

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2017

HANA ŠAFAŘÍKOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství



Rezistence blýskáčka řepkového k vybraným látkám insekticidů
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Mgr. Ing. Eva Hrudová, Ph.D.

Vypracovala:
Hana Šafaříková

Brno 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Rezistence blýskáčka řepkového k vybraným látkám insekticidů**

vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

Poděkování

Poděkovat bych chtěla především vedoucí mé diplomové práce paní Mgr. Ing. Evě Hrudové Ph.D. za její ochotu, odborné rady, trpělivost a cenný čas, který mi věnovala.

Zvláště bych chtěla poděkovat mým rodičům za umožnění studia a podporu v něm a v neposlední řadě také mému příteli za jeho obrovskou trpělivost a obrovskou pomoc po dobu celého studia.

Abstrakt

Tato práce vznikla při řešení projektu MZe NAZV QJ1230077 a je zaměřena na sledování rezistence populací blýskáčka řepkového (*Brassicogethes aeneus*, Fab., 1775) k vybraným látkám insekticidů, zvláště k účinným látkám lambda-cyhalotrin, cypermetrin, tau-fluvalinate, Biscaya 240 OD a chlorpyrifos-ethyl na jižní Moravě. Na jaře roku 2016 byl proveden sběr imag. Brouci pak byli testováni v laboratoři MENDELU na různé koncentrace účinných látek a jejich úmrtnost po 24 hodinách vyhodnocována dle metodiky (Lahvičkový test *adult-vial-test* met: 11, 21, 25 dle IRAC, www.irac-online.org). Přežití jedinců nebylo všude stejné, záleželo na dávce účinné látky a na dané lokalitě, odkud byli brouci odebíráni.

Klíčová slova: blýskáček řepkový, rezistence, insekticidy, lambda-cyhalotrin, cypermetrin, tau-fluvalinate, biscaya, chlorpyrifos-ethyl

Abstract

This thesis was compiled during the solution of the project MA NAZV QJ1230077 and it is focuses on monitoring of pollen beetle (*Brassicogethes aeneus*, Fab., 1775) populations resistance to selected insecticides, in particular lambda-cyhalotrin, cypermetrin, tau-fluvalinate, Biscaya 240 OD and chlorpyrifos-ethyl in South Moravia. Beetles were collected during the spring 2016. Their sensitivity to these insecticides active ingredients was tested in laboratory. Various concentrations of active substances and beetles' mortality after 24 hours was evaluated according to methodology IRAC (*adult-vial-test* met. 11, 21, 25, www.irac-online.org). Beetles' sensitivity depends on the dose of the active substance and the location where the beetles were taken from.

Key words: pollen beetle, resistance, insecticides, lambda-cyhalothrin, cypermethrin, tau-fluvalinate, Biscaya 240 OD, chlorpyrifos-ethyl

Obsah

1. Úvod	7
2. Cíl práce	8
3. Literární přehled	9
3.1 Olejiny	9
3.1.1 Řepka	10
3.1.1.1 Škodliví činitelé řepky	12
3.2 Blýskáček řepkový	24
3.2.1 Ochrana	27
3.3 Rezistence	30
3.4 Pesticidy	36
3.4.1 Insekticidy	38
4. Materiál a metodika	42
5. Výsledky	46
6. Diskuze	57
7. Závěr	61
8. Použitá literatura	62
9. Seznam příloh	67

1. Úvod

Jako velice perspektivní plodina v pěstování je dnes řepka olejka (*Brassica napus* L. var. *napus*) a její plochy stále stoupají. K roku 2016 se její plochy v České republice pohybovaly kolem 380 000 ha. Její využití totiž není jednostranné. Stala se součástí biopaliva (MEŘO), krmiva pro zvířata lisováním řepkových pokrutin, řepkový olej využívají nejen domácnosti ke smažení, dušení a do studených salátů, ale je vhodný i pro výrobu mýdel. Řepka je dobrým přerušovačem osevních sledů obilnin. S rozšířením ploch pro její pěstování se také zvýšil nárůst škůdců. Nejdůležitějším z nich je blýskáček řepkový (*Brassicogethes aeneus*, Fab. 1775), který může poškodit až 50 % porostu svým žírem poupat brukvovitých a škody vážně zasahují do výnosu. Nalétává do porostu pravidelně každým rokem. Ochrana je proto velice intenzivní, čímž došlo za posledních 25 let ke vzniku rezistence. Ta vznikla k látkám, které se používají na ochranu nejčastěji a tím jsou pyreroidy. Tato skupina účinných látek se stala součástí většiny insekticidních přípravků a také nejvíce používaných. Během tohoto letitého procesu si ale blýskáček dokázal vypěstovat vysokou odolnost, na kterou se v Evropě zaměřuje specializovaná skupina IRAC, která koordinuje práce v rámci rezistence hmyzích škůdců vůči insekticidům. V České republice tento výzkum probíhá až posledních devět let, tedy od roku 2008. Od roku 2011 tento výzkum probíhá i na Slovensku. V poslední době se tedy vyvíjí antirezistentní strategie, na kterou se klade důraz čím dál častěji. Dnes už nelze vzít bezhlavě jakýkoliv povolený insekticid, je nutno zvážit, který přípravek použít, jakou obsahuje účinnou látku a s jakým mechanismem účinku.

2. Cíl práce

Cílem diplomové práce byl odběr brouků blýskáčka řepkového z porostů řepky jarní i ozimé a hořčice seté a jejich testování na rezistenci. Zjistit jejich citlivost vůči pyretroidům a určit stupeň rezistence v různých lokalitách na jižní Moravě a jejich vyhodnocení podle oficiální metodiky IRAC (*Insecticide Resistance Action Committee*) lahvičkovým testem (*adult-vial-test*).

3. Literární přehled

3.1 Olejníny

Všechny kulturní zemědělské plodiny vznikly z divokých forem a některé druhy si ještě dodnes zachovaly jejich znaky. To většinou ty, které se začaly pěstovat teprve nedávno. Čím více jsou jednotlivé druhy rostlin vystaveny působení člověka, tím více se prohlubují rozdíly mezi jejich divokými a kulturními formami. Olejníny nejsou výjimkou.

Mezi olejníny tedy řadíme:

- Olejníny mírného pásma
 - Řepka (*Brassica napus* var. *Oleifera* L.)
 - Hořčice (*Sinapis alba* L.)
 - Mák (*Papaver somniferum* L.)
 - Řepice (*Brassica rapa* L. var. *silvestris* Lam. Briggs)
 - Len (*Linum usitatissimum* L.)
 - Lnička (*Camelina sativa* L.)

 - Olejníny subtropů
 - Sója (*Glycine max* L.)
 - Slunečnice (*Helianthus annuus* L.)
 - Saflor – Světlice barvířská (*Carthamus tinctorius* L.)
 - Skočec (*Ricinus communis* L.)
 - Podzemnice olejná (*Arachis hypogaea* L.)
 - Sezam (*Sesamum indicum* L.)
- (MINKEVIČ a BORKOVSKIJ, 1953)
- Katrán (*Crambe abyssinica* Hochst.) – pouze okrajově, spíše výzkumné plochy (VEJRAŽKA, 2017, ústní sdělení)

3.1.1 Řepka – (*Brassica napus* var. *oleifera* L.)

Řepka je velmi významnou plodinou mírného pásma. Patří do čeledi brukvovitých (*Brassicaceae*) (FÁBRY a kol., 1975). Stala se jednou z nejnámějších olejnin a pěstuje se buď ve formě ozimé, nebo jarní (BARANYK a kol., 2007).

Semeno řepky je kulatého tvaru, červenohnědé až modročerné barvy. Hmotnost tisíce semen (HTS) se pohybuje v rozmezí 3,75 – 6,5 g. Semeno řepky pro své klíčení potřebuje až 60 hmotnostních procent vody. Klíčí při minimální teplotě 1 °C a optimální teplota je v rozmezí +20 až +25 °C (BARANYK a kol., 2007).

Hloubka kořenového systému je ve velkém rozmezí od 110 do 175 cm. Kořenový systém a příznivý poměr podzemní a nadzemní hmoty pozitivně ovlivňuje zimovzdornost, odolnost vůči suchu, stabilitu porostu a tvorbu výnosu. Předpokladem dobrého přezimování je také síla kořenového krčku, která se pohybuje mezi 8 a 12 mm (BARANYK a kol., 2007).

Období tvorby listové růžice se označuje také jako vegetativní fáze. Je spojeno s procesem jarovizace a fotoperiodickou indukci a ovlivňují jej vláhové poměry, průběh teplot a aplikace regulátorů růstu. Růžicový habitus je předpokladem dobrého přezimování. Průměr růžice se pohybuje v rozmezí 1,5 – 2,5 cm. V generativní fázi se tvoří lodyha, její délka je velmi variabilní od 125 do 200 cm. Na ní jsou listy, které ji objímají ze dvou třetin a jejich tvar je lyrovitě peřenodílný.

Květenství řepky je hroznovité. Kvetení začíná na spodu květenství. Jedná se o cizosprašnou rostlinu a stavba květu umožňuje uplatnění heterozního efektu. Květy řepky jsou tvořeny čtyřmi korunními plátků žluté barvy. Dnes se můžeme setkat i s odrůdami kvetoucími bíle nebo červeně.

Plodem řepky je šešule, která má dvě chlopně a blanitou přepážku. Obsahuje patnáct až dvacet semen (FÁBRY a kol., 1975).

Životní cyklus ozimé řepky se děje ve dvou vegetačních obdobích. Vegetativní orgány (kořenový systém a listová růžice) se tvoří již na podzim prvního roku a tvoří se zásobní látky pro tvorbu generativních orgánů a pro průběh jarního vývoje (tvorba květenství, květů, plodů a semen). Pro přechod z vegetativní do generativní fáze musí řepka ozimá překonat období nízkých teplot - tzv. období jarovizace. Na jaře (únor – březen) ještě za krátkého dne se inhibuje dlouhivý růst a začíná diferenciací květních základů (BARANYK a kol., 2007).

Kvetení ozimé řepky trvá poměrně dlouho, řepka nestejněmálně dozrává. Nejdříve rozkvétají spodní květy hlavní generativní lodyhy, pak postupně květy postranních větví.

Výnos řepky rozdělujeme na výnos biologický, který je tvořen podzemní a nadzemní částí řepky a je vyjádřený sušinou. A na výnos hospodářský, který tvoří semena s obsahem oleje a bílkovinami. Mezi oběma výnosy se vypočítává sklizňový index, což je poměr hospodářského výnosu k biologickému (poměr zrna k slámě bez podzemní hmoty). Hlavní výnosové prvky tvoří hmotnost tisíce semen, počet šesulí na jeden metr čtvereční a počet šesulí na jednu rostlinu. Úroveň výnosotvorných prvků je podmíněna genotypem, ovlivněna je také ročníkem, ekologickými podmínkami a agrotechnikou (BARANYK a kol., 2007).

Úspěšně pěstovat řepku lze od nížin do nadmořských výšek kolem 700 m (BEČKA a kol., 2007). Ve vyšších polohách je omezený řádný vývin rostlin díky zkrácené vegetační době a pozdní jarní vývin posunuje sklizeň řepky (FÁBRY a kol., 1975). Podmínkou dobrého pěstování řepky jsou srážky a vláhá po zasetí (BEČKA a kol., 2007). Proto řepce vyhovují nejlépe vlhčí a teplejší klima (FÁBRY a kol., 1975). Ovšem náročná na vláhu je pouze v období vzcházení a v době tvorby semen, jinak je řepka rostlinou poměrně suchovzdornou (BARANYK a kol., 2007). Při silných srážkách ale může dojít k nedostatku kyslíku a zvýšení zaplevelení (BEČKA a kol., 2007). Aby řepka dobře přezimovala, je nutná trvalá sněhová pokrývka, a to především v období silných mrazů, jinak hrozí vymrznutí. Neprospívá jí ani suchý podzim i jaro (FÁBRY a kol., 1975).

Pro řepku jsou vhodné hluboké činné půdy v dobrém strukturním stavu, s neutrální až slabě alkalickou reakcí a s vysokou vodní kapacitou (BARANYK a kol., 2007). Dle BEČKY a kol. (2007) jsou pro řepku nejvhodnější půdy provzdušněné, hlinité, písčitohlinité až písčitohlinité s obsahem humusu nad 1,5 % a dobrou zásobou Mg, P, K a B. Výnosově rozhodující je dusík. Podle BARANYKA a kol. (2007) je řepka zvyšujícím činitelem úrodnosti díky velkému množství podzemní i nadzemní hmoty spolu se zpětným transportem živin na konci vegetační doby.

Nejúrodnější pro řepku jsou polohy řepařského a kukuřičného výrobního typu (BARANYK a kol., 2007).

Využití řepky lze rozdělit do čtyř oblastí:

- Potravinářství – kde se využívá řepkového semene pro olej.
- Krmivářství – kde se využívá řepkových výlisků a šrotů, případně drcených semen do krmných směsí pro hospodářská zvířata
- Oleochemie – kde se využívá rozkladu tuků a olejů, čímž se získají mastné kyseliny, glycerol a estery mastných kyselin
- Energetické využití – k výrobě bionafty (MEĚO) a využití čistého řepkového oleje

(BARANYK a kol., 2007)

3.1.1.1 Škodliví činitelé řepky

Choroby

- **Fomová suchá hniloba**

Původcem onemocnění je *Leptosphaeria maculans*, *Leptosphaeria biglobosa* (teleomorfa), *Phoma lingam* (anamorfa).

Příznaky můžeme spatřit již na podzim. Jedná se o tmavohnědé až černé skvrny na kořenovém krčku rostliny, které vedou až k odumření rostlin. Skvrny jsou i na listech, ale ty jsou po okrajích nažloutlé, uvnitř šedé s černými tečkami – pyknidami. Mohou se objevit i na šešulích (ACKERMANN a kol., 2013). Dochází k nekrotám kořenů a trouchnivění stonku. Může dojít i k dřívějšímu dozrávání, což vede k nedostatečně vyzrálým a deformovaným semenům (VAŠÁK a kol., 2000).

Zdrojem nákazy jsou nezapravené posklizňové zbytky, jelikož patogen přežívá v půdě po dobu dvou až tří let. Přenos je možný i osivem nebo větrem či deštěm, kterým jsou přenášeny askospory patogena. V pyknidách se vyvíjí konidie, které mohou být také zdrojem nákazy (ACKERMANN a kol., 2013). Intenzivní výskyt může nastat na těžkých půdách a v hustých porostech, a to především při mírné a vlhké zimě. Druhotná infekce hrozí na jaře při teplejším počasí (VAŠÁK a kol., 2000).

Choroba je v různé intenzitě rozšířena po celé ČR a škody se pohybují okolo 20 %, ovšem v Evropě dosahují až 50 % (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Sklerotiniová hniloba (bílá hniloba řepky)**

Původcem onemocnění je *Sclerotinia sclerotiorum*.

Příznaky jsou viditelné v období dokvétání a po odkvětu. Primární infekce nastává už v půdě vznikem mycelia na kořenech a bázi stonku (ACKERMANN a kol., 2013). Dalším příznakem jsou protáhlé vodnaté skvrny na hlavním stonku řepky. Ty rychle šednou až se zdají být stříbřité a dochází k jejich odlupování. V místě napadení se uvnitř stonku tvoří bílé vatovité mycelium, kde se tvoří nepravidelná černá tvrdá tělíska – sklerocia (VAŠÁK a kol., 2000).

Sklerocia jsou zdrojem nákazy, především zdrojem primární infekce a přežívají v půdě po dobu 7 až 10 let. Sekundární infekci způsobují askospory, které se tvoří v plodnicích vyrůstajících na sklerociích. Jsou roznášeny větrem. K sekundární infekci dochází v době, kdy je řepka ve fázi butonizace až kvetení. K nakažení dochází především za dostatečné půdní vlhkosti, ale také přenosem mycelia při dotyku rostlin (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Verticiliové vadnutí**

Původcem je *Verticillium dahliae*, *Verticillium longisporum*.

První příznaky se objevují v květnu na nejstarších listech, které podélně žloutnou (ACKERMANN a kol., 2013). Následně dochází k tvorbě dlouhých oválných šedých nebo nahnědlých skvrn ve spodní třetině stonku, který pak zasychá. Stonek také není na řezu kulatý, ale hranatý a jsou na něm vystouplé a tmavé cévní svazky (BARANYK a kol., 2007). Během odumírání rostlin se na trouchnivějících kořenech vytvářejí drobná černá mikrosklerocia, díky nimž pak rostlina přežívá v půdě po několik let.

Infekce je přenášena osivem nebo myceliem v rostlinných zbytcích. Patogen se do rostliny dostává přes kořeny a šíří se akropetálně v celé rostlině (ACKERMANN a kol., 2013). BARANYK a kol. (2007) uvádí, že patogen působí největší škody ve vlhkých letech a na těžkých půdách. ACKERMANN a kol. (2013) naopak tvrdí, že patogenu vyhovuje suché a teplé počasí a jeho výskyt uvádí především na lehčích půdách.

- **Plíseň šedá**

Původce onemocnění vytváří opět dvě formy, teleomorfu *Botryotinia fuckeliana* a anamorfu *Botrytis cinerea*.

