

Možnosti náhrady neonikotinoidů při moření osiva cukrovky a máku

Rešerše za podpory Ministerstva zemědělství při České technologické platformě pro zemědělství, říjen 2023

František Kocourek, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.. Praha

Jaromír Chochola, Řepařský institut, Semčice

Marek Seidenglanz, Agritec Plant Research s.r.o., Šumperk

Obsah

Abstrakt

1. Účinnost neonikotinoidů a jejich rizika
2. Přínosy moření osiva cukrovky neonikotinoidy
3. Dopady ukončení registrace neonikotinoidů jako mořidel osiva cukrovky
4. Možnosti náhrady moření osiva cukrovky neonikotinoidy v ochraně proti škůdcům
5. Virové žloutenky cukrovky a přenašeči virů
6. Rezistence mšice broskvoňové k insekticidům
7. Ochrana proti mšici broskvoňové jako přenašeči virů
8. Řízení ochrany proti mšici broskvoňové na cukrovce
9. Perspektiva využití odolných odrůd cukrovky k virovým žloutenkám
10. Dopady ukončení registrace neonikotinoidů jako mořidel osiva máku
11. Možnosti náhrady moření osiva máku neonikotinoidy v ochraně proti škůdcům
12. Požadavky na výzkum a státní zprávu pro zdokonalení ochrany cukrovky a máku
13. Literatura

Abstrakt

Studie přináší informace o účinnosti a rizicích neonikotinoidů a jejich změnách v jejich používání proti škůdcům v posledním období. Jsou popsány dopady ukončení registrace neonikotinoidů v přímé ochraně proti škůdcům a očekávané dopady po zákazu moření osiva cukrovky a máku neonikotinoidy. Dále jsou uvedeny možnosti náhrady neonikotinoidů při moření osiva cukrovky a očekávané změny v ochraně proti škůdcům cukrovky. Je navržena strategie ochrany při mšicím jako přenašečům virových žloutenek cukrovky zahrnující dopady narůstající rezistence mšice broskvoňové k insekticidům a další alternativní možnosti ochrany cukrovky vůči škůdcům. Jsou uvedeny perspektivy šlechtění a využití odolných odrůd cukrovky k virovým žloutenkám. Jsou popsány dopady ukončení registrace neonikotinoidů jako mořidel osiva máku a možnosti náhrady moření osiva máku neonikotinoidy v ochraně proti škůdcům. V závěru jsou popsány požadavky na výzkum a státní zprávu pro zdokonalení ochrany cukrovky a máku.

1. Účinnost neonikotinoidů a jejich rizika

Neonikotinoidy (dále také jen NN) jsou systémové insekticidy s velmi silným účinkem na nervový systém hmyzu. V ČR byly registrovány a využívány v ochraně zemědělských plodin přípravky s účinnými látkami imidacloprid, thiometoxam, clothianidin a acetamiprid. Mimo účinnou látku acetamiprid byly registrace ostatních účinných látek v EU ukončena.

Účinné látky neonikotinoidů se váží na receptor v nervovém vlákne hmyzu a depolarizace membrán způsobuje permanentní vzruchy v nervových vláknech, které vedou k poruchám životních aktivit, včetně dýchání a v důsledku toho hmyz hyne. NN působí kontaktně i požerově. NN mají systémový efekt. V rostlině jsou rozváděny vodivými pletivy i translaminárně. Z mořidla se dostávají do celé rostliny cukrovky, kterou chrání po dobu cca 6 týdnů, v případě moření thiamethoxamem proti mšicím i déle. NN jsou vysoce účinné a

selektivní vůči členovcům. Vyznačují se nízkou toxicitou vůči savcům a obratlovcům vůbec. Po jejich zavedení do praxe v devadesátých letech minulého století se staly nejrozšířenější skupinou insekticidů na světě. NN umožnily nahradit přípravky ze skupiny organofosfátů a karbamátů rizikové pro zdraví člověka a pro životní prostředí. V ČR se používaly zejména proti škůdcům řepky, brambor, ovoce a zeleniny. Jako mořidla osiv se používaly u řepky, cukrovky a máku. Na řepce bylo moření NN ukončeno v roce 2014. Na cukrovce a máku se NN používaly jako mořidla osiv na výjimky do roku 2023.

