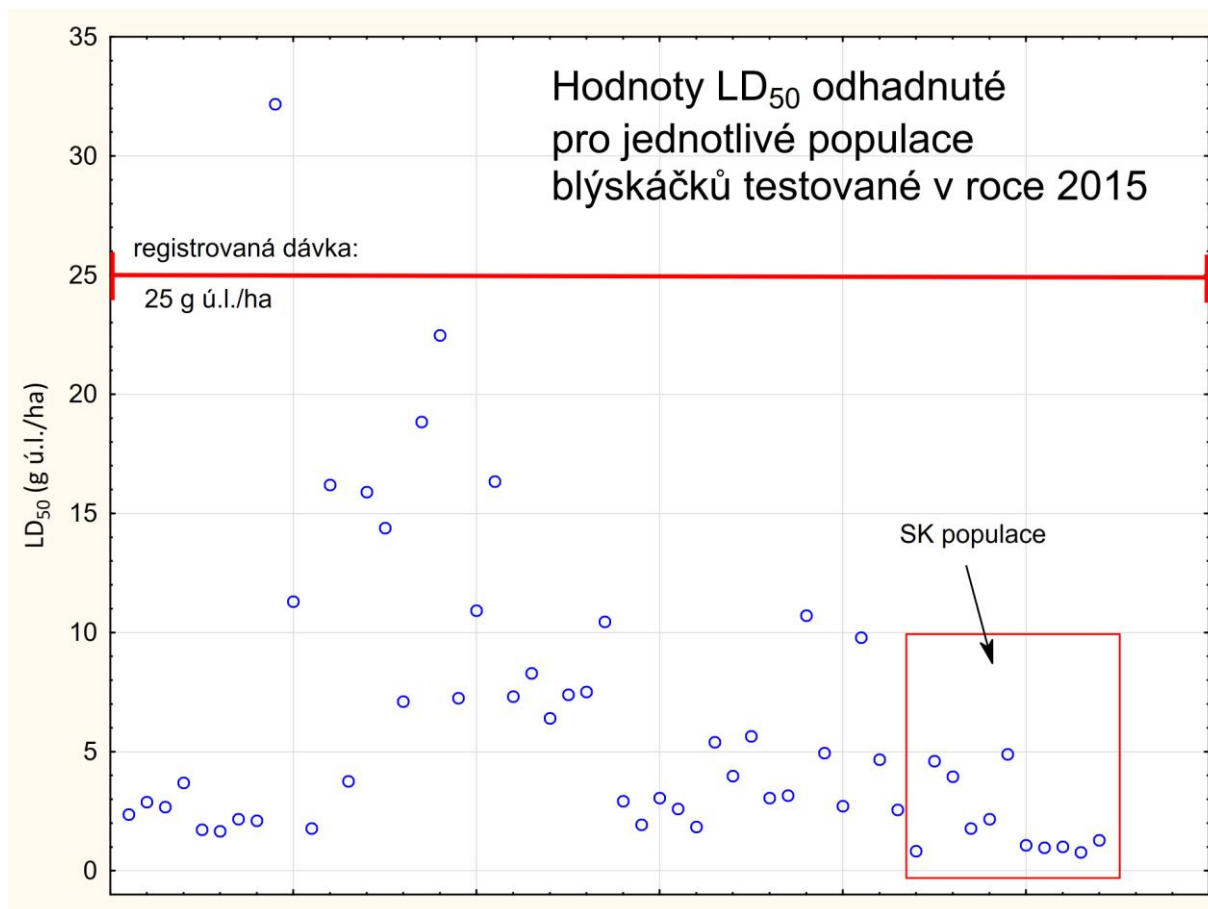
Graf 1 - Hodnoty laboratorních účinností dosažené u jednotlivých populací blýskáčků registrovanou dávkou cypermethrinu do řepky ozimé v ČR (25 g. ú.l.ha⁻¹; průměr celkem = 87,99 %; průměr za ČR = 85,71 %; průměr za SK = 96,94 %; $F_{(53,108)} = 5,4574$; $p < 0,05$). Čísla populací uvedených v grafu (osa x) odpovídají číslům populací v tabulkách 4a,b a 5a,b a na obr. 1. Použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2015, 54 populací otestováno celkem; 43 populací z ČR, 11 populací z SK).