Příznaky se vyskytují na všech nadzemních částech rostliny a to tvorbou šedobílých skvrn na listech, podlouhlých skvrn na stoncích a poupata jsou pokrytá šedavým vzdušným myceliem. BARANYK a kol. (2007) dodává, že vzdušné mycelium je pro patogena typické. Při silném napadení se mohou rostliny lámat (ACKERMANN a kol., 2013). Může také docházet k předčasnému dozrání rostlin a semena jsou nedostatečně vyžralá (VAŠÁK a kol., 2000).

Patogen přežívá na zbytcích rostlin nebo ve formě sklerocií v půdě nebo ve stoncích rostlin (ACKERMANN a kol., 2013). Šíří se vzduchem ve formě spor (BARANYK a kol., 2007). K rozvoji onemocnění přispívá vlhké a chladnější počasí. Ohroženy jsou především porosty v uzavřených lokalitách nebo rostliny poškozené mrazem či polehnutím (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Černě**

Původcem onemocnění jsou houby rodu *Alternaria* (nejčastěji *Alternaria brassicae*, *Alternaria tenuis*, *Alternaria brassicicola*).

Příznaky se objevují již na podzim na vzcházejících rostlinkách (ACKERMANN a kol., 2013). Objevují se šedé až černé čárkovité skvrny na hypokotylech mladých rostlinek často s koncentrickým zónováním (BARANYK a kol., 2007). Houba ale napadá všechny části rostliny. Na stoncích jsou vidět taktéž protáhlé šedé až černé skvrny, které přechází až na šesule. Právě napadení šesulí je důvodem největších ztrát. Šesule jsou navíc deformované a předčasně pukají. Také semena jsou znehodnocena, jsou scvrklá a nevyžralá (VAŠÁK a kol., 2000).

Zdrojem napadení jsou posklizňové zbytky, kde patogen přežívá, ale přenos je možný i osivem (BARANYK a kol., 2007). Přenáší se i během vegetace pomocí konidií větrem i deštěm. Do rostlin se dostává průduchy či mechanickými ranami. K rozvoji patogena proto přispívá vlhké a teplé počasí (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Cylindrosporiíza řepky (listová skvrnitost řepky)**

Původcem onemocnění je *Pyrenopeziza brassicae* (teleom.) a *Cylindrosporium concentricum* (anam.)

K napadení dochází už na podzim a na všech nadzemních částech rostlin. Poškození listů je podobné jako poškození mrazem, tvoří se pergamenovité skvrny (VAŠÁK a kol., 2000). Na stoncích se objevují příčně praskající korkovité nekrózy a na květech a šešulích je zřejmé hnědnutí a deformace (BARANYK a kol., 2007).

Zdrojem primární infekce jsou napadené posklizňové zbytky, kde se také tvoří plodnice houby a jejich spory jsou šířeny větrem a deštěm (VAŠÁK a kol., 2000). Během vegetace se šíří pomocí konidií díky dešti. Důležité pro šíření nemoci je střídání teplot a vysoká vzdušná vlhkost (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Plíseň zelná**

Původcem onemocnění je *Peronospora parasitica* (syn. *Peronospora brassicae*, *Hyaloperonospora parasitica*)

Příznaky se projevují žlutozelenými skvrnami na mladších listech (ACKERMANN a kol., 2013). Tyto skvrny rychle žloutnou a zasychají. Za vlhka se na rubu listů objevuje šedobílý až bělavý povlak houby (VAŠÁK a kol., 2000). Jde o sporangiofory se sporangiemi (ACKERMANN a kol., 2013). Při silném napadení dochází k opadu listů. Onemocnění se objevuje především na podzim a u mladých rostlinek tak může způsobit deformaci jejich růstu. Pokud k onemocnění dojde výjimečně v době zrání řepky, poškozené šešule jsou pak scvrklé a semena jsou nevyzrálá (VAŠÁK a kol., 2000).

- **Fytoplazmy**

Fytoplazmy jsou jednobuněčné organismy žijící v cévních svazcích rostlin. Na řepce způsobují změny v růstu. Jde o zakrslost a zelenokvětost. Poupata a květy jsou deformovaná.

Patogeny šíří křísi. Na rostliny má choroba způsobená fytoplazmami silný vliv, protože ty pak nejsou schopny žádného výnosu, ale onemocnění zase není příliš časté (BARANYK a kol., 2007).

- **Padlí brukvovitých**

Původcem onemocnění je *Erysiphe cruciferarum*.

Příznaky se objevují skoro až v době zralosti řepky. Na nadzemních částech rostlin se tvoří moučnatý, bílý povlak, což je mycelium houby (VAŠÁK a kol., 2000). Na listech je povlak viditelnější především na vrchní straně (ACKERMAN a kol., 2013). Orgány, které patogen napadne, později zasychají. Patogenu vyhovuje suchý a velmi teplý průběh počasí.

Zdrojem infekce mohou být nezpracované posklizňové zbytky. Patogen na nich přezimuje v podobě mycelia a plodnic. Přežívá ale také na dalších brukvovitých rostlinách (VAŠÁK a kol., 2000). Je přenosný větrem (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Nádorovitost kořenů brukvovitých**

Původcem onemocnění je *Plasmodiophora brassicae*

Příznaky se projevují hlavně na kořenech rostlin, kde se vytváří boule různého tvaru a velikosti. Ke konci vegetace se nádory rozpadají. Rostliny jsou menší a jejich listy se zbarvují do fialova nebo žlutozelena a často vadnou.

Zdrojem infekce jsou spory (zoospory) patogena, které přežívají v půdě. Do rostliny se dostávají právě přes kořeny rostlin. Zoospory aktivně kořenové vlášení vyhledávají, protože jsou pohyblivé, mají vlastní bičík. Započínají primární cyklus a v kořenech se mění na primární plasmodia, pak na gamety a sekundární zoospory. Sekundární zoospory se pak shlukují v zygoty a opět pronikají do kořenů. Tam vznikají sekundární plasmodia, které se zvětšují a množí, čímž dochází k tvorbě nádorů. V těch se vytváří spory a praskáním pronikají zpět do půdy (ACKERMANN a spol., 2013).

Škůdci

- **Plži** (*Gastropoda*)

Zástupci plžů jsou: slimáci, slimáčci a plzáci. Na řepce největší škody způsobují slimáček síťkovaný (*Deroceras reticulatum*) a slimáček polní (*Deroceras agreste*). Jejich výskyt se stanovuje na celý rok, ale výrazné škody na řepce způsobují na podzim a to především při samotném vzcházení řepky a vývoji prvních pravých listů (BARANYK a kol., 2007).

Škodí žírem na listech a překousáváním stonků. Na listech zůstávají díry nebo okousané okraje. Přítomnost plžů se snadno pozná, protože po sobě zanechávají sliz (ACKERMANN a kol., 2013). Špatná zaorávka slámy nebo posklizňových zbytků, výdrolu nebo plevelů zvyšuje jejich výskyt. Také teplé zimy a mírné počasí během vegetace jsou příznivé pro jejich výskyt (BARANYK a kol., 2007).

- **Pilatka řepková** (*Athalia rosae*, L.)

Škodící stádium pilatky jsou její larvy – housenice. Ty způsobují hrubý žír až holožír. Svým žírem poškozují listy a lodyhy řepky (BARANYK a kol., 2013). Dospělci neškodí, živí se pylem a nektarem květů různých rostlin (VAŠÁK a kol., 2000)

Pilatka má do roka 2 až 3 generace. Při teplotách nad 17 °C začnou létat dospělci pilatek a rozmnožují se. Samičky pak kladou 200-300 vajíček kladélkem jednotlivě do listů brukvovitých rostlin (ACKERMANN a kol., 2013). VAŠÁK a kol. (2000) uvádí, že na řepce klade pilatka vajíčka jak do děložních lístků, tak i do pravých listů. V místě kladení se pak na okrajích listů vytvoří kapsovitý útvar, kde se líhnou larvy a vykusují děrové požerky. Larva spořádá až dvojnásobek své hmotnosti denně a jakmile doroste do své plné velikosti, zakuklí se v půdě.

První generace pilatek se objevuje v květnu, druhá v červenci a třetí na podzim, kdy se zakládají porosty ozimé řepky. Při mimořádně teplém období může dojít k vývoji i 4. generace (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Dřepčiči** (*Phyllotreta* spp.)

Dřepčík černý (*Phyllotreta atra*, Fabricius), dřepčík černoohý (*Phyllotreta nigripes*, Fabricius), dřepčík polní (*Phyllotreta undulata*, Kutschera) a dřepčík zelný (*Phyllotreta nemorum*, L.).

Poškození rostlin způsobují dospělci svým žírem. Klíčící rostlinky ožirají už mělce pod povrchem půdy a ty v důsledku toho nemohou vzcházet. U rostlin již vzešlých způsobují požerky vypadající jako malé dírky o velikosti 1-3 mm (ACKERMANN a kol., 2013). Poškozené listy zasychají, dokonce mohou hynout celé rostliny.

Výskyt brouků je především na jaře, proto se řadí ke klíčovým škůdcům jarní řepky, neboť u ní způsobují holožírny. Na řepce ozimé způsobují škody lokálně a především u raných výsevů (VAŠÁK a kol., 2000).

Přezimují dospělci. Počátkem června kladou samičky dřepčíků vajíčka mělce do půdy. Larvy se po vylíhnutí živí tenkými kořínky brukvovitých rostlin. Jejich škodlivost není závažná. Larvy se pak kuklí v půdě a v červenci či srpnu se líhnou brouci, kteří se na brukvovitých živí až do podzimu a postupně přeletují na zimoviště. Dřepčiči mají jednu generaci do roka (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Dřepčík olejkový** (*Psylliodes chrysocephala* L.)

Brouk o velikosti od 3 do 5 mm je kovově lesklé modré barvy. Je svým vývojem a potravou vázaný převážně na řepku. Poškození rostlin způsobují dospělci žírem tzv. dírkováním. Požerky jsou velice drobné a často snadno přehlédnutelné (ACKERMANN a kol., 2013). Jeho larvy se zavrtávají do řapíků mladých srdéčkovitých listů, které prožirají (BARANYK a kol., 2007). Žír může pokračovat do kořenového krčku a báze lodyhy a rostliny pak snadno vymrzají. Lodyhy se snadno lámou, listy žloutnou, vadnou a zahnívají (ACKERMANN a kol., 2013). Hlavní škody způsobují zvláště larvy svým žírem na podzim a brzy na jaře (BARANYK a kol., 2007).

Samičky dřepčička olejkového kladou svá vajíčka do půdy k patám rostlin již od konce září, než poklesne teplota pod 5 °C (ACKERMANN a kol., 2013). VAŠÁK a kol. (2000) dodává, že vajíčka jsou velice citlivá na vlhkost půdy, při suchu zasychají.

Ještě na podzim se líhnou larvy, které prožirají řapíky, pak se kuklí. Vyhovuje jim mírný průběh podzimu a celé zimy. Dospělí brouci se líhnou koncem června a v červenci a nalétají opět do porostu řepky. Jejich žír ale trvá krátce a brouci se uvádí do doby letního klidu (aestivaci) na vlhkých a stinných místech (VAŠÁK a kol., 2000).

- **Osenice** (*Agrotis* spp.)

Řadíme sem osenici polní (*Agrotis segetum*, Denis & Schiffermüller), osenici vykřičníkovou (*Agrotis exclamationis* L.) a osenici ypsilonovou (*Agrotis ypsilon* Hfn.).

Osenice je občasným škůdcem řepky. Škodí především při suchém a teplém létě a podzimu. Na podzim způsobují housenky lokální škody. Nejmladší housenky vykusují kulaté dírky do listů v nejmladších fenofázích řepky. Vyšší růstové stupně housenek vyžírají listové čepele a překusují křovový kořen řepky. Rostliny po té vadnou a odumírají. Housenky žijí především pod povrchem půdy a nad její povrch vylézají pouze v noci.

Přezimují dorostlé housenky pod povrchem půdy. Dospělci jsou motýli létající během července a srpna, kdy samičky kladou vajíčka na různé části rostlin. Vylíhlé housenky se živí na nadzemních částech a po dorostu slézají do půdy za přezimováním (VAŠÁK a kol., 2000).

- **Mšice zelná** (*Brevicoryne brassicae* L.)

Škodí především na jarní řepce a je občasným škůdcem řepky ozimé, kde páchá škody na stoncích, květech i šešulích, větší množství poškozených rostlin je ale velmi vzácné, proto snížení výnosu způsobené mšicí je zanedbatelné. Škody na řepce způsobuje svým sáním a podílí se na snižování hmotnosti semen (VAŠÁK a kol., 2000). Napadené rostliny žloutnou, deformují se a místa posátí postupně odumírají (ACKERMANN a kol., 2013). Posáté šešule se již dále nevyvíjejí. Zejména na šešulích vytváří mšice zelná kolonie, které jsou velice nápadné. Napadení mšicí lze poznat také díky šedavému voskovému výpotku a vyloučenou medovicí, kterou mšice zanechávají na rostlinách i okolní půdě (BARANYK a kol., 2007).

Přezimují černá vajíčka na brukvovitých rostlinách. Začátkem května se líhnou neokřídlení jedinci. Během vegetace se rodí okřídlené samičky, které přelétají na další brukvovité rostliny a zakládají nové kolonie. Během vegetace se mšice množí partenogeneticky a jsou živorodé. Pouze na podzim se samičky rozmnožují pohlavně a kladou oplozená vajíčka k přezimování. Podle příznivého počasí může mšice mít až 16 generací (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Květilka zelná** (*Delia radicum* L.)

Škody na řepce působí pouze larvy, dospělci jsou neškodní. Larvy žijí v půdě a vykusují povrchové chodby do kúlového kořene řepky a poškozují kořenový systém. Rostliny se díky nedostatku živin a vody zbarvují modrofialově, krní a později hynou. Jdou také snadno vytáhnout z půdy. Rostliny, které si v případě dobré vláhy dokáží vytvořit náhradní kořínky, jsou oslabené a snadno vymrzají (ACKERMANN a kol., 2013).

Přezimující stádium květilky se nazývá puparium. Jsou to zakuklené larvy květilky. První generace se líhne od března do května. Samičky květilky se živí sáním na květech a zakládají další generaci kladením vajíček do půdy na úrovni kořenového krčku. Larvy se tedy živí kořeny a po dorostu se kuklí v půdě. V průběhu teplého počasí na podzim, může mít květilka i tři generace do roka (VAŠÁK a kol., 2000).

- **Bejломorka kapustová** (*Dasyneura brassicae* Winn.)

Zvýšení škodlivosti bejломorky hrozí v podmínkách vysokého zastoupení ozimé řepky, sníženém střídání plodin a minimalizací zpracování půdy (VAŠÁK a kol., 2000).

Dospělci bejломorky jsou neškodní. Škodí larvy, které způsobují žloutnutí, deformace, zduření a praskání šesulí (ACKERMANN a kol., 2013). To je dáno vývojem larev přímo v šesulích, které enzymaticky rozpouštějí stěnu šesulí a natrávený obsah následně vysávají. Semena zůstávají nepoškozená, ale vlivem praskání šesulí vypadávají (BARANYK a kol., 2007).

Přezimování bejломorky je ve stádiu kukly v půdě. Některé kukly mohou v půdě přežít až 5 let. Pokud některé kukly přežijí, pak se dospělci nelíhnou v obvyklém termínu, ale můžou se opozdit a za optimálního počasí se vylíhnou, takže se dospělci mohou vyskytovat v porostu prakticky nepřetržitě (KAZDA, 2011). Dospělci se tedy obvykle líhnou během května. Samci se pohybují u země a samičky v okolí květů (ACKERMANN a kol., 2013). Po páření kladou samičky vajíčka do poškozených šesulí řepky, jelikož do neporaněné šesule se samička svým kladélkem nedostane. Využívají proto poškození šesulí po krytonosci šesulovém (VAŠÁK a kol., 2000). Během života dospělci téměř nepřijímají potravu a samice bejломorky žije pouze jeden den. Dorostlé larvy padají na zem a zalézají pod povrch půdy, kde se kuklí (ACKERMANN a kol., 2013). Kuklení trvá 5-15 dní a vývoj jedné generace trvá zhruba měsíc, proto může mít

bejломorka až šest generací. Nejvíce však škodí první a druhá generace (KAZDA, 2011).

Monitoring bejломorky se provádí v porostech během kvetení řepky, kdy je výskyt dospělců nejvyšší (BARANYK a kol., 2007). Provádí se vizuálně za suchého a slunečného počasí, je ale obtížný a vyžaduje to zkušenosti. V současnosti se na monitoring bejlomorek využívají Mörickeho misky, které se umisťují na zem, kde jsou vhodné jak pro samce, tak i samičky bejlomorek (ACKERMANN a kol., 2013).

Dle VAŠÁKA a kol. (2000) je nejlepší posazovat Mörickeho misky tak, aby jejich horní okraj byl na bázi plodenství v období tvorby šešulí. Dobré je také používat smýkadla a také využívat informace z ostatních signalizací výskytu na výzkumných či zkušebních stanicích (ČECH, 2011).

Při zjišťování prahů škodlivosti je důležité nezaměnit bejломorku kapustovou s blanokřídlými parazitoidy. Práh škodlivosti bejlomorek kapustové je 1 samička na 4 květenství (ACKERMANN a kol., 2013).

V případě napadení jsou potřebná preventivní agrotechnická opatření na další vegetační období a to především hluboká orba. Použití chemického zásahu je proti bejlomorece problematické kvůli nebezpečí poškození opylovačů, především včel (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Krytonosec řepkový** (*Ceutorrhynchus napi* Gyll.) a **krytonosec čtyřzubý** (*Ceutorrhynchus pallidactylus* Marsch.)