Rizika NN spočívají v tom, že většina jejich účinných látek je toxická pro necílové druhy členovců, zejména z řádu blanokřídlých. V několika regionech Evropy došlo kolem roku 2010 po nadužívání NN a při nedodržení podmínek aplikace k vyhubení včely domácí a také opylovačů z řad blanokřídlých. Byla proto provedena analýza poznatků publikovaných ve vědeckých časopisech a modelové studie rizikovitosti NN. V několika nezávislých studiích byl prokázán rizika některých NN na včelu medonosnou a přirozené opylovače. V ČR byl například při plošném dvouletém monitoringu výskytu NN v plástovém medu včel prokázán opakovaně zvýšený výskyt jednoho z NN, thiaclopridu těsně pod hranicí maximálního limitu pro potraviny (Stejskalová a kol., 2018, studie MZe - nepublikováno). Takové výskyty thiaclopridu by pro samotářské včely byly fatální. Evropské unii v roce 2017 v důsledku politického tlaku a petic laické veřejnosti přistoupila k plošnému zákazu NN. Zakázáno bylo i moření osiv NN pro cukrovku a mák, aniž by byly zhodnoceny studie, jaká rizika NN zapravené do půdy způsobují. Výsledky některých studií nebyly při zákazu moření osiva NN zohledněny. Například ve studii Institutu včelařství ve Veitshochheimu a University v Hohenheimu (Německo) byl monitorován vliv neonicotinoиду thiomethoxam (přípravek Cruiser 600 FS) jako mořidla u cukrové řepy na divoké i chované včely (Rieckmann a Steck, 1995). Ve studii se uvádí, že ve zkoušených vzorcích medu, nektaru a včel nebyly nalezeny žádná rezidua. Závěrech studie se uvádí, že thiomethoxam nepředstavuje riziko pro včelu medonosnou nebo pro samotářské včely ani v akutní ani ve chronické expozici. Také dvouletý plošný monitoring výskytu reziduí pesticidů v ČR v letech, kdy bylo osivo cukrovky plošně mořeno, neprokázal výskyt thiomethoxamu v plástovém medu včel (studie MZe – nepublikováno). Výsledky obou uvedených studií potvrzují, že rizika moření osiva thiomethoxamem jsou minimální. Cukrovka nekvete a nejsou v ní kvetoucí plevele, množství vysévaného osiva a tím i insekticidu je malé (cca 70 g/ha). Insekticid se na osivo nanáší s obalovací hmotou a po namoření se překrývá ještě dalšími vrstvami obalu. Tím se prakticky vylučuje úlet insekticidu s prachem při setí za suchého počasí nebo setí s pneumatickým secím strojem.

Od roku 2018 bylo používání neonicotinoídů, s výjimkou acetamipridu, v EU zakázáno. V ČR a dalších šesti zemích bylo moření osiv cukrovky neonicotinoídem thiomethoxamem povolováno na výjimku do roku 2023. Počátkem roku 2023 zrušil národní výjimky Evropský soudní dvůr (pro rok 2023 už byla většina osiva namořena). Od roku 2024 bude moci být osivo cukrovky mořeno méně účinným insekticidem na bázi tefluthrinu. Jedná se o pyretroid, vůči kterým jsou populace mšice broskvoňové v ČR rezistentní. Lze očekávat během několika let významný nárůst škodlivosti virových žloutenek cukrovky. Je třeba se připravit na ošetřování foliárními postřiky proti komplexu škůdců škodících po vzejití cukrovky a také vůči mšicím jako přenašečům virových žloutenek cukrovky.

2. Přínosy moření osiva cukrovky neonicotinoídy

Neonicotinoídy (nejprve imidacloprid, později thiomethoxam a clothianidin) se k moření cukrové řepy začaly používat po roce 1990 (Dewar a Read, 1990), v Česku se takto namořené osivo postupně na většinu plochy rozšířilo po roce 1995. Po roce 2010 zahrnuje toto moření 90 až 100 % plochy. S tímto mořením se zásadně změnila insekticidní ochrana cukrovky. Téměř vymizely škody působené dříve dřepčíkem řepným, nadzemní poškození maločlencem čárkovitým, květilkou řepnou, osenicí polní, květilkou řepnou a rané škody působené mšicí