Graf 2 - Hodnoty laboratorních účinností dosažené u jednotlivých populací blýskáčků 5 x **nižší** než registrovanou dávkou cypermethrinu do řepky ozimé v ČR (5 g. ú.l.ha⁻¹; průměr celkem = 54,24 %; průměr za ČR = 49,68 %; průměr za SK = 72,07 %; $F_{(53,108)} = 9,6922$; $p < 0,05$). Čísla populací uvedených v grafu (osa x) odpovídají číslům populací v tabulkách 4a,b a 5a,b a na obr. 1. Použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2015, 54 populací otestováno celkem; 43 populací z ČR, 11 populací z SK).

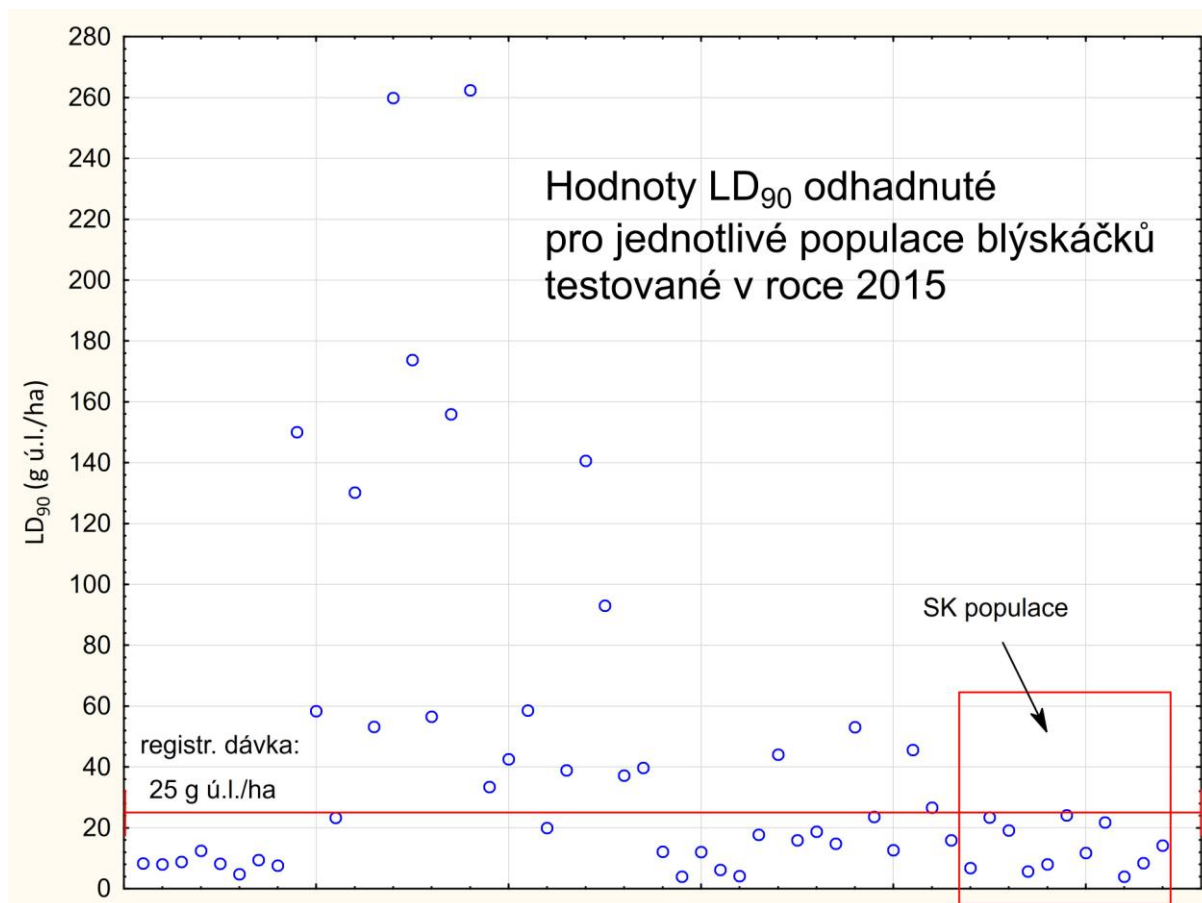


Graf 3 - Hodnoty laboratorních účinností dosažené u jednotlivých populací blýskáčků 5 x vyšší než registrovanou dávkou cypermethrinu do řepky ozimé v ČR (125 g. ú.l.ha⁻¹; průměr celkem = 97,65 %; průměr za ČR = 97,05 %; průměr za SK = 100 %; $F_{(53,108)} = 3,4332$; $p < 0,05$). Čísla populací uvedených v grafu (osa x) odpovídají číslům populací v tabulkách 4a,b a 5a,b a na obr. 1. Použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2015, 54 populací otestováno celkem; 43 populací z ČR, 11 populací z SK).



Graf 4 - Srovnání hodnot LD₅₀ (g ú.l./ha) pro cypermethrin odhadnutých (probitová regrese) pro testované populace blýskáčků v roce 2015 (každé modré kolečko je jedna testovaná populace). Červená čára vymezuje registrovanou dávku pro cypermethrin v řepce ozimé v ČR (25 g ú.l./ha). Slovenské populace jsou přesunuty na pravou stranu grafu (11 populací v červeném rámečku). Použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2015, 54 populací otestováno celkem; 43 z ČR + 11 z SK).