Biologie a příznaky napadení jsou si velmi podobné u obou brouků. Patří k nejvýznamnějším škůdcům řepky. Za poslední dva roky jejich výskyt rapidně stoupl, a to díky průběhu počasí. Důvodem jsou mírné zimy a neobvyklý průběh počasí na jaře (ROTREKL, 2017, ústní sdělení).

V případě krytonosce řepkového způsobují dospělci v porostu dírkování v čepelích listů a později do řapíků listů kladou svá vajíčka. Při napadení krytonoscem čtyřzubým se objevují vpichy ve stoncích. Napadené listy žloutnou, stonky se lámou nebo praskají (ACKERMANN a kol., 2013). BARANYK a kol. (2007) dodává, že vpichy jsou nejprve slizovité, později bíle lemované. Navíc tyto vpichy představují vstupní bránu pro sekundární infekci houbovými patogeny nebo bakteriemi.

Vytváří jednu generaci v roce. Dospělci nalétávají do porostu na jaře, jakmile teplota vystoupne na 10 °C a kladou svá vajíčka. Z vajíček se líhnou larvy, které se živí pletivý řepky a vytvářejí chodbovitě požerky ve stoncích řepky. Jakmile larvy dorostou, stonek opouští a až metr pod povrchem půdy se kuklí (VAŠÁK a kol., 2000).

K monitorování náletu brouků do porostu slouží Mörickeho misky nebo žluté lepové desky (ACKERMANN a kol., 2013). Lepové desky by se měly v porostu instalovat tak, aby jejich spodní okraj bylo nad vrcholky rostlin (VAŠÁK a kol., 2000).

Prah škodlivosti je výskyt 3 brouků v průměru na jednu misku nebo lepovou desku za jeden den. VAŠÁK a kol. (2000) udává, že ochranu je třeba uskutečnit při výskytu 25 brouků ve čtyřech miskách za 3 dny. V současné době existuje několik period náletu, v rozvlklém období jsou nezbytné aktualizace prahů škodlivosti (KOLAŘÍK, 2017, ústní sdělení)

Důležitá jsou preventivní opatření, která spočívají v prostorové i časové izolaci porostů řepky a také v odstraňování posklizňových zbytků. Při silnějším napadení je dobré zavést hlubokou orbu po sklizni. Příhodná je i podpora přirozených nepřátel krytonosce (ACKERMANN a kol., 2013). Přirozeným nepřítelem krytonosce řepkového je lumek *Tersilochus fulvipes* a krytonosce čtyřzubého je lumek *Tersilochus obscurator* (KOLAŘÍK, 2017, ústní sdělení). Chemickou ochranu je vhodné zavést ještě před naklazením vajíček samičkami krytonosců (ACKERMANN a kol., 2013).

- **Krytonosec šesulový (*Ceutorrhynchus assimilis* Payk.)**

Škody způsobují nejprve dospělci vyžíráním jamek do šesulí a následně larvy, které vyžírají semena (VAŠÁK a kol., 2000). Napadení je skoro nerozpoznatelné; až později, kdy larva šesule opouští je viditelný asi 1 mm velký otvor v boku šesulí (ACKERMANN a kol., 2013). Tyto otvory pak ještě využívá bejlomorka kapustová ke kladení vajíček (ALPMANN a kol., 2009). Larvou krytonosce šesulového jsou poškozeny jen 2 až 3 semena, ostatní se vyvíjejí normálně (ACKERMANN a kol., 2013).

Přezimují brouci pod zbytky rostlin nebo pod listím na okrajích lesů, křovin a živých plotů. Na jaře své úkryty opouští při teplotě nad 15 °C. Do porostů nalétávají obvykle se začátkem květu řepky. Samičky kladou svá vajíčka do mladých šesulí. Vylíhlé larvy vyžírají semena a na konci svého vývoje šesule opouštějí a kuklí se

v půdě. Během července a srpna se objevují brouci nové generace, kteří přezimují (ACKERMANN a kol., 2013).

Práh škodlivosti se udává 1 brouk na 1 rostlinu od začátku kvetení (ALPMANN a kol., 2009). Nutnost ošetření je dána počtem samic, přičemž není podstatný ani celkový počet krytonosců, ani počet samců (KOLAŘÍK, 2017, ústní sdělení). V ochraně je také důležitý osevní postup a podpora přirozeně se vyskytujících nepřátel krytonosce šesulového, kterými jsou blanokřídlí parazitoidi. Chemické ošetření se zpravidla neprovádí (ACKERMANN a kol., 2013).

3.2 Blýskáček řepkový

Třída: Hmyz – *Insecta*

Řád: Brouci – *Coleoptera*

Čeleď: Lesknáčkovití – *Nitidulidae*

Rod: Blýskáček – *Brassicogethes*

Druh: Blýskáček řepkový – *Brassicogethes aeneus* syn. *Meligethes aeneus*, Fab., 1775
(fauna europaea.cz, 2017)

Blýskáček řepkový je klíčový škůdce jarní řepky a je jedním z nejdůležitějších škůdců řepky ozimé. Škody působí na veškerých semenných porostech brukvovitých i na semenných porostech brukvovité zeleniny. Často se vyskytuje také na kvetoucích porostech máku, kde ale žádné škody nezpůsobuje. Výskyty blýskáčka řepkového jsou v jednotlivých letech nepravidelné. Důvodem může být intenzivní ochrana v předchozím roce proti šešulovým škůdcům, která hubí i larvy blýskáčka. Jeho výskyt je důležité stále kontrolovat. Každoročně se proti blýskáčkům ošetřuje 70 – 80 % ploch řepky (ACKERMANN a kol., 2013).

Imago je podlouhlého, vejčitého tvaru. Barvu krovek má kovově černozelelou nebo černomodrou. Možné jsou i jiné další odlesky. Spodní stranu má černou (MILLER, 1956). Je velice malý, měří 2 – 2,5 × 1,5 mm s krátkými paličkovitými tykadly (TRNKA, 1970). Hlavu má malou, ale širokou, vtaženou až po oči do štítu. Tělo blýskáčka je pokryté přiléhajícími chloupky a je mírně klenuté. Poslední břišní článek je z obou stran obloukovitě rýhovaný. Krovky jsou delší než štít a jsou na svých koncích zaoblené (MILLER, 1956).

Larvy mají mléčně bílou barvu a v dospělosti dosahují délky cca 4 mm (TRNKA, 1970). KAZDA (2003) dodává, že larvy jsou oligopodní a velmi štíhlé. Barvu larvy popisuje jako žlutobílou a po stranách s tmavými skvrnkami v jednotlivých článcích a hlavu má zbarvenou do tmavohněda. Larva má 12 tělních článků, z nichž 11 jich obsahuje po bocích paličkovitou brvu, dvanáctý článek má dvě štětinky (ROTREKL, 2000).

Kukla blýskáčka je žlutobílá a měří asi 2 mm (TRNKA, 1970). Dle KAZDY (2003) je kukla bílé barvy a nachází se volně v půdě. Před líhnutím se oči kukly zbarvují tmavě (MILLER, 1956).

Vajíčka brouků jsou bílé barvy, válcovitého tvaru, 0,7 – 0,25 mm velká (TRNKA, 1970).

Hostitelskými rostlinami jsou především hořčice, řepka jarní, řepka ozimá a semenné porosty brukvovité zeleniny. Ovšem dospělci se živí pylem, a proto nalétají i do jiných druhů kulturních a plevelných rostlin a také různých dřevin a bylin (ACKERMANN a kol., 2013). TRNKA (1970) tyto rostliny konkretizuje na vrby, třešně, trnky apod. Mák je hostitelskou rostlinou až pro novou generaci blýskáčka (ACKERMANN a kol., 2013).

Brouci nalétávají do kvetoucích porostů řepky, kde se prokusují do ještě nevyrašených květních pupat. Poupatům ožirají tyčinky a korunní plátky (TRNKA, 1970). Do pupat se dostávají ze strany, pokud se ale jedná o malá pupata, ta sežirají celá. Poupata tímto ničí a ta pak opadávají. Po opadání pupat zůstanou stopky, a to především na vrcholových květenstvích, než na bočních větvích květenství. Rozkvetlé květy ale už nepoškozují, tam se živí pouze pylem (ACKERMANN a kol., 2013).

Důsledkem takového žíru je pak nepravidelné nasazení květů případně šešulí řepky (BARANYK a kol., 2007). Poškození lze zaměnit s poškozením dlouhotrvajícím suchem či pozdějšími jarními mrazy. Ovšem po poškození mrazem jsou prázdné stopky šešulí delší v porovnání se žírem blýskáčka (ACKERMANN a kol., 2013).

Přezimují brouci, kteří brzy z jara při teplotě vzduchu od 15 °C nalétají do porostů řepky (KAZDA, 2003). Svá zimoviště ale opouštějí již při dosažení teploty půdy 10 °C. V porostech škodí vyžíráním pupat, jak již bylo popsáno v předchozím odstavci. Samičky blýskáčka kladou do pupat vajíčka na tyčinky nebo pestík (TRNKA, 1970). Larvy se po vylíhnutí živí pylem, čímž už řepce nijak neškodí. Později dochází k jejich stěhování se do půdy, kde se kuklí. Koncem srpna se z nich stávají mladí brouci, kteří si hledají zimoviště (BARANYK a kol., 2007). TRNKA (1970) dodává, že se mladí brouci líhnou už v polovině července a mohou ještě škodit na rostlinách. Jejich škodlivost je tím větší, čím déle řepka kvete. Na zimu se ukrývají pod povrchem půdy nebo ve vrstvách spadaneho listí (GALL, 2014). Tvoří jednu generaci v roce (ACKERMANN a kol., 2013).

Aktivitu blýskáčka je třeba sledovat ještě před masivním náletem do porostů řepky, proto se hodnocení letové aktivity blýskáčka provádí několika způsoby, mezi které patří vizuální kontrola porostů řepky, smýkání či umístění alespoň jedné Mörickeho misky nebo žlutého lepového pásu (desky) na jeden porost. Ty se dle počasí do porostu umísťují již během března a nejlépe ve výši vrcholků rostlin, asi 5 m od okraje porostu (ACKERMANN a kol., 2013). Dříve se kontrola aktivity blýskáčka prováděla lapáním brouků zvláštními přístroji. Jednalo se buď o rámy s nataženou plachtou natřenou lepem, se kterou se jezdilo nebo chodilo nad polem, nebo příčnou tyč mající na spodu nádobky a nahoře příčný drát. Při chodu se drát dotýkal květenství a brouci padali do spodních nádob, kde byl navíc ještě petrolej či alkohol (MILLER, 1956).

Práh škodlivosti je jeden brouk na rostlinu či vrcholové květenství, pokud jsou poupata ještě uzavřená. Pokud je řepka již ve fázi těsně před květem, práh škodlivosti jsou 3 brouci na rostlinu (ACKERMANN a spol., 2013). ALPMANN a kol. (2009) udává, že práh škodlivosti by se měl určovat také dle zdravotního stavu porostu:

- BBCH 51 – zdravý i oslabený porost 3-4 brouci na rostlinu.
- BBCH 52-53 – zdravý porost 7-8 brouků na rostlinu, oslabený porost 3-4 brouci na rostlinu.
- BBCH 55-59 – zdravý porost více než 8 brouků na rostlinu, oslabený porost více než 4 brouci na rostlinu.

Dnes je nutno kontrolovat výskyt blýskáček po celou dobu výskytu pupat v porostu. Uvedené prahy škodlivosti jsou pouze orientační a obzvlášť v silných a bohatě kvetoucích porostech je třeba tato čísla až zdvojnásobit (KAZDA, 2015).

3.2.1 Ochrana

Nejdůležitější ochranou u jakýchkoli porostů je vždy ta preventivní. Ta se týká samotného pěstování řepky. Nejdůležitější preventivní ochranou je střídání plodin. Řepku je nejlépe vysévat na stejnou parcelu v rozmezí čtyř až šesti let.

Další preventivní metodou je vytvořit všechny podmínky, aby doba kvetení byla co nejkratší. Také zajistit správnou výživu. Zdravé a silné porosty jsou odolnější a tolik netrpí (TRNKA, 1970). KABÍČEK a kol. (1997) udává, že metody používané k regulaci škůdců můžeme rozdělit na tři typy.

1. Metody nepřímé – jde o dosažení nepříznivého prostředí pro rozvoj škůdců a patří mezi ně především agrotechnika a šlechtění rostlin.
2. Metody přímé – jde zejména o chemické, biologické a fyzikální metody regulace.
3. Metody biotechnické – jde o využití přírodních látek (př. feromony a hormony) sloužících k regulaci chování a vývoje hmyzu.

Ochrana proti blýskáčku řepkovému se stala standardní součástí pěstitelské technologie (HAVEL a SEIDENGLANZ, 2012).

Biologická ochrana

Jako preventivní ochrana může být považována také ochrana biologická a podpora přirozeně se vyskytujících nepřátel škůdců řepky. Cílem biologické ochrany je využít užitečné organismy k přirozené regulaci populací škůdců, ovšem ne jeho vyhubení, ale tvorba jejich rovnovážného vztahu, kdy nedochází k ekonomicky významnému poškození rostlin (KABÍČEK a kol., 1997). Přirození nepřátelé řepky jsou antagonistické druhy, kterými jsou tzv. užiteční členovci (BARANYK a kol., 2007). Na redukci blýskáčka se podílejí skupiny členovců, jako jsou pavouci, sluněčka, střevlíci, nebo drabčící. Tito členovci jsou na poli ukazatelem přirozené polní imunity. Dalšími přirozenými nepřáteli blýskáčka mohou být v době jejich přezimování také entomopatogenní houby, ovšem pokud jde o mírné a vlhké zimy (ACKERMANN a spol., 2013). Je tedy třeba reálně omezit negativní vlivy na jejich výskyt (BARANYK a kol., 2007).

Další možností biologické ochrany je cílená aplikace biologických preparátů. Těmi jsou parazitoidi z čeledi blanokřídlí (Hymenoptera) - lumčící (BARANYK a kol., 2007). ACKERMANN a spol. (2013) tyto parazitoidy konkretizuje na *Phradis interstitialis*, *Phradis morionellus* a *Tersilochus heterocerus*.

Lumčík je asi 3 mm velký a je významný regulátor blýskáčka řepkového. Je v praxi velice často zaměňován se škodlivou bejломorkou kapustovou. Lumčici ale mají na rozdíl od bejломorky dělené tělo na hlavu, hrud' a stopkatý zadeček. Dospělci jsou navíc trochu větší a mohutnější než bejломorky. Tělo mají kovově černé barvy s nazelenalými odlesky. Na hlavě mají tmavá dlouhá tykadla. Důležitým poznávacím znakem jsou černá políčka na křídlech a samičky některých druhů lumčíků mají na zadečku nitkovité kladélko. S porovnáním s bejломorkou jsou v porostu více vidět. Lumčici parazitují larvy blýskáčka. Napadení larvy se pozná přítomností vajíčka parazitoida, patrného jako charakteristická černá tečkou pod pokožkou (BARANYK a kol., 2007). Parazitoidi tak redukuje počet jedinců nové generace (ACKERMANN a spol., 2013).

Insekticidní ošetření je může negativně ovlivnit. Potenciální ohrožení je i v období pozdějšího ošetření proti šešulovým škůdcům, kdy se v porostu řepky parazitoidi ještě stále vyskytují. Použití parazitoidů se projeví až po delším období (ACKERMANN a spol., 2013). Proto musí být biologická ochrana zahájena včas již při malém výskytu škůdce (KABÍČEK a kol., 1997).

Chemická ochrana

Správné použití chemické ochrany je složitý proces, kdy je třeba důkladně znát dynamiku populace hmyzích škůdců a dopad těchto chemikálií, účinné složky insekticidu, způsobu působení a formulace (DENT, 2000).

Při chemické ochraně se v minulosti (jde o období do asi 60. let 20. stol – kdy bylo DDT postupně zakazováno) osvědčily přípravky na bázi DDT (TRNKA, 1970). Důležitá nebyla jeho jedovatost pro hmyz, ale to, že pouhý dotyk hmyzu s tímto jedem vyvolal smrtelnou otravu a navíc jeho účinnost byla až 3 měsíce (ROSICKÝ a WEISER, 1951).

Chemickou ochranu se proti blýskáčkům doporučuje používat v období od prvního výskytu zelených pupat do počátku květu (ACKERMANN a spol., 2013). Ochrana by měla plynule navázat na druhé jarní ošetření řepky. Během kvetení by se mělo dbát na šetrnou ochranu kvůli opylovačům. Lze použít pyretroidy, ke kterým jsou včely tolerantní, tudíž jim nijak neškodí.

Konkrétně se jedná o pyretroidy s účinnou látkou:

- Deltametrin
- Lambda-cyhalotrin
- Gamma-cyhalotrin
- Cypermetrin
- Alpha-cypermetrin
- Zeta-cypermetrin
- Beta-cyflutrin
- Tau-fluvalinát
- Efenvalerát

Další povolené přípravky jsou neonikotinoidy. Například přípravky s účinnou látkou:

- Thiacloprid
- Acetamiprid

V registru přípravků rostlin jsou proti blýskáčku řepkovému uvedeny ještě přípravky s účinnými látkami na bázi organofosfátů např.:

- Chlorpyrifos
- Chlorpyrifos-methyl
- Malathion

Proti blýskáčku řepkovému lze také použít přípravky s účinnou látkou na bázi oxadiazinů a triazinů (ukzuz.cz, 2017).