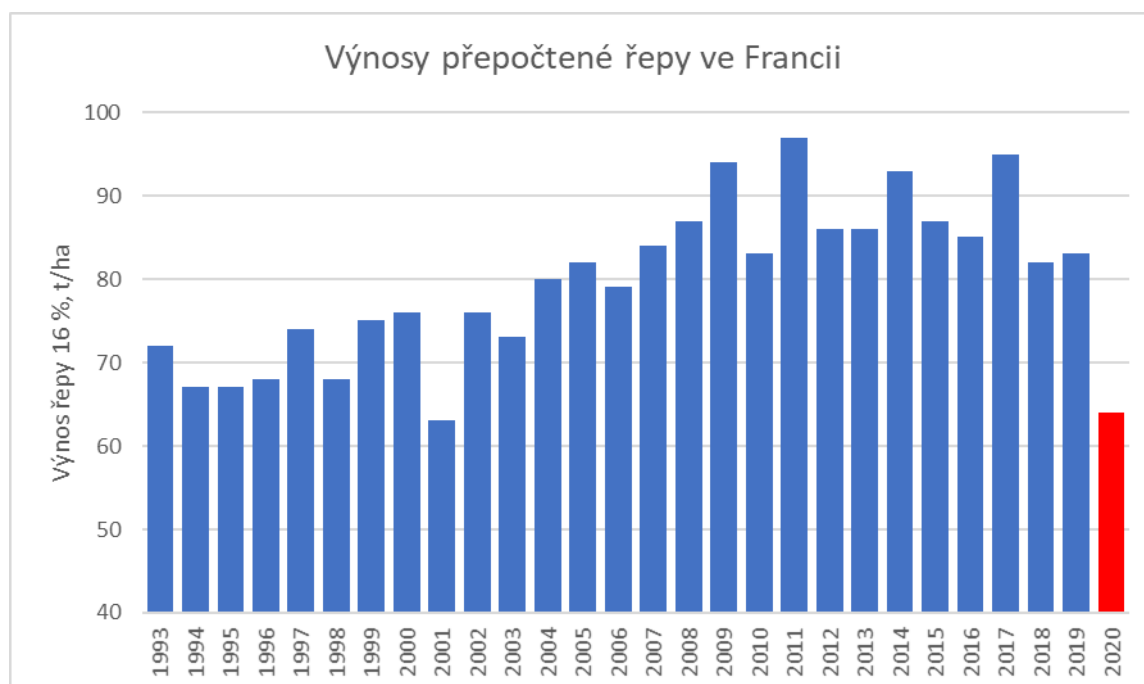
makovou a mšičí broskvoňovou jako přenašeče virových žloutenek cukrovky. Škůdci napadaly cukrovku až po odeznění účinku NN, po 6 až 8 týdnech od vzejití. Po této době byla rostliny cukrovky natolik vzrostlé, že kompenzovaly poškození působené mšičí makovou a květilkou řepnou a k větším negativním dopadům na výnos nedocházelo. Insekticidní ochrana se posunula na škůdce letního období, na červnové nálety mšice makové, na makadlovku řepnou a housenky můr. Moření osiva cukrovky NN bylo natolik účinné vůči mšičím přenašečím původce virových žloutenek cukrovky, že výskyt těchto chorob se stal vzácným bez negativních dopadů na výnos. V prvních letech zavedení moření osiva NN po odeznění účinků moření osiva NN mšice broskvoňová přenášela původce virových žloutenek na starší rostliny cukrovky, které mají větší odolnost k napadení těmito viry. Výskyt virových žloutenek byl ohniskový a nerozšiřoval se v porostech na větší plochy. Virová nálož postupně zeslábla, podíl infikovaných mšic se snižoval až virové žloutenky cukrovky přestaly být chorobou, která by působila škody na výnosech a vyžadovala mimo moření NN další ochranná opatření.

3. Dopady ukončení registrace neonikotinoidů jako mořidel osiva cukrovky

Od počátku 90. let byla technologie pěstování cukrovky v Evropě, včetně ČR založena na moření osiva NN. Od počátku záměru zákazu moření osiva cukrovky NN byly obavy, že takový zásah do technologie pěstování cukrovky vyvolá obrovské problémy, s negativními dopady na efektivitu pěstování cukrovky a udržení dosahovaných výnosů. Ve většině zemí pěstujících cukrovku byl zákaz odsouván prostřednictvím jednorozhodných výjimek na jejich použití. Největší obavy u cukrovky vyvolával návrat škodlivosti virových žloutenek cukrovky. To se potvrdilo ve Francii, kde byl zákaz moření osiva NN uplatňován od roku 2019. Již v roce 2020 došlo ke kalamitnímu výskytu virových žloutenek cukrovky. Mšice broskvoňová napadala porosty od začátku května, insekticidní postřiky byly téměř neúčinné a virové žloutenky, zejména na jih od Paříže, porosty zcela zdecimovaly. Výnosy tu poklesly na 35 až 40 t/ha. Francie, která byla „výkladní skříň světového řepářství“ se s výnosem 64 t/ha vrátila o třicet let zpět (obr. 1), (Anonym, 2020a, Anonym, 2020b, Sugar Economy Europe, 2023). Velký problém s virovými žloutenkami cukrovky měla i Anglie (Dewar a Qi, 2021). Důsledkem zákazu moření osiva cukrovky NN je návrat virových žloutenek a nízká účinnost postemergentní insekticidní ochrany vůči přenašečům virů.