Z **grafu 4** je vidět, že u jedné populace (populace č. 18, také **tab. 4a a 5a**) byla odhadnutá hodnota LD₅₀ pro cypermethrin vyšší než registrovaná dávka pro tento insekticid. V případě této populace dojde po použití registrované dávky k citlivému projevu (smrt, křeč, jasné projevy postižení) u méně než 50 % jedinců. Z **grafu 5** je potom patrné, jaké dávky by bylo nutné u jednotlivých populací použít, aby u nich došlo ke zničení 90 % jedinců. V CZ části souboru bylo v roce 2015 21 (48,84 %) populací, jejichž hodnota LD₉₀ převýšila hodnotu registrované dávky. V SK části souboru nebyla taková populace zaznamenána.



Graf 5 - Srovnání hodnot LD₉₀ (g ú.l./ha) pro cypermethrin odhadnutých (probitová regrese) pro testované populace blýskáčků v roce 2015 (každé modré kolečko je jedna testovaná populace). Červená čára vymezuje registrovanou dávku pro cypermethrin v řepce ozimé v ČR (25 g ú.l./ha). Slovenské populace jsou přesunuty na pravou stranu grafu (11 populací v červeném rámečku). Použitá metoda testování: *Adult vial test* IRAC 011 version 3 (2015, 54 populací otestováno celkem; 43 z ČR + 11 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 cypermethrin-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: **cypermethrin; blýskáček; 2015, mapa resistance** (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.