Kromě opylovačů je třeba také dbát na další necílové organismy, jako je zvěř, vodní organismy atd. Je třeba dodržovat povinnost zabránit úletu na sousední kultury. U některých přípravků je určen i maximální počet aplikací během roku u téhož přípravku na jeden pozemek (KAZDA, 2015).

Prakticky není možné zlikvidovat úplně všechny škůdce v porostu. Jde o snížení hustoty populace škůdce pod jeho práh ekonomické škodlivosti. Ošetřování porostu, pokud hmyz nedosahuje prahu škodlivosti, je naprosto zbytečné. Samotné rostliny, obzvlášť řepka, mají autoregulační schopnosti a z malého poškození se dokážou samy dostat. Samozřejmě má tato autokompenzační schopnost své hranice (HAVEL a SEIDENGLANZ, 2012).

3.3 Rezistence

Rezistence je metabolický proces uvnitř těla hmyzu. Brouci pomocí jediného mechanismu detoxikace dokážou zničit celou řadu účinných látek se stejným mechanismem účinku (HAVEL a SEIDENGLANZ, 2012). Je to schopnost hmyzu účinnou látku tolerovat, detoxikovat, kompenzovat její účinky (STARÁ a KOCOUREK, 2012). Dle SEIDENGLANZE a kol. (2016) jde o oxidaci účinné látky, o změnu této látky na netoxickou a následně její vyloučení z organismu. Z praktického hlediska zemědělece by se dala nazvat ztrátou účinnosti ochrany na poli vlivem změny citlivosti škůdce (STARÁ a KOCOUREK, 2012).

Vznik rezistence může být mnoha způsoby. Buď vznikne mutací genu škůdce, nebo jejich rekombinací, či se může přirozeně vyskytovat byť jen v malém množství v populaci škůdce. Může za to dlouhodobé působení na populaci škůdce jedné účinné látky některého insekticidu (tzv. selekčního tlaku) a dříve či později se v populaci jedinci se zvýšenou odolností objeví. Při trvalém selekčním tlaku může dojít k vykazování rezistence celé populace (STARÁ a KOCOUREK, 2012).

Vznik a vývoj rezistence ovlivňují tyto faktory:

- Genetické
- Biologické
- Ekologické
- Agrotechnické

Všechny druhy škůdců nemají stejné schopnosti rezistence jako druhé. Detoxikační mechanismy škůdců jsou velice adaptabilní. Jsou schopné se adaptovat na různé chemické struktury a to i ty syntetické. Adaptace se nejspíše vyvinula s koevolučním procesem hmyzu s rostlinami (STARÁ a KOCOUREK, 2012). Rezistenci ale nemusíme brát jako negativní vlastnost organismů. Tato vlastnost napomáhá organismům přežít za nepříznivých podmínek (HRUDOVÁ a kol., 2015). Citlivost se hodnotí nejlépe srovnáním hodnot LD₅₀ nebo LD₉₀ z různých či stejných lokalit v různou dobu (SEIDENGLANZ a kol., 2016).

Vliv na vznik rezistence může mít počet aplikací stejného přípravku za rok, nedostatečný sortiment registrovaných přípravků s různým mechanismem účinku, upřednostňování některých přípravků u pěstitelů a také nedostatek informací o této hrozbě (STARÁ a KOCOUREK, 2012).

Druhy rezistence:

1. Křížová rezistence (cross-rezistence)

Jde o rezistenci škůdce vůči více účinným látkám zoocidů se stejným mechanismem účinku. I přesto že byla populace vystavena účinkům jen jedné účinné látky některé skupiny insekticidů, vykazuje populace rezistenci proti všem účinným látkám té skupiny. Zde nepomůže ani střídání účinných látek. Pokud nastane tento typ rezistence u blýskáčka řepkového vůči pyretroidům, situace je mnohem složitější, protože pokud je blýskáček vystaven opakovanému působení pyretroidu, rezistence blýskáčka bude nejen na účinnou látku pyretroidu, ale i na účinné látky s obdobnou chemickou strukturou a to i přesto, že mechanismus účinku u podobné chemické látky je zcela jiný. (STARÁ a KOCOUREK, 2012).

2. Mnohočetná rezistence (multiple-rezistence)

Jde o rezistenci, kde dochází k odolnosti škůdce proti dvěma a více skupinám účinných látek zároveň a to i u látek s různým mechanismem účinku. Je považována za nejvýznamnější rezistenci vůči zoocidům, která může nastat. U nás byla zjištěna u lokálních populací obaleče jablečného současně k organofosfátům, juvenoidům a inhibitorům tvorby chitinu (STARÁ a KOCOUREK, 2012).

V řadě laboratoří v Evropě z výsledků laboratorních testů vyplývá, že mezi všemi účinnými látkami křížová rezistence není a mezi některými jen slabá. Záleží na několika strukturálních odlišnostech v molekulách účinných látek pyretroidů. Ty mají právě vliv na to, zda budou blýskáčci pomoci svých enzymů schopni je odbourat (KOLEKTIV AUTORŮ, 2011).

Mechanismy rezistence:

U škůdců je známo pět jejích hlavních typů.

1. Změna chování škůdce, kvůli vyhýbání se místu aplikace insekticidů
2. Kutikula hmyzu se stává odolnější a přestává propouštět insekticidní látky
3. Škůdce začne látky ukládat v těle, nebo je dokáže vylučovat
4. Pomocí mutací genů dojde v místě působení insekticidu k redukci citlivosti nervového systému
5. Tělo škůdce dokáže degradovat svými specifickými enzymy pesticid

Nejčastější mechanismus vzniku rezistence je právě genová mutace. Dojde k mutaci proteinu, který se váže na membránu neuronu hmyzu. U takovýchto jedinců pak při kontaktu s insekticidem nedochází k narušení nervového systému, kdežto citliví jedinci mají nekoordinované pohyby, třes a křeče celého těla a následně smrt.

Mechanismus rezistence blýskáčka proti pyretroidům ještě není zcela vysvětlen (STARÁ a KOCOUREK, 2012).

Během mnoha let používání přípravků na ochranu rostlin proti škůdcům se u nich dnes již vyvinula silná odolnost. Jen s pyretroidy se škodlivý hmyz může setkat až 4 krát do roka (Kazda, 2015).

SEIDENGLANZ a kol. (2016) považuje za důležité tyto dva typy mechanismů rezistence:

1. Ztráta citlivosti cílového místa (*target site insensitivity = knock down resistance*)
2. Metabolická rezistence (*metabolic resistance*)

Vývoj rezistence:

První rezistence blýskáčka řepkového byla poprvé zjištěna v roce 1997 ve Francii a od té doby se šíří po celé Evropě (STARÁ a KOCOUREK, 2011).

Rezistence v ČR byla zjištěna v roce 2008 na Opavsku, odkud se také velice rychle šíří (HAVEL a SEIDENGLANZ, 2012). Rezistence populací blýskáčka byla laboratorně prokázána v roce 2011 (zejména ve Slezsku a na severní a střední Moravě). Rezistence byla prokázána právě vůči pyretroidům (GALL, 2014). Pyretroidy totiž k ochraně řepky proti blýskáčku slouží již přes 20 let (STARÁ a KOCOUREK, 2011). V roce 2014 byla rezistence blýskáčka řepkového prokázána na celém území České republiky a proto se využívání pyretroidů stává pomalu neúčinnou (KAZDA, 2015). Od roku 2008 se rezistencí blýskáčků v České republice i na Slovensku zabývá IRAC (Insecticide Resistance Action Committee) a vydává metodiky i pro jiné škůdce. IRAC zjišťuje stoupající rezistenci blýskáčků v jednotlivých letech. Sledování probíhá pomocí lahvičkového testu – IRAC Susceptibility test method a probíhá především na účinnou látku lambda-cyhalothrin. Právě díky IRAC byla zjištěna výše zmíněná rezistence v roce 2008 na Opavsku. Podíl rezistentních populací blýskáčka v České republice je od roku 2012 nad 80 % a vysoce rezistentních od 27 do 89 % (KOCOUREK a STARÁ, 2016).

Vývoj rezistence v ČR lze srovnat s okolními státy a zeměmi směrem na západ. Konečné hodnoty rezistence vůči účinné látce lambda-cyhalotrin jsou srovnatelné s Německem. Zde byla rezistence poprvé zjištěna v roce 2003 a od té doby také stále stoupá (KOCOUREK a STARÁ, 2016). Také v Chorvatsku zaznamenali rezistenci vůči uvedené účinné látce (ČULJAK a MATEJAŠ, 2016). V roce 2000 byla rezistence zaznamenána i ve Švédsku a Švýcarsku (MAKÚNAS et al., 2011). Později v roce 2001 se prokázala i v Dánsku, kde je blýskáček řepkový jeden z nejvýznamnějších škůdců. Testovali 18 populací blýskáčka z porostů ozimé i jarní řepky. Dospěli k výsledku 99% rezistence ke standardním dávkám některých pyretroidů (HANSEN, 2003). Prokázaná rezistence byla i v Litvě v roce 2010 (MAKÚNAS et al., 2011). Rezistence se objevila i v Polsku a to na všechny aplikované chemické skupiny insekticidů (WEGOREK a ZAMOYSKA, 2008). Poláci byli také první informátoři ohledně různorodé citlivosti blýskáčka vůči organofosfátům (WEGOREK, 2005).

Rychlé šíření rezistence blýskáčků vůči syntetickým pyretroidům je velmi nepříjemnou komplikací. Vzniku rezistence k účinným látkám lze jen těžko dlouhodobě zabránit, ovšem lze tento proces zpomalit uváženým používáním a střídáním insekticidů. Právě jejich nadměrné užívání podporuje vznik a rozvoj rezistence (HAVEL a SEIDENGLANZ, 2012). U pyretroidů byl vyhodnocován vztah jejich účinných látek mezi sebou a přišlo se na určitou korelaci mezi účinky deltamethrinu, lambda-cyhalothrinu a cypermethrinu (STARÁ a KOCOUREK, 2011). U těchto látek bylo zjištěno, že jde o metabolicky podmíněnou rezistenci, která je založena na degradaci pesticidu pomocí zvýšené aktivity detoxikačních enzymů (KOCOUREK a STARÁ, 2016). Naopak korelace mezi deltamethrinem a etofenproxem zjištěna nebyla, což vede k tomu, že etofenprox lze použít při střídání s ester. pyretroidy. Tento poznatek je důležitý k volbě antirezistentní strategie (STARÁ a KOCOUREK, 2011).

Rezistence, která je příčinou ekonomických ztrát a kde je riziko takových ztrát vysoké, byla v ČR prokázána pro blýskáčka řepkového, krytonosce šešulového, mšici chmelovou, mandelinku bramborovou, obaleče jablečného a meru skvrnitou (GALL, 2014).

Antirezistentní strategie

Antirezistentní strategií je v podstatě antirezistentní chování pěstitele, které vede ke snížení dopadů souvisejících s již vytvořenou či vznikající rezistencí (KOLEKTIV AUTORŮ, 2011).

Již před prvním ošetřením je vhodné v rámci antirezistentní strategie zvážit, který přípravek nebo skupinu insekticidů proti blýskáčku použijeme (KAZDA, 2015). Při volbě přípravku je důležité se řídit těmito dvěma faktory:

- Zda se zasahovalo proti stonkovým krytonoscům a co bylo použito
- Zda jde o ohroženou oblast s rezistencí vůči pyretroidům

STARÁ a KOCOUREK (2011) uvádějí, že významné je dodržování zásad integrované ochrany rostlin, které jsou vymezeny v Příloze III. směrnice 128/ES. Kladou důraz také na zásadu používání jednotlivých pyretroidů pouze dvakrát za celé jarní období, a to zejména v ochraně proti šešulovým škůdcům, bejlomorci zelné a krytonosci šešulovému. Součástí antirezistentní strategie by měla být preference neonikotinoidů. KOCOUREK a STARÁ (2016) uvádějí, že je třeba pro zabránění vzniku rezistence dbát těchto zásad antirezistentní strategie:

1. Střídat přípravky s různým mechanismem účinku a přípravky z různých skupin.
2. Přizpůsobit aplikaci teplotním podmínkám (při ošetření pyretroidy při teplotách pod 20 °C, u organofosfátů nad 15 °C).
3. Doporučenou dávku přípravku nesnižovat.
4. Nemíchat přípravky, které mají stejný mechanismus účinku.
5. V období plného květu se doporučují používat neonikotinoidy.

Velké nebezpečí nastává, pokud se ochrana provádí, i když škůdce v porostu není přítomen. Dobré je neaplikovat insekticidy dřív, než dosáhne výskyt blýskáček ekonomického prahu škodlivosti (KOLEKTIV AUTORŮ, 2011). Tento stav velmi snadno nastane, jelikož agronom je velmi zaneprázdněný člověk, tlak vedení podniku a nejlepších ekonomických výsledků je neúprosný. Pěstitel snadno použije něco, co mu zbylo z minulého ošetření řepky a nezodpovědné chování dealerů pesticidů zastávajících zásadu „kupujte a ošetřujte, čím víc, tím líp“ jen přispěje do ohníčku tomuto použití. Nebezpečí je pak opravdu vysoké, protože na blýskáčky pak nebude účinné vůbec nic a nejde se spoléhat na vývoj nových účinných látek. Proto monitoring a zásah ve správnou dobu je tou první a důležitou antirezistentní strategií (HAVEL, 2016). Nejspolehlivější je prozatím počítání brouků na květenstvích (KOLEKTIV AUTORŮ, 2011). Součástí monitoringu by ale také mělo být sledování výskytu přirozených nepřátel a užitečných druhů na ošetřované ploše. Po aplikaci je třeba také v porostu neustále kontrolovat stav populace škodlivého hmyzu a sledovat účinnost zvoleného opatření (PROKOP, 2012).

3.4 Pesticidy

Pesticidy jsou látky, které slouží k hubení škodlivých činitelů (VEČEŘA, 1964). Jedná se o látky jednoduché nebo kombinované. Jejich použití se provádí v mnoha směrech a to v zemědělství, veterinářství, v různých průmyslových odvětvích a také v domácnostech k hubení dotíravého hmyzu (NIKOROW a kol., 1983). Základní vlastností pesticidů je jejich dobrá účinnost a rychlost účinku. Významné jsou fyzikální vlastnosti účinných látek, jelikož od nich se odvíjí forma, v jaké se prostředky vyrábějí i aplikují. Záleží na skupenství, rozpustnosti, bodu tuhnutí a varu, tenzi par a viskozitě. Důležitá je také jejich stabilita, neboť jsou ovlivňovány mnoha činiteli z vnějšího prostředí. Posuzuje se také jejich bezpečnost pro lidi, užitková zvířata a užitečný hmyz, zejména včely a také pro ošetřované rostliny (VEČEŘA, 1964). Dělí se především na přípravky na ochranu rostlin (POR) a biocidy používané především v domácnostech (PROKOP, 2017, ústní sdělení)

Škodlivý účinek pesticidů se vyjadřuje toxicitou. Toxicita může způsobit akutní, subakutní a chronickou otravu. Každý organismus je jinak citlivý a jinak odolný vůči těmto přípravkům, proto po překročení hranice tolerance může dojít ke smrti (NIKONOROW a kol., 1983).

Způsob použití pesticidních látek je v nemnoha případech ve formě účinných substancí. Některé bez předcházející úpravy například fumigantní látky (VEČEŘA, 1964). Nová možnost použití pesticidů je dnes v ekologickém zemědělství. Jedná se o využití botanických pesticidů, což jsou přípravky na bázi extraktů z rostlin. Aplikace botanických pesticidů může hrát významnou roli při zamezení rezistentních populací škůdců. Navíc různý mechanismus účinku botanických pesticidů aktivně zabraňuje vzniku rezistentních populací (PAVELA, 2013).

Formy aplikace pesticidů:

- Vodné roztoky – emulgovatelné koncentráty, které s vodou tvoří stabilní emulzi
 - rozpustné koncentráty, které obsahují látky snadno rozpustné ve vodě nebo v jiném vhodném rozpouštědle
 - suspenzní koncentráty, které mají účinnou látku na pevném nosiči

(PROKOP, 2017, ústní sdělení)

- Popraše – látky dobře přilnavé k rostlinám, nerozpustné ve vodě
- Práškové přípravky – velmi jemně mleté účinné látky
- Granulovaná forma
- Aerosolové přípravky – po otevření je připraven dispergován ve formě jemných kapének nebo částic
- Roztoky pesticidů v organických rozpouštědlech
- Návnady – účinná látka smíchaná s potravou, nebo jinou atraktivní látkou, kterou škodlivý organismus vyhledává

(VEČEŘA, 1964).

Dělení pesticidů podle biologického účinku:

- Zoocidy – přípravky k hubení živočišných škůdců, ke kterým řadíme:
 - a) Insekticidy sloužící k hubení hmyzu
 - b) Rodenticidy používané k hubení hlodavců
 - c) Moluskocidy k hubení slimáků
 - d) Nematocidy používané k ničení červů
 - e) Larvicidy sloužící k ničení larev
 - f) Aficidy používané k ničení mšic
 - g) Akaricidy sloužící k hubení roztočů
 - h) Ovicidy používané k hubení vajíček hmyzu a roztočů
- Fungicidy – prostředky na hubení hub
- Herbicidy – přípravky k hubení plevelů
- Růstové regulátory – přípravky stimulující nebo inhibující růst rostlin, kam patří:
 - a) Defolianty způsobující odlistění rostlin
 - b) Desikanty sloužící k vysušování nadzemních částí rostlin před sklizní
 - c) Defloranty používané proti nadměrnému počtu květů
- Atraktanty – vnařidla
- Repelenty – odpuzovadla

(NIKONOROW a kol., 1983).