Také v ČR lze po několika letech zákazu moření osiva cukrovky thiomethoxamem očekávat návrat výskytu virových žloutenek cukrovky a nárůst jejich škodlivosti s negativními dopady na výnos. Nástup škodlivého výskytu nemusí být tak dramatický jako ve Francii. Jedním z důvodů je menší podíl anholocyklických populací mšice broskvoňové, které přezimují u nás v mírných zimách. Škodlivé výskyty virových žloutenek by nemusely být každoroční. Pouze v příznivých letech po mírné zimě a při časně primární migraci mšice broskvoňové do porostů cukrovky. Také máme v ČR díky výzkumu aktuální informace o rezistenci mšice broskvoňové k insekticidům a možnostech použití účinných insekticidů (viz kapitoly 7, 8 a 9).

Obr. 1 Výnosy cukrovky ve Francii od roku 1993 do 2020 (průměrný výnos v t/ha přepočtený na cukernatost 16 %)



4. Možnosti náhrady moření osiva cukrovky neonicotinoidy v ochraně proti škůdcům

V ochraně cukrovky proti škůdcům bude nutné využívat kombinaci moření insekticidy povolenými přípravky a foliálních aplikací cílených na jednotlivé druhy škůdců. Základem ochrany budou v blízké budoucnosti moření osiva insekticidy na bázi pyretroidů, jako je účinná látka tefluthrin. Pyretroidy působí převážně kontaktně, v malé míře také požerově. Oproti NN nevykazují systémový efekt a v rostlinách nejsou rozváděny. Některé z účinných látek pyretroidů mají vysokou tenzi par a mají fumigační efekt, který se projevuje repelentními účinky. K takovým pyretroidům patří tefluthrin používaný v současné době pro moření osiv cukrovky a máku. Tefluthrin vytváří kolem pelety s osivem zónu odpuzující škůdce. Po vzejití rostlin nad povrch půdy, tato ochrana mizí a bude ji nutno řešit foliálními insekticidními postřiky. Klíčící rostliny cukrovky jsou pod povrchem půdy po moření osiva tefluthrinem poměrně dobře chráněny vůči maločlenci čárkovitému. Podle výsledků Řepářského institutu v předešlých letech (Pavlů a Chochola, 2023, Pavlů a Chochola) by nemělo dojít k významnému snížení počtu vzešlých rostlin cukrovky. Při silném výskytu drátovců má moření osiva cukrovky tefluthrinem nedostatečnou účinnost. Moření osiva tefluthrinem nechrání vzešlé rostliny vůči žádným škůdcům, vůči nimž je třeba provádět cílené aplikace přípravky na ochranu rostlin podle stupně jejich výskytu. Vedle maločlence čárkovitého jsou to zejména dřepčik řepný, květilka řepná, rýhonosec řepný a slimáčky. Vyšší výskyt maločlenců souvisí s vlhčím jarem. Dřepčící se rychle množí na záhřevných půdách v teplém počasí (Rieckmann a Steck, 1995). U maločlenců je potřeba kontrolovat výkusy na hypokotylu, u dřepčičků na listech. Poškození rostliny maločlenci je často fatální, rostliny odumírají. Požerky dřepčičků rostliny velmi oslabují, při silném výskytu i v tomto případě může dojít k odumření rostlin i větších ploch porostu (obr. 2). Insekticidní zásah musí přijít velmi rychle, poškození se dramaticky zvyšuje každým dnem. Velmi podobné je to u slimáčků a zásahů moluskocidy. V další fázi, v první polovině května, bude nutno kontrolovat květilku řepnou. Zjišťují se její vajíčka na rubu listů a miny v listovém parenchymu. Po dlouhém období moření NN nelze předpovídat výskyt a škody působené květilkou řepnou. V období před mořením NN byly v některých letech

výskyty a škody tak významné, že bylo nutno organizovat celorepublikovou prognózu podle výskytu kukel v půdních vzorcích (Bernardová a kol., 1990). Dalším škůdcem cukrovky je mšice maková, která způsobuje sáním přímé škody, i když se může podílet na šíření virů způsobujících virové žloutenky. Mšice maková je v porostech dobře vidět, je černá a vytváří kolonie. Napadení cukrovky začíná zpravidla kolem poloviny května, pozdější nálety v červenci, už velké hospodářské škody nezpůsobují. Lze předpokládat, že bez moření osiva NN bude její tlak časnější a větší. Dosavadní způsob ochrany, aplikace aphicidů se nezmění. Problémy budou jednak s aplikační kapacitou u pěstitelů. V květnu jsou nároky na práci postřikovačů enormní. K omezení škodlivosti mšice makové v období po vzejití cukrovky by mohlo přispět moření osiva flupyradifuron (Buteo Start) (viz. ochrana proti mšici broskvoňové - kapitoly 7, 8 a 9). Doporučení pro ochranu proti škůdcům cukrovky mimo mšici broskvoňovou je založeno na vysévání osiva namořeného teflutrinem (Force). Od vzcházení cukrovky je nutno zajistit ochranu proti žravým škůdcům podle jejich výskytu foliálními aplikacemi insekticidů). To znamená provádět monitoring škůdců a uplatňovat prahy škodlivosti.