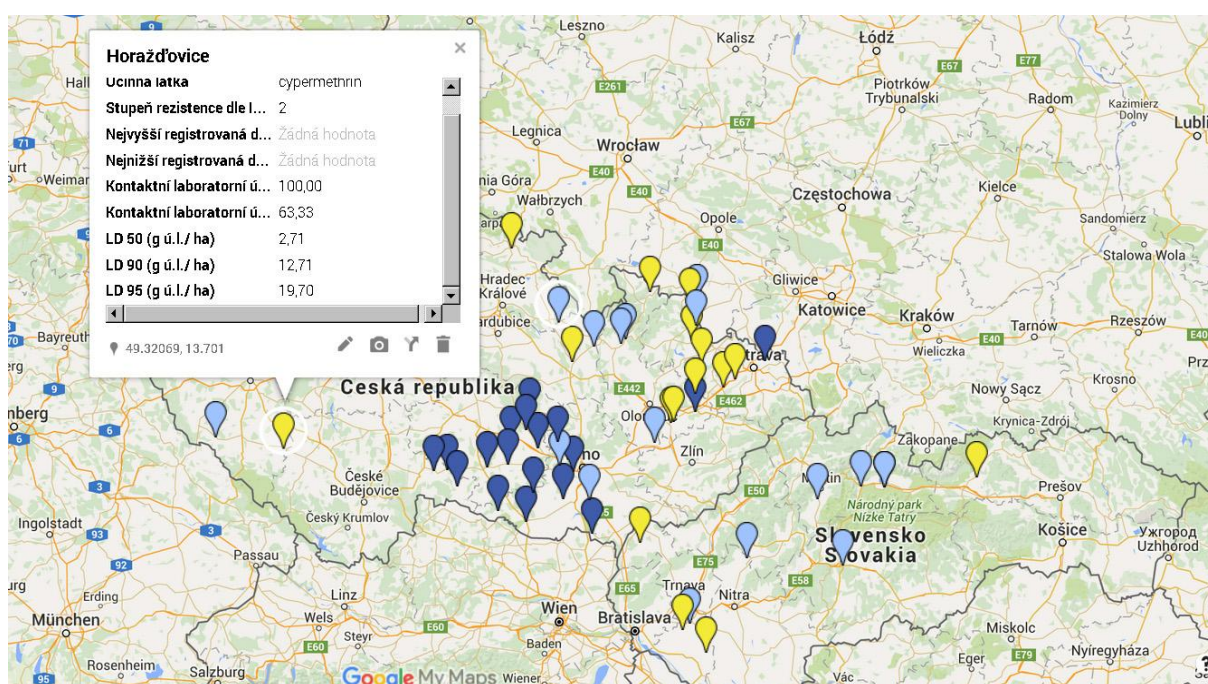
Prostudovat si údaje, které se objeví v rámečku (údaje se vztahují k populaci odebrané z této lokality).

Ukázka práce s elektronickou mapou:



Obr. 3 - Na mapě (server Google) jsou vyznačeny lokality, ze kterých byly odebrány vzorky populací blýskáčků testovaných na citlivost proti cypermethrinu v roce 2015. Barva bodů odpovídá 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 ani v ČR ani na Slovensku, 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 cypermethrinu. Na severovýchodě (východní Čechy, sever Moravy, Slezsko) zaujímaly dominantní podíl populace na cypermethrin citlivé (C = žluté body) a středně rezistentní (SR = světle modré 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 cypermethrinu 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 citlivé populaci (st. 2; proto tmavě žlutý bod) získané na lokalitě Horažďovice. V případě této populace, by registrovaná dávka cypermethrinu (25 g ú.l./ha) měla být v polních podmínkách, pokud bude zásah proveden po všech stránkách správně, plně účinná. Přesněji řečeno, dojde-li k selhání postřiku, důvod bude jiný než rezistence místní populace (postřiky mohou selhat z mnoha dalších důvodů). Uživatel hospodářící v této oblasti by si měl zjistit ještě informace z map zobrazujících výsledky testování této látky v tomto regionu v předcházejících letech (2012 – 2014) a výsledky testování dalších insekticidů, aby z toho mohl vyvodit závěr při plánování ochranných zásahů v následujícím období. Použití

pyretroidů na blýskáčky je v současnosti značně rizikové všude a každá zbytečná aplikace do porostu působí na populace jako výrazný selekční faktor (zhoršení stavu).