Při používání pesticidů je nutné dodržovat ochranné vzdálenosti. Tyto vzdálenosti specifikuje směrnice Evropské rady a parlamentu pod číslem 2009/128/ES. Zahrnuje omezování kontaminaci vodních zdrojů a dalších necílových organismů a ploch při aplikaci přípravků. Existují také protiúletová opatření, která napomáhají dodržování zásad pro minimalizaci rizik, poškození zdraví a životního prostředí. Dnes je k dispozici moderní aplikační technika, která nabízí mnoho možností pro omezování nežádoucích úletů aplikované kapaliny. Při jejich používání je třeba dbát na povětrnostní podmínky a dodržovat stanovené pracovní režimy strojů (pracovní tlak, vhodné trysky, pracovní rychlost apod.) (HARAŠTA, 2011).

3.4.1 Insekticidy

Insekticidy jsou chemické látky organického nebo anorganického původu. Jsou to látky, které hubí hmyz. Dle ZBIROVSKÉHO a MYŠKY (1957) se insekticidní látky podle způsobu jakým vnikají do těla, dělí:

- Požerové – do těla vnikají přes trávicí trakt
- Vdechovací – do těla vnikají vdechnutím
- Kontaktní – pronikají povrchem těla

Podle způsobu fyziologického účinku se dělí:

- Fyzikální – k úhynu dojde mechanickým účinkem (Dle HRUDOVÉ a kol., 2016 se také nazývají mechanické insekticidy a jejich hlavní složkou jsou sloučeniny křemíku)
- Respirační – mají vliv na respirační systém
- Protoplasmové – způsobují rozpad buněk
- Nervové – působí na nervový systém

ROSICKÝ a WESER (1951) rozdělují insekticidy dle typu:

- Insekticidy rostlinného původu
- Insekticidy anorganického původu
- Insekticidní plyny a fumigantní látky
- Minerální a dehtové oleje, mýdla
- Organická barviva
- Chlorované aromatické uhlovodíky

- Insekticidní organické sloučeniny fosforu
- Insekticidy odlišné chemické skladby

Insekticidy vztahující se k blýskáčku řepkovému jsou registrované v registru přípravků a není jich málo. Jsou to především pyretroidy, neonikotinoidy, organofosfáty a nově i oxadiaziny a triaziny (KAZDA, 2015).

PYRETROIDY

Pyretroidy jsou důležitou skupinou odvozenou od přírodních insekticidů. Jejich název je odvozen od směsi látek obsažených v sušených květech kopretiny *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Trev.) a nazývají se pyretriny. Samotným sušeným květům se říká pyretrum. Směs pyretrinů obsahuje 4 různé insekticidy, které jsou si ale velmi blízké. Chemicky se jedná o estery alkoholů pyretrolonu a cinerolonu. Na základě pyretrinu byly již v roce 1970 vytvořeny syntetické pyretroidy vykazující nejen vysokou účinnost ale také šetrnost k životnímu prostředí a nízkou cenu (MAKÚNAS et al., 2011). V 80. letech se tyto účinné látky staly nejpoužívanějším typem insekticidů (Hrudová a kol., 2016).

Dle chemické struktury se pyretroidy dělí na skupiny z hlediska vazby jejich molekuly takto:

- a) Skupina účinných látek s esterickou vazbou v molekule a s navázanou α -cyano skupinou (právě tato skupina je nejvíce ohrožená rezistencí blýskáček, protože sem patří nejvíce využívané pyretroidy).
- b) Skupina účinných látek s esterickou vazbou v molekule bez navázané α -cyano skupiny (řadí se sem účinné látky bifenthrin a permethrin).
- c) Skupina účinných látek neesterickou vazbou s navázanou α -cyano skupinou (do této skupiny patří účinná látka fluvalinate).
- d) Skupina účinných látek neesterické vazby bez navázané α -cyano skupiny (sem řadíme účinnou látku etofenprox).

(KOLEKTIV AUTORŮ, 2011)

Skupenství pyretrinů a jejich směsí je olejovité. V čistém stavu mají slabě žlutou barvu a jsou to kapaliny nerozpustné ve vodě. Na vzduchu a na světle jsou nestabilní (VEČEŘA, 1964). Snadno se rozkládají také působením tepla a vlhkosti. Správným skladováním pyretra lze snížit nebezpečí ztráty účinku (ROSICKÝ a WEISER, 1951).

Pro teplokrevné živočichy jsou pyretriny nejedovaté, ovšem za předpokladu jejich podání per os. Toxické účinky mají při aplikaci do krevního oběhu, neboť působí na

míchu. Pyretrin tedy působí jako nervový jed, u hmyzu působí neuromuskulárně. Při vniknutí pyretrinu do těla hmyzu trachejemi dojde nejdříve k vyvrhnutí potravy, pak zvýšenému vyměšování trusu a po té k paralýze, která postupuje od předních noh k zadním. S paralýzou je spojena také destrukce buněk. Při postřiku je účinek pyretrinu velmi rychlý (ROSICKÝ a WEISER, 1951). Jak uvádí VEČEŘA (1964) je charakteristickým a nejcennějším znakem účinnosti pyretrinů téměř okamžitý účinek (tzv. „knock-down“ efekt). Jejich nevýhodou je krátký reziduální účinek. Účinnost pyretrinů na hmyz lze zvýšit přidavkem synergických látek. Jsou to látky, které samy o sobě nejsou příliš účinné, ale mohou se snadno kombinovat.

NEONIKOTINOIDY

Neonikotinoidy patří do skupiny přírodních insekticidů. Hlavní a důležitou složkou je v nich nikotin. Jeho insekticidní účinnost je známá již po dvě století (VEČEŘA, 1964). ZBIROVSKÝ a MYŠKA (1957) uvádějí, že nikotin byl poprvé použit v roce 1763 v Anglii. ROSICKÝ a WEISER (1951) jeho první užití datují již v roce 1690 jako extrakt proti plošticím.

Jedná se o alkaloid. Alkaloid nikotin se získává z rostlin rodu *Nicotiana* (čeleď Solanaceae). Z těch rostlin, které jsou horší svými kvalitami pro kouření, ale zato obsahují více nikotinového alkaloidu. Z insekticidního hlediska jsou významné ještě dva alkaloidy: nornicotin a anabasin, kteří jsou v listech tabáku taktéž obsažené (ROSICKÝ a WEISER, 1951).

Nikotin je rozpustný ve vodě a řadě organických rozpouštědel (VEČEŘA, 1964). Je prudce jedovatý pro savce jak při jeho vdechování, tak i kontaktem s pokožkou. Jedná se o nervový jed, počáteční efekt jeho působení je stimulační, rychle následovaný depresí. Nikotin se tedy považuje za kontaktní insekticid s významnými fumigantními vlastnostmi a kromě toho působí také jako požerový insekticid (ZBIROVSKÝ a MYŠKA, 1957). Nikotin nejlépe působí na savé škůdce, především na mšice. Stačí malé aplikační dávky (pod 1kg/ha). Má ovšem krátkou reziduální účinnost (nejdéle tři dny) z důvodu velké těkavosti. Postřiky se proto doporučují provádět bez slunečního svitu, nejlépe navečer (VEČEŘA, 1964).

ORGANOFOSFÁTY

Výzkum anorganických meziproduktů chloridu fosforitého a sírníku fosforečného díky jejich snadné chemické reaktivitě, umožnil syntetizovat velký počet sloučenin, ze kterých byly vybrány do výroby insekticidy s nejrůznějšími vlastnostmi (VEČEŘA, 1964).

První organofosfát byl vyroben v roce 1939 panem Schraderem, když testoval derivát kyseliny pyrofosforečné tetraethylpyrofosfát (TEPP) a (HETP) hexaethyltetrafosfát (ZBIROVSKÝ a MYŠKA, 1957).

HETP je olejovitá, žlutavě hnědá tekutina. Za pokojové teploty a nezředěná je stabilní, ovšem v běžném počasí venku, stačí jen vzdušná vlhkost, se rychle hydrolyzuje a tvoří nejedovaté sloučeniny, tudíž její reziduální účinek netrvá moc dlouho, a proto se musí připravovat bezprostředně před použitím. HETP je velmi toxická pro hmyz ale i pro teplokrevné živočichy. Otrava může nastat per os i přes kontakt s kůží. Uplatňuje se proti všemu savému hmyzu, ale i proti kousavému hmyzu (ROSICKÝ a WEISER, 1951).

TEPP je hlavní toxickou látkou HETP. Je také olejovité substance žlutohnědé barvy. Má ostrý zápach. Toxicita TEPP se udává vyšší než je u HETP (ROSICKÝ a WEISER, 1951).

Jejich fyziologická účinnost spočívá v inhibici enzymu, který je nositelem nervových popudů nervového systému, čímž dojde k udržování podráždění nervových vláken svalů a hmyz nakonec uhynie. Působení je podobné i na savce (VEČEŘA, 1964).

4. Materiál a metodika

Prvním bodem praktické části byl výběr lokalit, kde je zasetá řepka či hořčice a kde lze blýskáčky z porostů odebírat. Sběr proto probíhal po Jižní Moravě, především v blízkosti mého bydliště.

1. SBĚR IMAG

Sběr probíhal na poli v porostu kvetoucí řepky či hořčice. Brouci byli sklepáváni do mikrotenových sáčků, které byly opatřeny květenstvím řepky a ubrouskem, aby se měli na čem živit a neutopili se díky kondenzaci vody a vydrželi transport do laboratoře. Z jednoho porostu bylo odebráno minimálně 500 jedinců, aby byl dostatečný počet pro testování. Sáček s brouky se následně řádně označil místem odběru, datem a časem sběru a plodinou, ze které byli brouci odebíráni. Sáček bylo třeba pečlivě uzavřít gumičkou, aby brouci neutekli, ale zároveň tak, aby měli co nejvíce vzduchu. Poté se brouci dopravili do laboratoře, kde bylo třeba nejlépe ihned začít testování nebo uskladnit v chladničce (10-15 °C) nejvýše do druhého dne. Při přepravě se dbalo o co nejmenší stresové podmínky pro brouky, aby nedošlo k přehřátí brouků či aby nedošlo k nějakému jejich poškození.

2. LABORATORNÍ HODNOCENÍ

Testování se provádělo na základě metodiky dle IRAC lahvičkový test (*adult-vial-test*), který je určen pro pyretridy (Metoda č. 011, verze 3, č. 021 a č. 025; originál verze na: <http://www.ircac-online.org>). Brouci byli testováni na 5 účinných látek:

- Lambda-cyhalotrin
- Cypermetrin
- Tau-fluvalinate
- Biscaya
- Chlorpyrifos-ethyl

Práce probíhá s analytickými vzorky čisté účinné látky, které se aplikují ve velmi nízkých koncentracích do skleněných lahviček pomocí dávkovacích pipet. Každá látka byla rozpuštěna v acetonu, namíchána v určité dávce a po 1 ml pipetována do lahviček. Každá lahvička byla před aplikací řádně označena číslem dávky a jménem jednotlivé látky viz obr. 1

Obr. 1



Nachystané lahvičky pro aplikaci účinné látky (foto Šafaříková, 2017)

Účinné látky byly aplikovány v těchto dávkách:

- | | |
|----------------|--|
| 1) 0 % dávka | 0 $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$ (kontrola, použit byl aceton bez účinné látky) |
| 2) 4 % dávka | 0,003 $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$ |
| 3) 20 % dávka | 0,015 $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$ |
| 4) 100 % dávka | 0,075 $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$ |
| 5) 500 % dávka | 0,375 $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^2$ |

Po aplikaci se otevřené lahvičky naskládaly na rolovací pás viz obr. 2, aby účinná látka pokryla vnitřní stěny lahviček rovnoměrně. Obsažený aceton v dávkách se vypařil a na vnitřních stěnách tedy zůstala pouze účinná látka. Připraveno pro každé hodnocení bylo 15 v případě lambda-cyhalotrinu 18 lahviček (3 x kontrola bez účinné látky, 3 x 4% dávka, 3 x 20% dávka, 3 x 100% dávka, 3 x 500% dávka a v případě lambda-cyhalotrinu 3 x 1500% dávka). Lahvičky se na roleru nechaly do zaschnutí látky, což trvalo hodinu až dvě v závislosti na vzdušné vlhkosti. Lahvičky se pak uschovaly do mikrotenových pytlíků a uskladnily do chladničky, kde mohly být skladovány po dobu až dvou týdnů (opět dle účinné látky).

Obr. 2



Lahvičky naskládané na rolleru (foto Šafaříková, 2017)

3. VLASTNÍ HODNOCENÍ

Testování brouků probíhalo ve specializované laboratoři MENDELU. Brouci se vkládali pomocí exhaustoru do připravených lahviček vždy 10 zdravých jedinců do jedné lahvičky viz obr. 3. Jak na jednotlivé látky reagují bylo hodnoceno po 24 hodinách a brouci se zařazovali do 3 kategorií rezistence.

- První kategorie – *aktivní a živí jedinci* – velmi lehce postižení jedinci, nebo vůbec nepostižení, kteří by byli ještě schopni způsobit poškození
- Druhá kategorie – *křečovití jedinci* – jedinci neschopní koordinovaného pohybu, jedinci v křeči a těžce postižení
- Třetí kategorie – *Mrtví jedinci* – jedinci nejevící žádné známky života

Hodnocení probíhalo pomocí papíru s kruhem o průměru 15 cm viz obr. 4 a jakmile jedinec překročil kruhovou hranici, bylo zřejmé, že jde o aktivního brouka. Počty zařazených jedinců se řádně zaznamenávali do archu k tomuto účelu určeného.

Obr. 3



Imaga v lahvičkách s účinnou látkou (foto Šafaříková, 2017)

Obr. 4



Brouci v hodnotícím kruhu (foto Šafaříková, 2017)

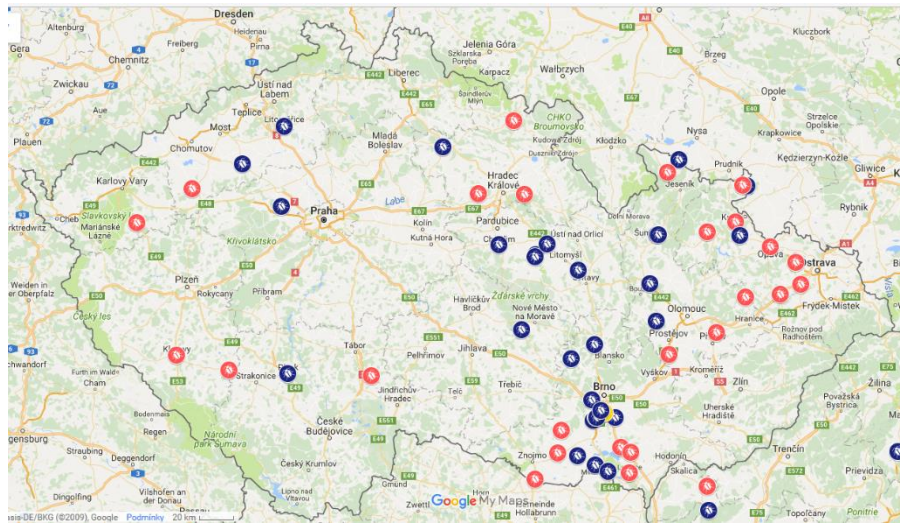
5. Výsledky

Výsledky testování citlivosti blýskáčků k insekticidům, resp. jejich účinným látkám uvádím v tabulkách 1-6 a graficky v mapách. Mapy zobrazují geografické rozložení populací blýskáčků a jejich zjištěná citlivost je zde vyjádřena grafickými symboly odpovídajícími místu odběru vzorku populace a její citlivosti. Citlivost je uvedena jako stupeň rezistence (dle IRAC, *Insecticide Resistance Action Committee*). Zelená odpovídá stupni 1 – vysoce citliví, žlutá odpovídá stupni 2 – citliví, světle modrá je stupeň 3 – středně rezistentní populace, tmavě modrá odpovídá stupni 4 – rezistentní populace a červená odpovídá stupni 5 – vysoce rezistentní populace. Statistické zpracování výsledků, vč. laboratorní maximální účinné dávky pro jednotlivé látky uvádím v grafech 1-5.

Tab. 1 Výsledky testování citlivosti populací blýskáčků k účinné látce lambda-cyhalotrin v roce 2016.