Obr. 2: Poškození porostu cukrovky dřepčikem řepným na parcelách nemořených neonikotinoidy. Rostliny na parcelách v levé části pole byly zcela zničeny poškozením dřepčikem řepným během 2 až 3 teplých dnů na záhřevné „černé“ půdě. Rostliny na parcelách v pravé části pole byly chráněny mořením NN. Pokusné pole Řepářského institutu ve Slovči (Městec Králové), konec dubna 2020.



Specifický problém představuje očekávané šíření rýhonosce řepného. Tento škůdce se zatím v Česku vyskytuje jen vzácně a nepůsobí hospodářské škody. Je však v posledních letech nejvýznamnějším škůdcem řepy v Rakousku (Eigner, 2023, Krick, 2021, Mayrhofer, 2021, kde bylo moření NN ukončeno a kde významnou plochu zajímá pěstování „biořepy“ zcela bez insekticidní ochrany. V součtu posledních 5 let tu kvůli rýhonosci bylo zaoráno desítky tisíc hektarů řepy. V Rakousku je snaha držet plochu cukrovky kolem 40 000 ha, realita posledních let je cca 30 000 (Sugar Economy Europe, 2023). Je velmi pravděpodobné, že po ukončení

moření osiva NN začne pronikat přes jižní Moravu k nám. V Rakousku byly vypracovány ochranné postupy, zahrnující hluboké ochranné rýhy kolem řepných polí (asi nejúčinnější opatření) a poměrně málo účinné insekticidní postřiky (Eigner, 2023). Pro ochranu cukrovky vůči výše uvedeným škůdcům byla u nás předběžně vypracována metodika ochrany (Chochola, 2023) založená na operativních insekticidních postřicích. Tato ochrana je problematická vlivem omezeného sortimentu účinných látek přípravků. Tato ochrana je také náročná pro potřeby velmi operativních zásahů v období veliké pracovní špičky ve druhé polovině dubna a na začátku května. Je pravděpodobné, že i přes signalizaci nebezpečí nebude ochrana často dostatečná a zvýší se rizikovitost zakládání porostů cukrové řepy, zaorávky a pokles ploch způsobený v důsledku rizik poškození porostů živočišnými škůdci.

Perspektivou pro ochranu mladé cukrovky proti škůdcům jsou alternativní možnosti ochrany proti škůdcům mladé řepy, jako komponenty integrované ochrany rostlin. V posledních letech jsou stále intenzivněji zkoumány alternativní metody, podporující přirozené nepřátele škůdců, lapací či repelentní rostliny a feromonové pasti a zvýšení biodiverzity na okrajích či v okolí polí. Tento výzkum probíhá ve větší míře ve Francii, v Německu, Belgii a Nizozemí (Krick, 2021). Výzkum byl zahájen až od roku 2021 a to je na prakticky použitelné výsledky krátká doba. Francouzský start-up Agriodor experimentuje s lákáním hmyzu do lepových pastí, s bariérami z repelentních rostlin a postřiky repelentními látkami (Anonym, 2022a). K omezení škodlivosti některých škůdců cukrovky mohou přispět „kvetoucí pásy“ na okrajích polí, na kterých přežívají nebo se namnožují přirození nepřátelé škůdců (Anonym, 2022b, Pfister a Oppermann, 2021). Přirození nepřátelé škůdců však nezajistí dostatečnou regulaci škůdců pro zabránění škod, ale mohou být významnou dílčí složkou integrované ochrany. Mohou například omezit výskyt mšic jako přenašečů virů žloutenek cukrovky v období do počátku sekundární migrace a plošného šíření virů, protože se stářím řepy roste její odolnost k virovým žloutenkám. V zahraničí se uvažuje s využitím lapacích rostlin (bob) setím do mezířádků řepy a na souvratě polí (Krick, 2021), znamená to ovšem minimálně jeden vstup herbicidy navíc. Zprávy nebo publikace o pokroku v alternativní ochraně cukrovky proti hmyzím škůdcům a speciálně proti mšicím jsou zatím skromné a obecné.