II.3. Shrnutí výsledků testování provedených v roce 2015 a praktická doporučení

Testování citlivosti blýskáčků na účinnou látku cypermethrin 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 (**Cypermethrin; blýskáček; 2015, mapa rezistence**) je možné provést jejich srovnání s výsledky z let předcházejících a udělat si představu o vývoji situace. Též lze srovnat citlivost jednotlivých lokálních populací blýskáčků na cypermethrin s jejich citlivostí na jiné insekticidy (viz další materiál na této webové stránce). 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) Z výsledků monitoringu vyplývá, že v současné době (2015) je zhruba polovina populací blýskáčků v ČR na cypermethrin rezistentní (st. 4, R). Pro tyto populace blýskáčků jsou odhadovány hodnoty LD₉₀ vyšší než registrovaná dávky.
- 2) Rezistentní populace nejsou v rámci ČR dispergovány rovnoměrně. Podobně jako v případě pyretroidu tau-fluvalinate (viz mapa pro tau-fluvalinate - 2013, 2014, 2015 - blýskáček) jsou méně citlivé populace čtenější na jihovýchodě ČR (**obr. 2**).
- 3) Zejména v těchto oblastech je nutné všechny druhy pyretroidních přípravků, včetně těch, které jsou registrovány ve vyšších dávkách (kromě cypermethrinu také tau-fluvalinate a etofenprox), z dalšího používání do ochranných zásahů v řepce proti blýskáčkům vyloučit. V dalších regionech lze pyretroidy registrované ve vyšších dávkách (cypermethrin, tau-fluvalinate, etofenprox) do ochrany proti blýskáčkům zařadit, ale jen jako nouzové řešení (je to lepší volba než esterické pyretroidy registrované v nižších dávkách, ale jinak je to z hlediska vývoje rezistence řešení špatné). Na celém území ČR platí, že při výběru vhodného insekticidu na blýskáčky by měla být dána přednost insekticidům s jiným mechanismem účinku, než mají pyretroidy.
- 4) 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 na základě výsledků testování v posledních letech považovat za vhodnou alternativu za selhávající pyretroidy (viz mapy pro BISCYA 2011 – 2015; <http://www.agrez.cz>).

- 5) 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

- 1) Z výsledků monitoringu vyplývá, že v současné době (2015) je zhruba polovina populací blýskáčků v ČR na cypermethrin rezistentní (st. 4, R). Pozitivní je to, že podíly těchto populací od roku 2012 zřejmě nenarůstají (oproti lambda-cyhalothrinu se zde projevuje tlumivý vliv vysoké dávky), nepříjemné je to, že těchto populací je velké množství (k tomu zásadnímu citlivostnímu posunu směrem k rezistenci došlo někdy mezi lety 200(5)9 - 2011, tedy před zahájením testování citlivosti blýskáčků k této látce). Téměř každá druhá populace je rezistentní. Pro 48,84 % populací blýskáčků pocházejících z území ČR byla v roce 2015 odhadnuta hodnota LD₉₀ vyšší než registrovaná dávky. Na druhou stranu ale mezi roky 2012 – 2015 neklesl počet populací citlivých (st. 2, C). Zdá se, že jejich podíl naopak vzrostl (na úkor populací středně rezistentních; st. 3, SR). To je možná první pozitivní dopad snížení selekčního tlaku (na blýskáčky již pyretroidy nepoužívány resp. používány výrazně méně) nebo také nižší fitness či schopnosti odolávat stressům u rezistentních jedinců zastoupených v populacích (z těchto důvodů mohou v některých ročnících jejich frekvence v populacích značně kolísat). Rezistentní populace nejsou v rámci ČR dispergovány rovnoměrně. Podobně jako v případě pyretroidu tau-fluvalinate (viz mapa pro tau-fluvalinate - 2013, 2014, 2015 - blýskáček) jsou méně citlivé populace četnější na jihovýchodě ČR. Zejména v těchto oblastech je nutné všechny druhy pyretroidních přípravků, včetně těch, které jsou registrovány ve vyšších dávkách (kromě cypermethrinu také tau-fluvalinate a etofenprox), z dalšího používání do ochranných zásahů v řepce proti blýskáčkům vyloučit. V dalších regionech lze pyretroidy registrované ve vyšších dávkách (cypermethrin, tau-fluvalinate, etofenprox) do ochrany proti blýskáčkům zařadit, ale jen jako nouzové řešení (je to lepší volba než esterické pyretroidy registrované v nižších dávkách, ale jinak je to z hlediska vývoje rezistence řešení špatné). Na celém území ČR platí, že při výběru vhodného

insekticidu na blýskáčky by měla být dána přednost insekticidům s jiným mechanismem účinku, než mají pyretroidy. To znamená: 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 mapa pro BISCYA 2011 – 2015; <http://www.agrez.cz>).

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): 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): Stonkovi 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 pyrethroidy. *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 polnohospodárska 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 polnohospodárska 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 dřepčίκů 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 insekticidům. *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, neonikotinoidy) v ČR (2009 - 2014). Sborník příspěvků z konference Hluk: 19.11. – 20.11. 2014, Hluk: Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejin, 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 neonikotinoid 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 blýskáčků 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.