Číslo sběru	Lokalita	Kontaktní laboratorní účinnost max. registr. dávky 7,5 g/ha (%)	Kontaktní laboratorní účinnost dávky 1,5 g/ha (%)	Stupeň rezistence dle IRAC	LD ₅₀	LD ₉₀	Resist. ratio (min. LD ₉₀ 2009 - 2016)
17	Troubsko (BO)	53.33	23.33	4	4,00	37,48	62.47
18	Litobratřice (ZN)	60.00	33.33	4	3,77	32,88	54.80
21	Oleksovice (ZN)	40.00	13.33	5	8,87	84,15	140.25
23	Dobelice (ZN)	33.33	0.00	5	13,4	46,98	78.30
24	Lednice (BV)	23.33	3.33	5	8,74	44,17	73.62
25	Syrovice (BO)	100.00	60.00	2	0,79	3,80	6.33
26	Mikulov (BV)	80.00	40.00	4	2,82	15,80	26.33
27	Chvalovice (ZN)	40.00	6.67	5	12,13	122,07	203.45
28	Hustopeče (BV)	40.00	33.33	5	5,45	35,81	59.68
60	Želešice (BI)	53.33	30.00	4	2,62	19,06	31.77
62	Bratčice (BI)	60.00	36.67	4	2,48	22,71	37.85
63	Měnín (BI)	66.67	63.33	4	0,95	19,57	32.62
64	Velké Pavlovice (BV)	30.00	10.00	5	7,29	41,46	69.10
68	Lysice (BK)	53.33	30.00	4	3,42	31,33	52.22
70	Kaly (BI)	76.67	36.67	4	2,26	25,35	42.25
72	Popovice u Rajhradu 1 (BI)	100.00	70.00	2	0,79	3,13	5.22
73	Popovice u Rajhradu 2 (BI)	100.00	73.33	2	1,05	2,70	4.50

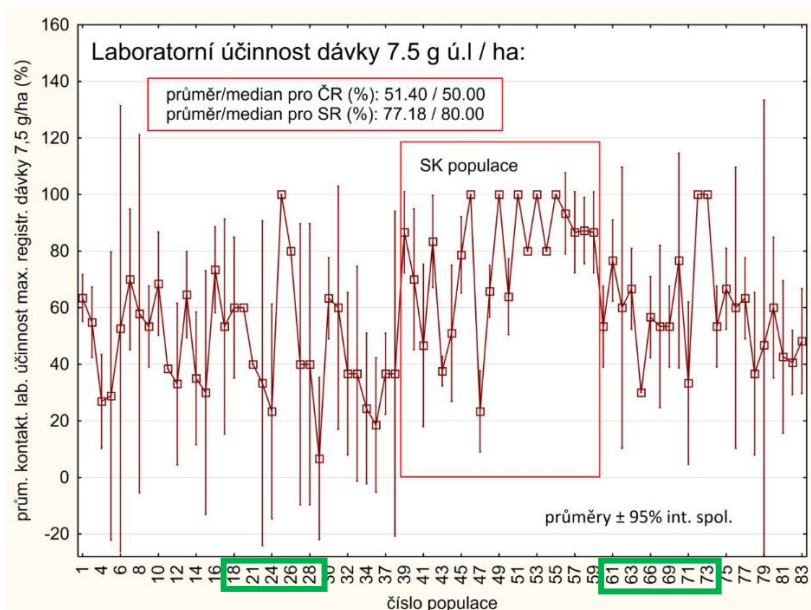
Mapa č. 1



Mapa výsledků testování citlivosti blýskáčků na lambda-cyhalothrin v roce 2016 (agrez.cz, 2017).

Do tabulky je zařazeno 17 lokalit spadajících do Jihomoravského kraje. V tabulce jsou barevně rozlišeny citlivé populace, které jsou pouze 3, ostatní se řadí do rezistentní či vysoce rezistentní populace. Dále jsou barevně rozlišeny nejmenší (žluté) a největší (červené) hodnoty LD₅₀ a LD₉₀ (letální dávky). V řadě případů byla hranice těchto letálních dávek výrazně překročena při použití maximální registrované dávky, což znamená, že touto dávkou nebylo usmrceno 100 % testovaných brouků. Na mapě lze vidět 56 populací blýskáčka rozmístěných po celé České republice, které byly v roce 2016 hodnoceny. Jedinný žlutý symbol, který mapa zobrazuje, jsou právě 3 lokality zeleně označené v tabulce. Jsou zobrazeny jedním symbolem, jelikož tyto lokality leží blízko u sebe. Mapa zobrazuje především rezistentní a vysoce rezistentní populace blýskáčků a to zvláště na východu České republiky.

Graf č. 1 Jednotlivé lokality jsou označeny číslem populace. Lokality jižní Moravy jsou označené zelenými rámečky.

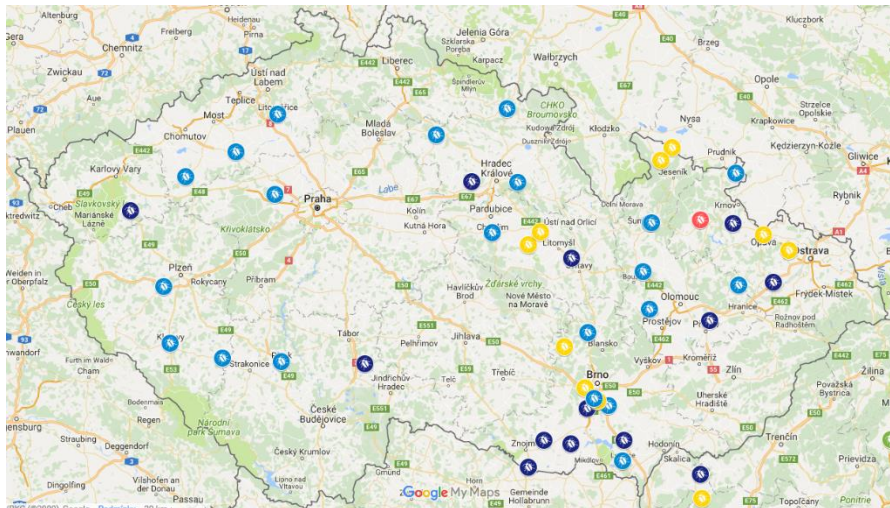


Graf laboratorní účinnosti jednotlivých dávek účinné látky lambda-cyhalotrin (agrez.cz, 2017).

Tab. 2 Výsledky testování citlivosti populací blýskáčků k účinné látce cypermetrin v roce 2016.

Číslo sběru	Lokalita	Kontaktaktní lab. účinnost registr. dávky 25 g ú.l./ha dle Abbotta (%)	Kontaktaktní lab. účinnost dávky 5 g ú.l./ha dle Abbotta (%)	Stupeň rezistence dle IRAC	LD ₅₀	LD ₉₀	Resist. ratio (min. LD ₉₀ 2012-2016)
17	Troubsko (BO)	100.00	70.00	2	4,05	11,65	4.40
18	Litobratřice (ZN)	80.00	40.00	4	8,76	41,08	15.53
19	Prosiměřice (ZN)	76.67	33.33	4	9,16	35,78	13.53
24	Lednice (BV)	93.33	80.00	3	2,62	13,18	4.98
27	Chvalovice (ZN)	80.00	60.00	4	3,98	34,76	13.14
60	Želešice (BI)	96.67	50.00	3	3,42	19,07	7.21
63	Měnín (BI)	93.33	73.33	3	2,14	14,79	5.59
64	Velké Pavlovice (BV)	66.67	26.67	4	8,97	76,78	29.03
65	Bratčice (BI)	83.33	56.67	4	3,16	34,31	12.97
68	Lysice (BK)	96.97	73.33	3	1,80	9,20	3.48
70	Kaly (BI)	100.00	83.33	2	1,09	5,39	2.04
72	Popovice u Rajhradu 1 (BI)	100.00	100.00	1	1,76	4,29	1.62
73	Popovice u Rajhradu 2 (BI)	100.00	96.97	2	0,72	2,90	1.10

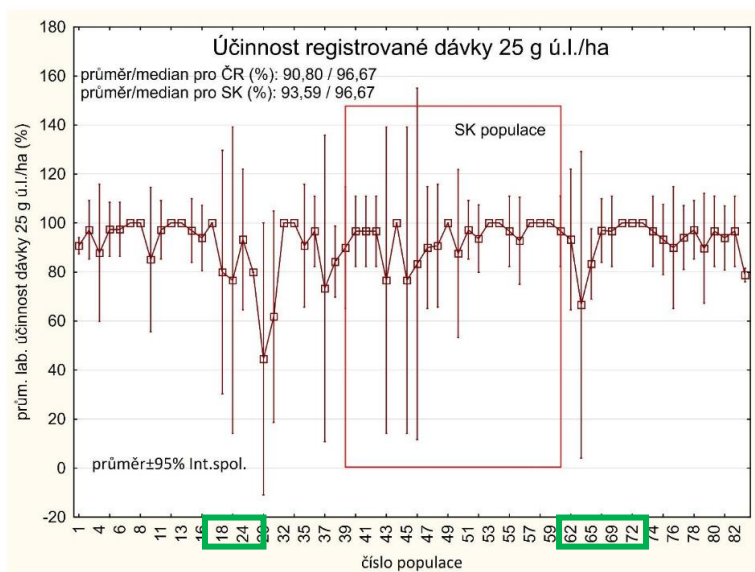
Mapa č. 2



Mapa výsledků testování citlivosti blýskáček na cypermetrin v roce 2016 (agrez.cz, 2017).

Do tabulky je zařazeno 13 lokalit, které spadají pod Jihomoravský kraj. V tabulce jsou opět barevně vyobrazeny nejnižší (žlutě) a nejvyšší (červeně) hodnoty letálních dávek LD₅₀ a LD₉₀. Zeleně označeny v tabulce citlivé populace blýskáček. Jedná se tedy o čtyři lokality pro Jihomoravský kraj. V mapce ale lze vidět citlivých populací blýskáčka mnohem víc a to především na východní části České republiky. Mapa zobrazuje celkem 45 lokalit, kde se rezistence hodnotila. Z mapy vyplývá, že většina lokalit je středně rezistentních, pouze jedna vysoce, což je v porovnání s účinnou látkou lambda-cyhalotrin mnohem lepší situace.

Graf č. 2 Jednotlivé lokality jsou označeny číslem populace. Lokality patřící do Jihomoravského kraje jsou označené zelenými rámečky.

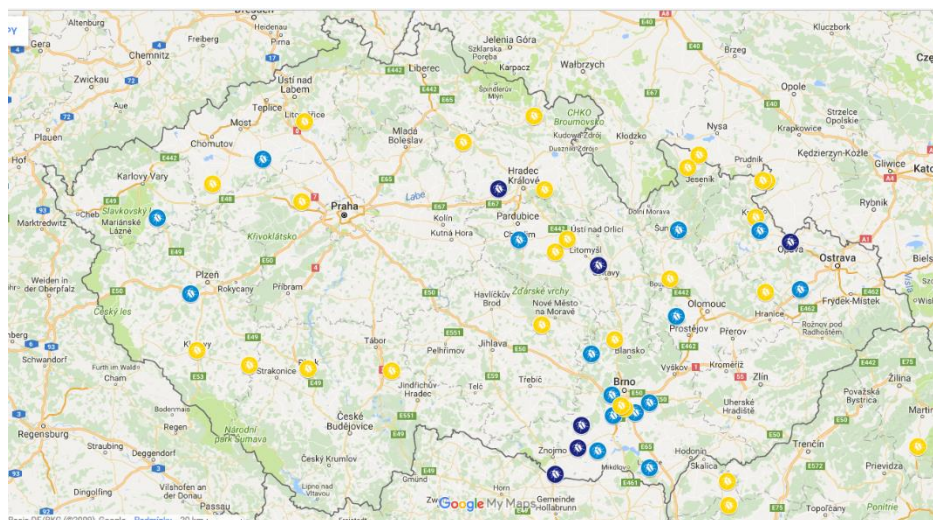


Graf laboratorní účinnosti jednotlivých dávek účinné látky cypermetrin u hodnocených populací blýskáčků (agrez.cz, 2017).

Tab. 3 Výsledky testování citlivosti populací blýskáčků k účinné látce tau-fluvalinate v roce 2016.

Číslo sběru	Lokalita	Kontaktaktní lab. účinnost registr. dávky 48 g a.i./ha (%)	Kontaktaktní lab. účinnost dávky 9,6 g a.i./ha (%)	Stupeň rezistence dle IRAC	LD ₅₀	LD ₉₀	Resist. ratio (min. LD ₉₀ 2012-2016)
17	Troubsko (BO)	96.67	50.00	3	2,41	13,69	8.78
18	Litobratřice (ZN)	96.67	73.33	3	6,85	20,03	12.84
21	Oleksovice (ZN)	56.67	20.00	4	3,27	32,55	20.87
23	Dobelice (ZN)	56.67	20.00	4	30,26	216,49	138.77
24	Lednice (BV)	96.67	46.67	3	6,87	39,00	25.00
27	Chvalovice (ZN)	66.67	46.67	4	17,53	91,17	58.44
60	Želešice (BI)	100.00	70.00	2	4,95	20,00	12.82
62	Bratčice (BI)	93.33	66.67	3	6,96	34,58	22.17
63	Měnín (BI)	96.67	56.67	3	5,13	33,43	21.43
68	Lysice (BK)	100.00	70.00	2	3,63	15,73	10.08
70	Kaly (BI)	93.33	86.67	3	2,21	19,88	12.74
72	Popovice u Rajhradu 1 (BI)	100.00	87.88	2	4,33	11,90	7.63

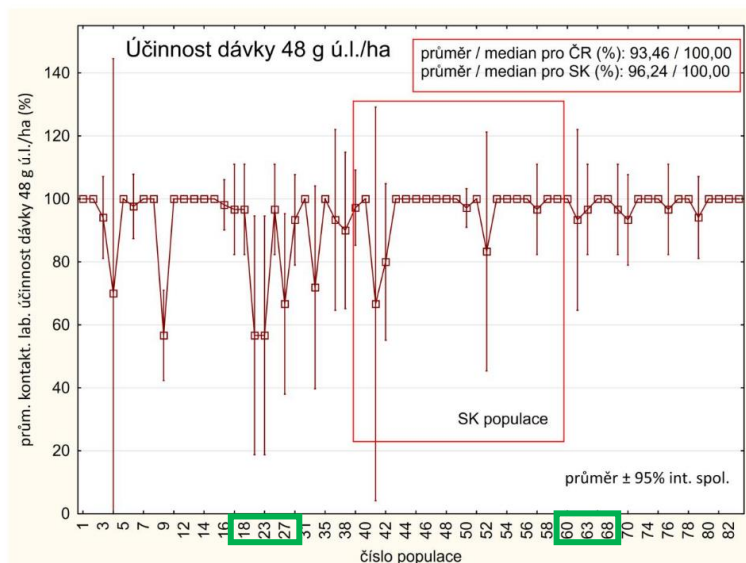
Mapa č. 3



Mapa výsledků testování citlivosti blýskáčků na tau-fulvalinate v roce 2016 (agrez.cz, 2017).

V tabulce je uvedeno 12 lokalit na jižní Moravě. V tabulce jsou zelenou barvou označeny citlivé populace. Žlutě jsou podbarveny nejnižší hodnoty LD₅₀ a červeně nejvyšší hodnoty LD₉₀. Mapa zobrazuje celou situaci v České republice. Údaje v tabulce se shodují s barevně vyznačenými políčky na mapě. Popovice u Rajhradu a Želešice, které jsou v tabulkách uvedeny jako citlivé populace, jsou v blízkosti Brna, kde lze symbol citlivé populace spatřit. Nebyly zjištěny vysoce rezistentní populace blýskáčků, které značí červené symboly. Zastoupení středně rezistentních a rezistentních populací je ale opět především na východě a jihu České republiky.

Graf č. 3 Jednotlivé lokality jsou označeny číslem populace. Lokality patřící do Jihomoravského kraje jsou označené zelenými rámečky.

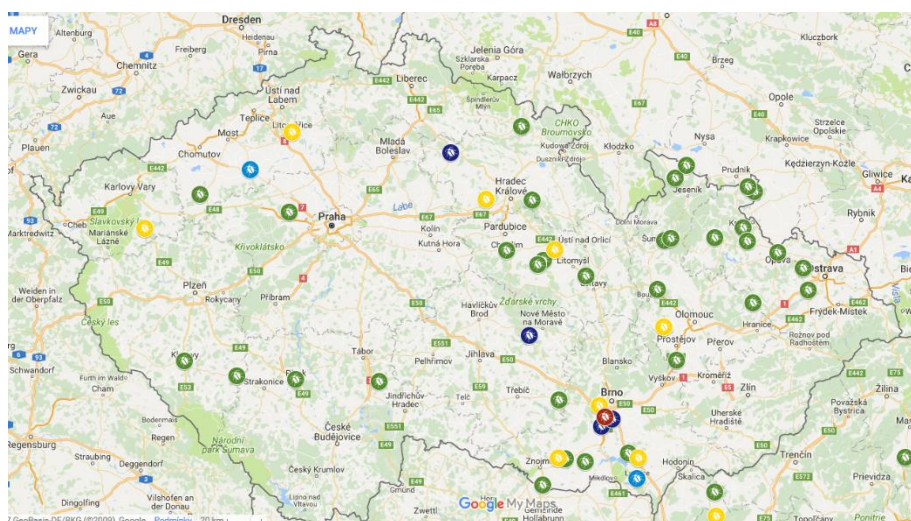


Graf laboratorní účinnosti jednotlivých dávek účinné látky tau-fluvalinate u hodnocených populací blýskáčků (agrez.cz, 2017).

Tab. 4 Výsledky testování citlivosti populací blýskáčků k účinné látce Biscaya v roce 2016.