5. Virové žloutenky cukrovky a přenašeči virů

Termín „virové žloutenky řepy“ je souhrnným názvem pro choroby řepy způsobené třemi různými viry: virem žloutenky řepy, virem mírného žloutnutí řepy a virem chlorózy řepy. Z praktického hlediska nemělo dříve význam rozlišovat jednotlivé viry, a proto se dále označují „virové žloutenky“. Virové žloutenky se u nás dříve (do nástupu moření NN) v menší míře běžně vyskytovaly téměř každý rok a jednou za pět až sedm let se rozšířily epidemicky téměř na všechny porosty a všechny rostliny v nich (Ryšánek a kol., 2021). Napadení rostlin výše jmenovanými viry vede ke snížení intenzity fotosyntézy u fotosynteticky aktivních listů a k předčasnému odumírání nejstarších, a tedy i nejvíce postižených listů. To může vést k až obnovení vegetace rostlin, k tvorbě nových listů ve snaze nahradit odumřelé listy. Proto se snižuje přírůstek bulv i cukernatosti a případně dochází k vyčerpávání zásob cukru.

Z hlediska ochrany proti mšici broskvoňové je třeba mezi viry rozlišovat podle způsobu přenosu virů a podle potenciálu jejich škodlivost. Virus žloutenky řepy BYV (beet yellows virus) patří do čeledi *Closteroviridae* a je přenášen semiperezistentně mšicí broskvoňovou, mšicí makovou a dalšími druhy mšic. U tohoto viru není období latence a mšice je schopna jej přenášet bezprostředně po nabývacím sání. Pro získání infekce tímto virem musí mšice sát na infikované rostlině několik desítek minut a obdobně dlouhou dobu potřebuje pro přenesení viru na novou rostlinu. Virové částice se uchytí na kutikule ústního ústrojí a mšice zůstává vironosnou přibližně 2 až 3 dny nebo do doby svlečení. Přenosu jsou schopny všechny instary

mšic. Virus se obvykle nešíří na velké vzdálenosti a vyskytuje se ohniskovitě (Bittner, 2021). Virus chlorózy řepy BChV (beet chlorosis virus) a virus mírného žloutnutí řepy (BMYV) (beet mild yellowing virus) patří do čeledi *Luteoviridae* a jsou přenášeny perzistentně především mšicí broskvoňovou. BMYV nepřenáší mšice maková. Po nabývacím sání trvajícím v průměru 24 až 48 hodin následuje latentní perioda cca 24 hodin a poté za cca 48 až 72 hodin následuje cirkulace viru v trávicím traktu. Viry po sání cirkulují v těle vektora po celou dobu jeho života, ale v těle se nemnoží. Virus se ze střeva dostává do hemolymfy a poté do slinných žláz, ze kterých se dostane do floému nové rostliny. V důsledku velké mobility mšice broskvoňové infikovaných okřídlených mšic může být porost plošně napaden, zejména virem BMYV (Bittner, 2021). K zabránění plošného šíření obou virů je nezbytné provést aplikaci aphicidů dříve, než nastane sekundární migrace (okřídlování mšic na cukrovce – viz kapitola 8) Při výběru přípravků proti mšicím je třeba při výskytu viru BYV preferovat aphicidy s co je nejrychlejším nástupem mortality po aplikaci přípravku. Znalosti o rychlosti mortality mšic jednotlivých účinných látek jsou významné pro zajištění dostatečné účinnosti ochrany a pro snížení potenciálu snížení výskytu virů žloutenek cukrovky. Na komerčních plochách cukrovky byly v roce 2021 nalézány BYV i BChV, v roce 2022 pouze BChV. V roce 2021 byl podán první důkaz o přítomnosti viru chlorózy řepy v ČR (Ryšánek a kol., 2022). V pokusech Řepářského institutu byl v roce 2020 zjištěn pouze BYV. BMYV nebyl u nás v posledních letech nalezen ani pomocí PCR, (BMYV od BChV je v testech ELISA neodlišitelný) (P. Ryšánek, nepublikováno). Znalost převažujícího výskytu viru je významná pro odhad škodlivosti a pro cílenou volbu účinné látky aphicidu. Potenciál škodlivosti tří virů je poněkud odlišný. Po napadení cukrovky virem BYV dochází ke snížení cukru až o 50 %, po napadení virem BMYV asi o 30 % a po napadení virem BChV asi o 25 % (Stevens et al., 2005, Smith et al., 1990). S oteplováním klimatu a zvyšováním podílu anholocyklických populací, které přezimují na sekundárních hostitelích se bude riziko výskytu zvyšovat a očekává se, že období mezi roky s epidemickým výskyty se budou zkracovat. V důsledku toho se očekává, že škodlivost virových žloutenek cukrovky se bude postupně zvyšovat.