Číslo sběru	Lokalita	Prům. kontakt. lab. účinnost dávky 72 g ú.l./ ha (%)	Stupeň rezistence dle IRAC	LD ₅₀	LD ₉₀	Resist. ratio (min. LD ₉₀ 2011-2016)
17	Troubsko (BO)	80.00	2	2,73	19,25	4.85
18	Litobratřice (ZN)	96.67	1	11,2	88,24	22.23
19	Prosiměřice (ZN)	83.33	2	4,97	88,24	4.80
21	Oleksovice (ZN)	93.33	1	13,71	65,37	16.47
24	Lednice (BV)	60.00	3	3,51	29,23	7.36
27	Chvalovice (ZN)	90.00	1	55,26	131,53	33.13
28	Hustopeče (BV)	100.00	1	5,37	67,29	16.95
60	Želešice (BI)	33.33	5	85,83	2765,83	696.68
64	Velké Pavlovice (BV)	76.67	2	34,52	158,76	39.99
73	Popovice u Rajhradu 2 (BI)	36.67	4	84,5	724,93	182.60

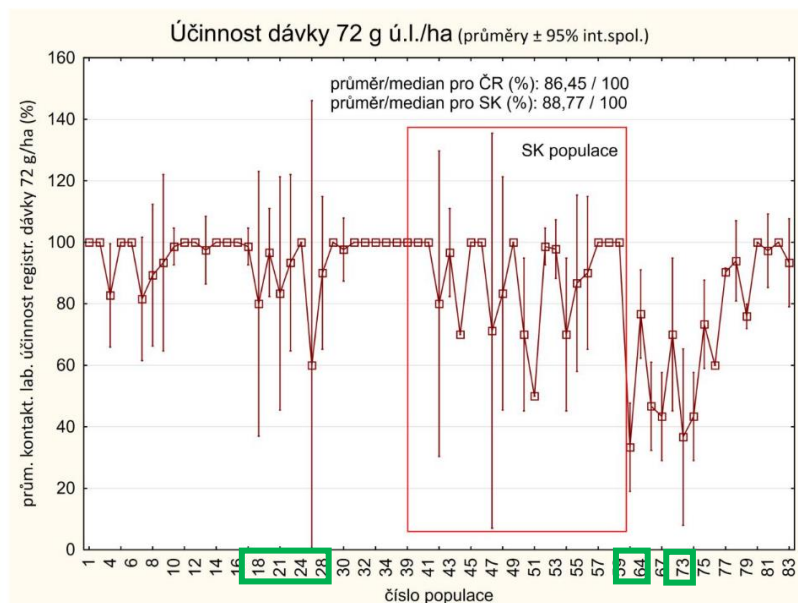
Mapa č. 4



Mapa výsledků testování citlivosti blýskáčků na účinnou látku biscaya v roce 2016 (agrez.cz, 2017).

V tabulce je uvedeno 10 lokalit, které byly hodnoceny na jižní Moravě. Tabulka byla opět barevně rozlišena. Zeleně jsou vyznačeny citlivé populace blýskáčků, kterých je na jižní Moravě většina. Žlutě jsou podbarveny nejnižší hodnoty LD₅₀ a červeně nejvyšší hodnoty LD₉₀. Mapa ukazuje pohled na celou Českou republiku, kde také převládá zelená barva, tudíž citlivé populace. V okolí Brna je možné spatřit jednu vysoce rezistentní populaci, což jsou Želešice, které jsou uvedeny v tabulce a mají i nejhorší hodnoty letálních dávek. Celkem mapa zobrazuje 46 testovaných populací v České republice.

Graf č. 4 Jednotlivé lokality, tedy čísla sběrů populací na jižní Moravě jsou vyznačeny v zeleném rámečku.



Graf laboratorní účinnosti jednotlivých dávek účinné látky biscaya u hodnocených populací blýskáčků (agrez.cz, 2017).

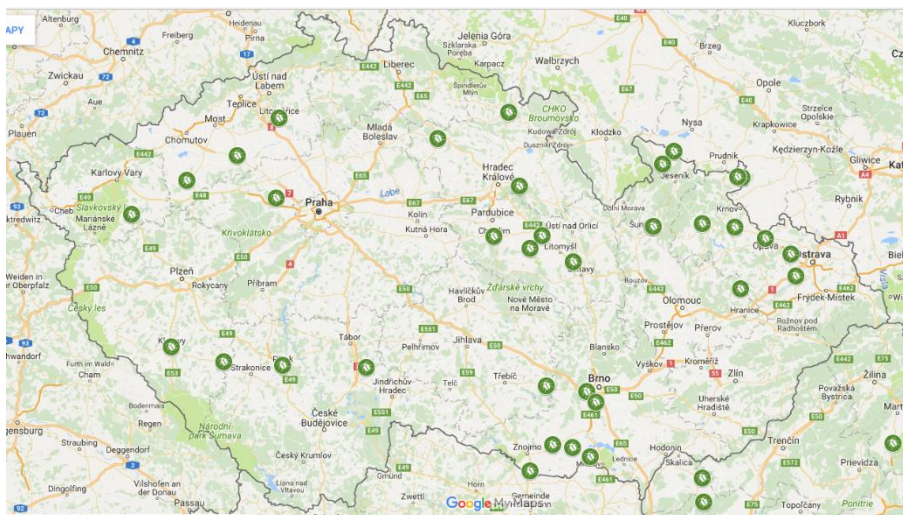
Tab. 5 Výsledky testování citlivosti populací blýskáčků k účinné látce chlorpyrifos-ethyl v roce 2016, pouze kontaktní laboratorní účinnosti jednotlivých dávek.

Číslo sběru	Lokalita	Kontakt. lab. účinnost dávky 0,3 g/ha (%)	Kontakt. lab. účinnost dávky 0,9 g/ha (%)	Kontakt. lab. účinnost dávky 2,9 g/ha (%)	Kontakt. lab. účinnost dávky 9,4 g/ha (%)	Kontakt. lab. účinnost dávky 30 g/ha (%)
17	Troubsko (BO)	53.33	60.00	100.00	100.00	100.00
18	Litobratřice (ZN)	66.67	100.00	100.00	100.00	100.00
20	Březí (BV)	70.00	100.00	100.00	100.00	100.00
21	Oleksovice (ZN)	73.33	100.00	100.00	100.00	100.00
27	Chvalovice (ZN)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
60	Želešice (BI)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Tab. 6 Výsledky testování letálních dávek a stupně rezistence populací blýskáčků k účinné látce chlorpyrifos-ethyl v roce 2016.

Číslo sběru	Lokalita	Stupeň rezistence dle IRAC	LD ₅₀	LD ₉₀	LD ₉₅
17	Troubsko (BO)	1	0.36	1.83	2.89
18	Litobratřice (ZN)	1	0.17	0.27	0.31
20	Břeží (BV)	1	0.22	0.45	0.56
21	Oleksovice (ZN)	1	0.22	0.44	0.54
27	Chvalovice (ZN)	1	0.16	0.27	0.31
60	Želešice (BI)	1	0.17	0.25	0.29

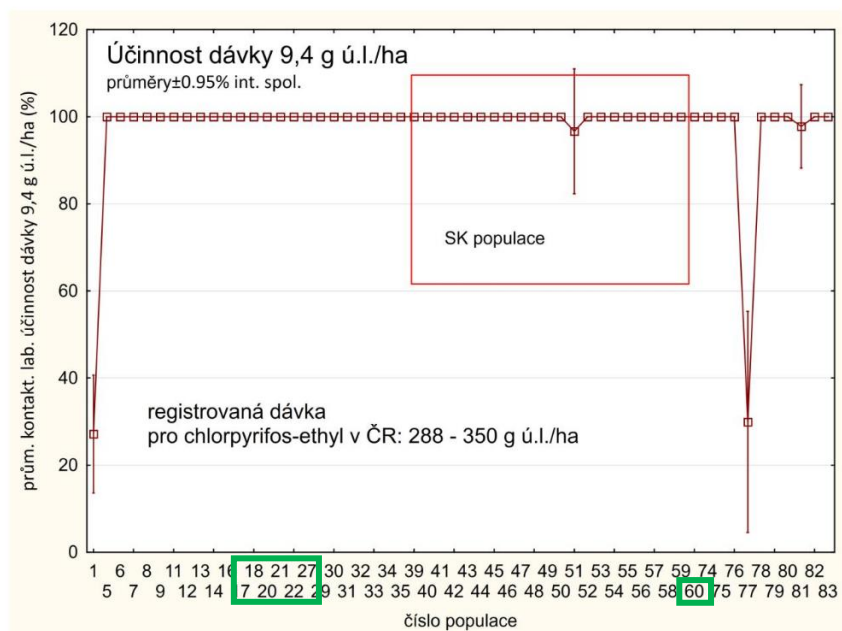
Mapa č. 5



Mapa výsledků testování citlivosti blýskáčků na účinnou látku chlorpyrifos-ethyl v roce 2016 (agrez.cz, 2017).

V tabulkách je zobrazeno pouze 6 lokalit, protože testování ve větším množství na jižní Moravě k citlivosti na právě chlorpyrifos-ethyl prováděno nebylo. Celkové hodnocení všech lokalit je uvedeno na mapě, kde jich je zobrazeno 35. Mapa jasně ukazuje, že se v České republice zatím žádná rezistence u testovaných lokalit v roce 2016 na účinnou látku chlorpyrifos-ethyl neprojevila.

Graf č. 5 Dole uvedené číslo populace je v tabulce označeno jako číslo lokality.
Čísla lokalit na jižní Moravě jsou v zelených rámečcích.



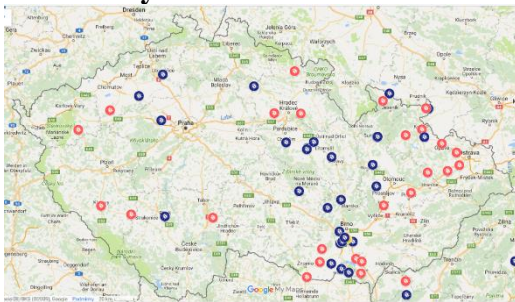
Graf laboratorní účinnosti jednotlivých dávek účinné látky chlorpyrifos-ethyl u hodnocených populací blýskáčků (agrez.cz, 2017).

6. Diskuze

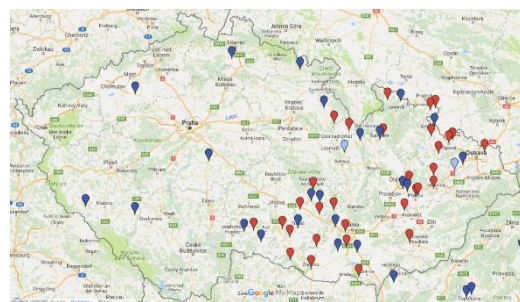
Rychlý nárůst ploch řepky v posledních letech umožnil rozvoj blýskáčků po celé Evropě. Možnost migrace, dostupnost a hojnost potravy je mnohem snazší a větší (SEIDENGLANZ, 2009). Téměř všechny plochy řepky se každoročně a opakovaně ošetřují. Jen s pyretroidy se mohou blýskáčci setkat až čtyřikrát do roka, a proto jejich vyvinutá silná odolnost k některým látkám není překvapení (KAZDA, 2015). Navíc LAKOCY (1967) udává, že největší pravděpodobnost vzniku rezistentních populací je právě u blýskáčka řepkového.

Přehledné zjištění situace s výskytem populací a jejich citlivosti v ČR je možné v mapách, kde je graficky znázorněna a zároveň lze jednoduše srovnat trend vývoje v letech u jednotlivých účinných látek.

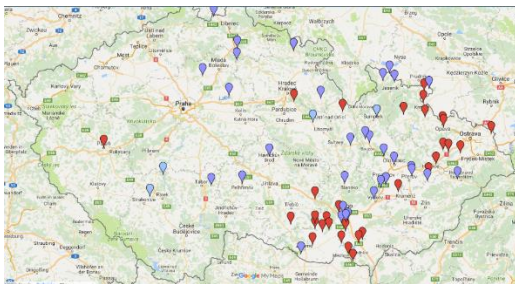
Lambda-cyhalothrin



2016



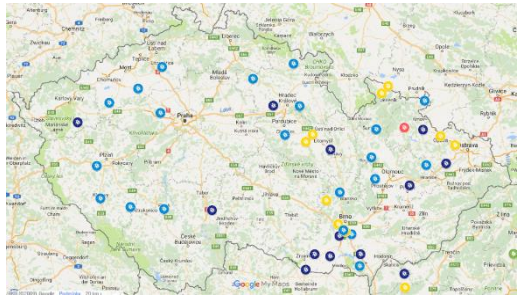
2015



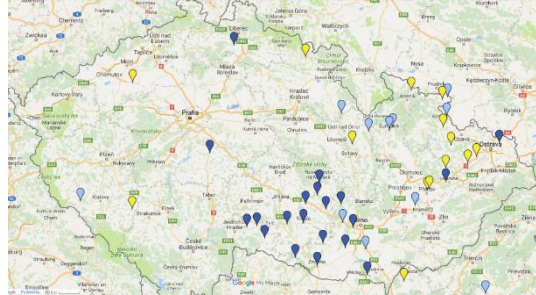
2014

V roce 2016 převládaly populace blýskáčka se čtvrtým a pátým stupněm rezistence k účinné látce lambda-cyhalothrin, stejně tak je tomu i v roce 2015. Dokonce v roce 2015 je vysoce rezistentních populací mnohem více než v roce 2016, což může být zapříčiněno mírnou zimou, kdy rezistentní populace nedokázaly dobře přezimovat. V roce 2014 se střídají vysoce rezistentní populace se středně rezistentními. Za 2 roky tedy došlo k výraznému zhoršení citlivosti populace blýskáčků.

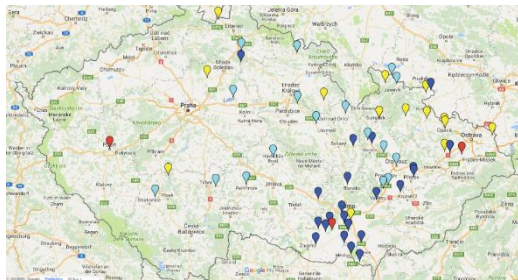
Cypermethrin



2016



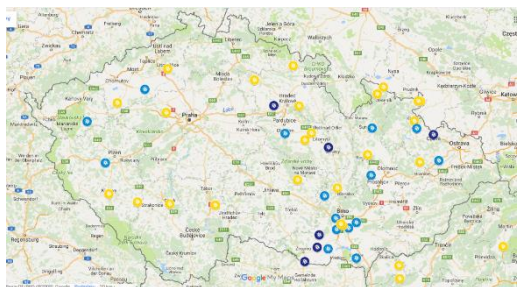
2015



2014

Mapy pro účinnou látku cypermethrin za období posledních tří let jsou si velice podobné. V roce 2014 jsou viditelné i vysoce rezistentní populace, které se za poslední dva roky již neprojevily. Důvodem může být již zmíněné špatné přezimování. V roce 2016 bylo testování rozšířeno i na západní část České republiky, kde převládají středně rezistentní populace. Situace je ale stále lepší, než je tomu u účinné látky lambda-cyhalotrin, jelikož u cypermethrinu se stále vyskytují citlivé populace.

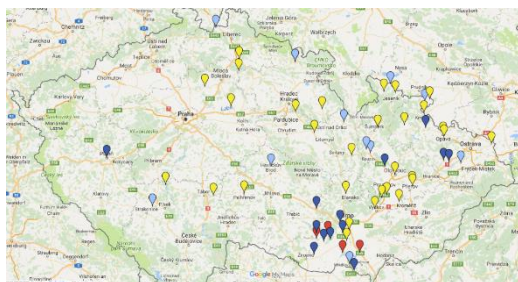
Tau-fluvalinate



2016



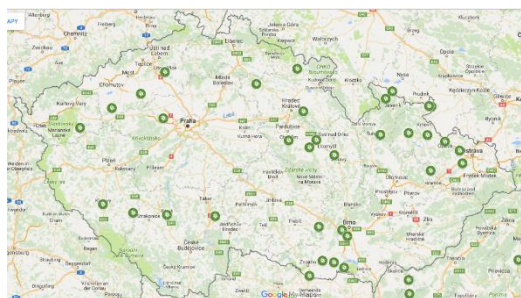
2015



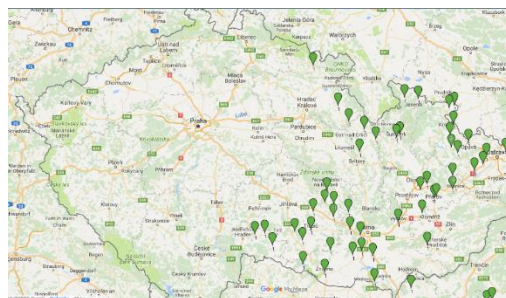
2014

Rok 2016 se v citlivosti na účinnou látku tau-fluvinate jeví jako nejlepší, protože se neprojevila ani jedna vysoce rezistentní populace. Brouci nejspíš špatně přezimovali a odolní jedinci vyčerpali všechny síly. Jinak se odolnost populací projevuje především na jižní Moravě.