Mšice broskvoňová je u nás hlavním přenašečem virů na sadbových bramborách, na řepce, na zelenině a dříve také na cukrovce. Na cukrovce byla mšice broskvoňová koncem minulého století nejvýznamnějším přenašečem virů způsobujících virové žloutenky cukrovky. Po zavedení moření osiva cukrovky NN byl v posledních desetiletích výskyt virových žloutenek omezen a jejich škodlivost byla zanedbatelná. Méně významným přenašečem virů na cukrovce byla a opět bude mšice maková, která způsobuje více škody přímým sáním. Ochrana proti mšici broskvoňové se stává na všech uvedených plodinách obtížnou. Hlavní důvody jsou v kombinaci stále užšího sortimentu povolených přípravků a rychlé selekci rezistence mšice broskvoňové k používaným insekticidům (Kocourek a kol., 2023). Na cukrovce se vyskytují v současnosti rezistentní populace mšice broskvoňové k insekticidům, které byly vyselektovány intenzivní ochranou ozimé řepky, sadbových brambor a dalších plodin. Na ozimé řepce způsobuje mšice broskvoňová přímé škody. První plošné výskyty přímých škod nastaly v roce 2016. Byl to první rok po zákazu používání mořidla na bázi NN na osivo řepky a současně rok, kdy došlo k neobvykle vysoké letové aktivitě mšice broskvoňové zaznamenané v sacích pastích provozovaných ÚKZÚZ. V tomto roce byla také poprvé u nás zaznamenána u mšice broskvoňové na řepce snížená účinnost pyretroidů, ale i organofosfátů. Od té doby do roku 2021 se v některých regionech nepravdělně opakovaly plošné výskyty přímých škod na řepce. Na řepce je mšice broskvoňová také významným přenašečem viru žloutenky vodnice. Na bramborách přenáší mšice broskvoňová perzistentně virus svinutky brambor a společně s dalšími druhy mšic řadu dalších virů neperzistentně. Ochrana proti mšicím na sadbových bramborách se provádí každoročně opakovaně po dobu přeletu mšic do brambor. Podle výsledků výzkumu (Kocourek a kol.- nepublikováno) jsou geny rezistence u nás přenášeny přes pohlavní generaci také u klonů s holocyklickým vývojem. Proto je nezbytné, aby na všech

plodinách, kde se mšice broskvoňová množí, nebo přenáší viry uplatňovat jednotnou antirezistentní strategii.

6. Rezistence mšice broskvoňové k insekticidům

Jak dokladují poznatky ze světa, mšice broskvoňová selektuje velmi rychle rezistenci vůči širokému spektru insekticidů. Rezistence byla poprvé zaznamenána v roce 1955 k organofosfátům (Anthon et al., 1955). V dalším období postupně přibývaly doklady o rezistenci mšice broskvoňové ke karbamátům (Moores et al., 1994), od počátku tohoto století k pyretroidům (Martines-Tores et al., 1999) a na konci první dekády také k NN (Margaritopoulos et al., 2021). V ČR nebyla rezistence mšice broskvoňové k NN zaznamenána do roku 2022 (Kocourek a kol., 2023). Výskyt rezistence mšice broskvoňové k insekticidům, konkrétně k pyretroidům a k pirimicarbů byl v ČR poprvé zaznamenán u populací odebraných z řepky na podzim v roce 2018. V rámci antirezistentních strategií byly na základě testování citlivosti přípravků doporučovány od roku 2019 do řepky přípravy na bázi NN s účinnými látkami thiacloprid (Biscaya 240 OD) a acetamiprid (Mospilan 20 SP). V polních podmínkách byla prokázána dobrá účinnost kombinovaného přípravku neonikotinoиду a pyretroidu Proteus 110 OD (účinné látky deltametrin a thiacloprid). Od roku 2013 byla v EU ukončena registrace neonikotinoídů, s výjimkou acetamipridu. Na základě plošného výskytu populací mšice broskvoňové (Kocourek a kol., 2023, Stará a kol., 2023) se použití přípravků na bázi pyretroidů (všech účinných látek) a karbamátu na bázi pirimicarbů (Pirimor 50 WG) proti mšici broskvoňové na všech plodinách, včetně cukrovky nedoporučuje. V ochraně proti mšici broskvoňové nelze využívat přípravky na bázi sulfoxafloru (Gondola, Transform), které byly vysoce účinné, jejichž registrace byla v roce 2023 ukončena.