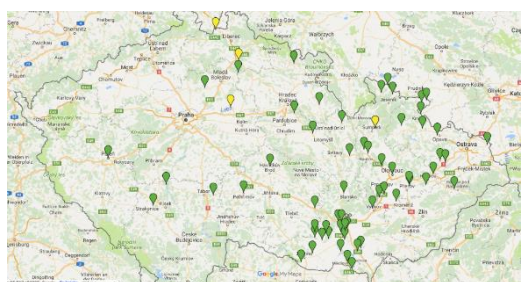
Chlorpyrifos-ethyl



2016



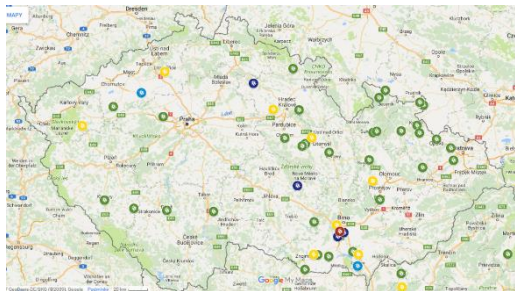
2015



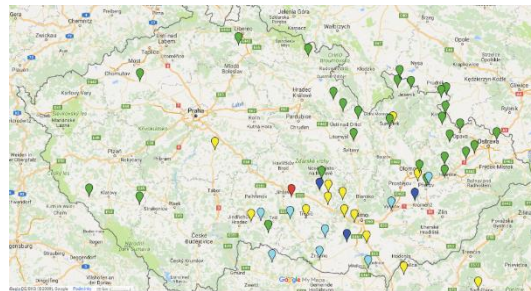
2014

Mapy ukazují, že citlivost blýskáčka na účinnou látku chlorpyrifos-etyl je velmi vysoká. V roce 2014 lze vidět některé méně citlivé populace na severu Čech, které ale nejspíše také nedokázaly dobře přezimovat a v ostatních letech už se neprojevily, nebo nebyl proveden sběr ve stejných lokalitách.

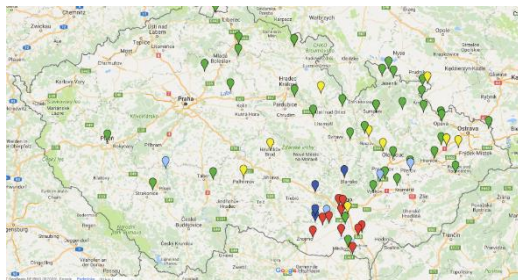
Biscaya 240 OD



2016



2015



2014

Špatným podmínkám zimy podlehly i populace blýskáčků na jižní Moravě v roce 2014, které byly ještě ten rok vysoce rezistentní vůči účinné látce thiacloprid – přípravek Biscaya 240 OD na mnoha lokalitách kraje, ale v ostatních letech již nebyly vůbec zjištěny. Stav se velmi zlepšil a po celém území České republiky převládají vysoce citlivé a citlivé populace brouků, hlavně tedy na severovýchodu.

Pokud srovnáme celkově jednotlivé účinné látky, je naprosto zřejmé, že účinná látka lambda-cyhalotrin a cypermetrin jsou nejčastěji používanými insekticidy proti blýskáčkům a také dlouhodobě. U většiny z nich můžeme sledovat vznik silné rezistence, která je laboratorně prokázána.

7. Závěr

Výsledky v této práci jasně prokázaly odolnost mnoha populací blýskáčka řepkového vůči vybraným účinným látkám, a to na celé jižní Moravě, kde byla práce zaměřena. Zjištěny byly jak vysoce rezistentní populace blýskáčků, tak i velmi citlivé.

Nejvíce citlivé populace byly prokázány vůči účinné látce thiacloprid – testován přípravek Biscaya 240 OD a chlorpyrifos-ethyl. Pro chlorpyrifos-ethyl nebyla rezistence v roce 2016 vůbec prokázána na žádné lokalitě.

Naopak největší rezistence byla prokázána k účinné látce lambda-cyhalotrin, kde testování populací blýskáčků vykazovalo i nejvyšší stupeň rezistence při použití maximální registrované dávky. Tento stupeň nejvyšší rezistence se projevil u 6 lokalit ze 17 hodnocených lokalit na jižní Moravě. O něco lépe je na tom účinná látka cypermetrin, kde v roce 2016 na jižní Moravě vysoce rezistentní populace prokázány nebyly. Ovšem z 13 lokalit jich projevovalo 5 stupeň 4 – rezistentní a většina ostatních lokalit středně rezistentní stupeň. Účinná látka tau-fluvalinate je na tom mnohem lépe, ale také stále vykazuje rezistentní populace. U řady těchto účinných látek z výše uvedených výsledků vyplývá, že běžné polní použití, které se provádí maximální registrovanou dávkou, není na řadě lokalit účinné, a proto ani nelze dosáhnout uspokojivé ochrany řepky vůči blýskáčkům.

Zjištěné údaje svědčí o vysoké úrovni rezistence na jižní Moravě a v porovnání s ostatními kraji i v celé České republice. Dnes je více možností účinné látky střídat, a proto je třeba brát v potaz jejich mechanismy účinku a látky tak obměňovat. Avšak na dodržování antirezistentní strategie je třeba dbát u všech účinných látek, které se k regulaci blýskáčků používají a nejlépe používání insekticidů k této regulaci v co největší míře omezit. Důležité je tyto fakta dostat do povědomí všech pěstitelů a vysvětlit jim příčiny vzniku rezistence a také zásady antirezistentní strategie. Není jednoduché změnit určité preference zemědělců a jejich zvyklosti. Také oni by mohli být do tohoto programu aspoň částečně zapojeni a podílet se na mapování. Vznik rezistence už nelze žádným způsobem zastavit, ale můžeme jej uváženým používáním insekticidních látek zpomalit, abychom nemuseli brzy stanout před otázkou, čím ošetřovat, když vše povolené už není účinné.

8. Použitá literatura

ACKERMANN, Petr. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům: polní plodiny*. Praha: Česká společnost rostlinolékařská, 2013. ISBN 978-80-02-02480-4.

ALPMANN, Ludger, Petr BARANYK, Henrik BOTHE, et al. *Řepka - plodina s budoucností*. Praha: BASF spol., 2009.

BARANYK, Petr a Andrej FÁBRY. *Řepka: pěstování, využití, ekonomika*. Praha: Profi Press, 2007. ISBN 978-80-86726-26-7.

BEČKA, David. *Řepka ozimá: pěstitelský rádce*. České Budějovice: Kurent, 2007. ISBN 97880-87111-05-5.

ČECH, Vladimír. Bejlmorka kapustová a krytonosec šesulový - významní škůdci řepky. *Agromanuál: profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2011, 6(5), 42. ISSN 1801-7673.

ČULJAK, Tanja Gotlin a Domagoj MATEJAŠ. *Chemical control of pollen beetle in winter oilseed rape*. [Croatian] [online]. Croatia: Glasilo Biljne Zastite, 2016, 16(3), 318-325 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://hrcak.srce.hr/169634>.

DENT, David. *Insect pest management*. 2nd. ed. Wallingford: CABI Publishing, 2000. ISBN 0-85199-340-0.

FÁBRY, Andrej. *Řepka, hořčice, mák a slunečnice*. Praha: SZN, 1975.

Fauna europaea. *Fauna-eu.org* [online] 2017. [cit. 2017-03-09]. Dostupné z: http://www.fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/ce798f24-7edb-4317-8a76-8a23e98affd3

GALL, Josef. Přehled ochrany rostlin v březnu a dubnu: Ozimá řepka. *Rostlinolékař*. Praha: Česká společnost rostlinolékařská, 2014, 25(02), 5-15. ISSN 1211-3565.

HANSEN, Lars Monrad. Insecticide-resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus* F) found in Danish oilseed rape (*Brassica napus* L) fields. *Pest Management Science* [online]. 2003, **59**(9), 1057-1059 [cit. 2017-04-06]. DOI: 10.1002/ps.737. ISSN 1526-498x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/ps.737>.

HARAŠTA, Petr. Ochranné vzdálenosti při aplikaci pesticidů. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2011, **6**(2). ISSN 1801-7673.

HAVEL, Jiří. Neobvyklá abiotická a biotická poškození máku: potemníkovití a korovníkovití. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2016, **11**(4), 82-85. ISSN 1801-7673.

HAVEL, Jiří a Marek SEIDENGLANZ. Chyby při aplikaci insekticidů proti blýskáčkům a stonkovým krytonoscům. *Agromanuál: profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2012, **7**(3), 52-55. ISSN 1801-7673.

HRUDOVÁ, Eva, Pavel TÓTH a Marek SEIDENGLANZ. Rezistence hmyzu vůči insekticidům (7): potemníkovití a korovníkovití. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2016, **11**(4), 86-87. ISSN 1801-7673.

HRUDOVÁ, Eva, Pavel TÓTH a Marek SEIDENGLANZ. Rezistence škůdců vůči zoocidům. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2015, **10**(6), 34. ISSN 1801-7673.

HRUDOVÁ, Eva, Jiří HAVEL, Eva PLACHKÁ, Pavel TÓTH, Pavel KOLAŘÍK, Jiří ROTREKL, Jana POSLUŠNÁ a Marek SEIDENGLANZ. Průběh šíření populací blýskáčka řepkového (*Meligethes aeneus* rezistentních k pyretroidům v České republice. *Rostlinolékař: Odborný recenzovaný časopis specializovaný na ochranu rostlin*. Praha 1: Profi Press, 2016, **27**(03), 19-22. ISSN 1211-3565.

KABÍČEK, Jan a Jan KAZDA. *Ochrana rostlin proti živočišným škůdcům*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997. Rostlinná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR). ISBN 80-7105-125-x.

KAZDA, Jan. Možnosti ochrany proti blýskáčku řepkovému. *Agromanuál: profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2015, **10**(4), 64-67. ISSN 1801-7673.

KAZDA, Jan. Fytofágní bejломorky škodící na polních plodinách. *Agromanuál: profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2011, **6**(5), 46-48. ISSN 1801-7673.

KAZDA, Jan. *Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny*. 3., dopl. vyd. Praha: [Martin Sedláček], 2003. ISBN 80-86726-03-7.

KOCOUREK, František a Jitka STARÁ. Výskyt blýskáčka řepkového v posledních letech a ochrana proti škůdcům řepky rezistentním vůči insekticidům. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2016, **11**(4), 78-80. ISSN 1801-7673.

KOLAŘÍK Pavel, 2017, ústní sdělení.

Kolektiv autorů. Blýskáček řepkový a jeho schopnost odolávat pyretroidům. *Agromanuál: profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2011, **6**(3), 50-54. ISSN 1801-7673.

LAKOCY, A. (1967): Uwagi na temat odpornosci lodyszka rzepakowca (*Meligethes aeneus* F.) i stonki ziemniaczanej (*Leptinotarsa decemlineata* Say) na DDT w Polsce. *Prace Nauk. Inst. Ochr. Roslin*, 9: 157–170.

MAKÚNAS, Vaclovas a Remigius ŠMATAS. Resistance of *Meligethes aeneus* to pyrethroids in Lithuania. *ŽEMDIRBYSTĖ=AGRICULTURE* [online]. Lithuania: Kaunas, 2011, **98**(4), 1-8 [cit. 2017-04-06]. ISSN 1392-3196. Dostupné z: [http://www.lzi.lt/tomai/98\(4\)tomas/98_4_tomas_str13.pdf](http://www.lzi.lt/tomai/98(4)tomas/98_4_tomas_str13.pdf)

MILLER, František. *Zemědělská entomologie*. Praha: ČSAV, 1956. Práce Čs. akademie věd.

MINKEVIČ, Ivan Aleksejevič a V. J. BORKOVSKIJ. *Olejníny*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1953.

NIKONOROW, Maksym. *Pesticídy a toxicita prostredia*. Bratislava: Príroda, 1983. Ochrana prírody.

PAVELA, Roman. Možnost využití botanických pesticidů v integrované ochraně rostlin. *Agromanuál: profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2013, **8**(5), 78-79. ISSN 1801-7673.

PROKOP, Martin, 2017, ústní sdělení

PROKOP, Martin. Strategie obrany proti vzniku rezistence hmyzích škůdců vůči insekticidům. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2015, **7**(2), 45-47. ISSN 1801-7673.

ROSICKÝ, Bohumír a Jaroslav WEISER. *Moderní insekticidy, jejich složení, zkoušení a využití*. Praha: Přírodovědecké vydavatelství, 1951. Kruh.

ROTREKL Jiří, 2017, ústní sdělení.

ROTREKL, Jiří. *Zemědělská entomologie [I]: (nejdůležitější hmyzí škůdci polních plodin)*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2000. ISBN 80-7157-473-2.

SEIDENGLANZ, Marek. Jarní škůdci řepky a otazníky kolem nich. *Farmář*. Praha 5, 2009, **9**(3), 11-14. ISSN 1210-9789.

SEIDENGLANZ, Marek, Jana POSLUŠNÁ, Pavel KOLAŘÍK, Jiří ROTREKL, Eva HRUDOVÁ, Pavel TÓTH, Jiří HAVEL a Eva PLACHKÁ. *Výsledky testování citlivosti blýskáček (*Meligethes spp.*) na pyrethroid tau-fluvalinate v roce 2015: Mapa s odborným obsahem* [online]. 1. Šumperk: Agritec Plant Research, 2016 [cit. 2017-04-06]. ISBN 978-80-87360-44-6. Dostupné z: <http://www.agritec.cz/sites/default/files/978-80-87360-44-6.pdf>

STARÁ, Jitka a František KOCOUREK. Mechanizmy rezistence škůdců vůči insekticidům a antirezistentní strategie: Princip rezistence a metody diagnostiky. *Agromanuál: profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2012, **7**(3), 56-57. ISSN 1801-7673.

STARÁ, Jitka a František KOCOUREK. Rezistence blýskáčka řepkového vůči některým pyretroidům prokázána. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. České Budějovice: Kurent, 2011, **6**(3), 55-57. ISSN 1801-7673.

TRNKA, Miroslav. *Choroby a škůdci polních plodin*. Ilustroval Karel DRCHAL. Praha: Výstavnictví MZVŽ, 1970.

UKZUZ: eagri. *UKZUZ: registr přípravků na ochranu rostlin* [online]. Brno: Ministerstvo zemědělství, 2009 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/>

VEČEŘA, Zdeněk. *Pesticidy: výroba, vlastnosti a použití*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964.

VEJRAŽKA, 2017, ústní sdělení.

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

WĘGOREK, P. a J. ZAMOYSKA. Current status of resistance in pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) to selected active substances of insecticides in Poland. *EPPO Bulletin* [online]. 2008, **38**(1), 91-94 [cit. 2017-04-06]. DOI: 10.1111/j.1365-2338.2008.01188.x. ISSN 0250-8052. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2338.2008.01188.x>.

ZBÍROVSKÝ, Miroslav a Jaromír MYŠKA. *Insekticidy, fungicidy, rodenticidy*. Praha: Československá akademie věd, 1957. Studie a prameny.

9. Seznam příloh

Seznam tabulek

Tab. 1 Výsledky testování citlivosti populací blýskáčků k účinné látce lambda-cyhalotrin v roce 2016.

Tab. 2 Výsledky testování citlivosti populací blýskáčků k účinné látce cypermetrin v roce 2016.

Tab. 3 Výsledky testování citlivosti populací blýskáčků k účinné látce tau-fluvalinate v roce 2016.

Tab. 4 Výsledky testování citlivosti populací blýskáčků k účinné látce biscaya v roce 2016.

Tab. 5 Výsledky testování citlivosti populací blýskáčků k účinné látce chlorpyrifos-ethyl v roce 2016, pouze kontaktní laboratorní účinnosti jednotlivých dávek.

Tab. 6 Výsledky testování letálních dávek a stupně rezistence populací blýskáčků k účinné látce chlorpyrifos-ethyl v roce 2016.

Seznam map

Mapa č. 1 Mapa výsledků testování citlivosti blýskáčků k účinné látce lambda-cyhalotrin v roce 2016 (agrez.cz, 2017).

Mapa č. 2 Mapa výsledků testování citlivosti blýskáčků k účinné látce cypermetrin v roce 2016 (agrez.cz, 2017).

Mapa č. 3 Mapa výsledků testování citlivosti blýskáčků k účinné látce tau-fluvalinate v roce 2016 (agrez.cz, 2017).

Mapa č. 4 Mapa výsledků testování citlivosti blýskáčků k účinné látce biscaya v roce 2016 (agrez.cz, 2017).

Mapa č. 5 Mapa výsledků testování citlivosti blýskáčků k účinné látce chlorpyrifos-ethyl v roce 2016 (agrez.cz, 2017).

Seznam grafů

Graf č. 1 Graf laboratorní účinnosti jednotlivých dávek účinné látky lambda-cyhalotrin u hodnocených populací blýskáčků (agrez.cz, 2017).

Graf č. 2 Graf laboratorní účinnosti jednotlivých dávek účinné látky cypermetrin u hodnocených populací blýskáčků (agrez.cz, 2017).

Graf č. 3 Graf laboratorní účinnosti jednotlivých dávek účinné látky tau-fluvalinate u hodnocených populací blýskáčků (agrez.cz, 2017).

Graf č. 4 Graf laboratorní účinnosti jednotlivých dávek účinné látky biscaya u hodnocených populací blýskáčků (agrez.cz, 2017).

Graf č. 5 Graf laboratorní účinnosti jednotlivých dávek účinné látky chlorpyrifos-ethyl u hodnocených populací blýskáčků (agrez.cz, 2017).

Seznam obrázků

Obr. 1 Nachystané lahvičky pro aplikaci účinné látky (foto Šafaříková, 2017).

Obr. 2 Lahvičky naskládané na rolleru (foto Šafaříková, 2017).

Obr. 3 Imaga v lahvičkách s účinnou látkou (foto Šafaříková, 2017).

Obr. 4 Brouci v hodnotícím kruhu (foto Šafaříková, 2017).