7. Ochrana proti mšici broskvoňové jako přenašeči virů

K ochraně proti mšicím na cukrovce bude možné využívat moření osiva cukrovky Buteo Start (ú.l. flupyradifuron). V ČR bude možné využívat tento přípravek už od roku 2024, protože minoritní registraci získal, ještě před očekávanou evropskou registrací, která bude v roce 2025. Toto mořidlo by mělo chránit cca do fáze 2 párů pravých listů cukrovky vůči mšicím, případně vůči dalším škůdcům (Anonym, 2023) a mohlo by tak snížit tlak na operativní insekticidní postřiky ve druhé polovině dubna. Účinnost mořidla Buteo Start nebyla zatím u nás prověřována. Flupyradifuron je v rostlině rozváděn systémově. V ČR jsou registrovány přípravky na bázi flupyradifuronu, které se používají jako foliální aplikace. Například na ovocných stromech vykazují vysokou účinnost vůči mšici jítrocelové (Kocourek a kol. nepublikováno). Flupyradifuron patří do skupiny butenolidů (skupina de IRAC 4D). Na nervovém vláknu hmyzu se váže na nikotinové acetylcholinové receptory, ale na jiné místo než se váží NN. Ve srovnání s NN jsou butenolidy více bezpečné pro nečlověčí organismy. Křížová rezistence s NN není známá. Jsou registrovány na savé škůdce, zejména mšice. Přípravky na bázi flupyradifuronu by měly být registrovány do cukrovky proti mšicím ve formě foliálních aplikací pro období po odeznění jejich účinků z mořidel osiva.

Od roku 2019 byly povoleny a postupně se začaly využívat v ochraně proti mšicím v různých plodinách nové účinné látky s odlišným mechanismem účinku. Vysoce účinné přípravky na rezistentní populace mšice broskvoňové k pyretroidům a karbamátům v ČR jsou přípravky na bázi flonicamidu (Teppeki) a spirotetramatu (Movento 100 SC) a z NN přípravky na bázi acetamipridu. V cukrovce byla ověřena účinnost flonicamidu na mšice, který vykázal velmi dobrou a rychlou účinnost (Pavlů a Chochola, 2023). Účinnost přípravků na bázi acetamipridu je proti mšici broskvoňové dosud dostatečná (Kocourek a kol., 2023), ale riziko rychlé selekce rezistence vůči nim je vysoké. Proto je nezbytné sledovat výsledky monitoringu rezistence mšice broskvoňové, které jsou každoročně zveřejňovány na Rostlinolékařské portále ÚKZÚZ (web UKZUZ). Účinná látka acetamiprid (Mospilan a další přípravky) je registrována

do cukrovky pouze na makadlovku a jejich registrace končí k 30. 4. 2023. Proto je nezbytné obnovit registraci acetamipridu do cukrovky proti žravým a savým škůdcům, včetně mšice broskvoňové. V posledních letech byly v ČR nově registrovány přípravky proti mšicím s účinnou látkou flupyradifuron ((Sivanto Prime, Sanium AL, Sanium Stick, Sanium systém) pro přímou aplikaci do ovocných sadů a do zeleniny. V případě potvrzení vysoké účinnosti na rezistentní populace mšice broskvoňové k pyretroidům by bylo účelné foliální aplikaci flupyradifuron v rámci minoritní indikací registrovat do cukrovky.

V současnosti jsou v ČR registrovány proti mšicím přípravky ze čtyř skupin účinných látek s rozdílným mechanismem účinků, celkem 16 přípravků. Z těchto 4 skupin vykazují populace mšice broskvoňové plošný výskyt rezistence vůči dvěma skupinám účinných látek, vůči pyretroidům a karbamátům (Kocourek a kol., 2023). Z 16 registrovaných přípravků je tak 13 zcela neúčinných vůči mšice broskvoňové: gamma- a lambda-cyhalothrin (Fury Power, Kendo 5CS, Nexide, Rapid, Kaiso Sorbie, Karate), deltamethrin (Scatto, Demetrina EC) a pirimicarb (Pirimor). V současnosti jsou proti mšici broskvoňové dostatečně účinné a v ochraně cukrovky využitelné flonikamid (přípravky Afinto a Teppeki) a spirotetramat (přípravek Movento 100 SC). Mšice broskvoňová není dosud v ČR rezistentní k neonikotinoиду s účinnou látkou acetamiprid (řada komerčních přípravků), který je do cukrovky povolen vůči jiným škůdcům. Lze tak využívat vedlejší účinky na mšici broskvoňovou při aplikaci na jiných druh škůdce. Je možné uvažovat o rozšíření registrace acetamipridu na mšice do cukrovky v rámci minoritních indikací. Pro dodržování antirezistentních strategie je nezbytné rozšířit spektrum účinných látek aphicidů s rozdílným mechanismem účinků. V současnosti je možné rozšíření registrace do cukrovky o přípravky na bázi flupyradifuronu.

8. Řízení ochrany proti mšici broskvoňové na cukrovce

Pro omezení škod virových žloutenek na cukrovce je významné kombinovat prognostické metody a metody operativního řízení založené na monitorování výskytu mšic. Prognostické modely velikosti populace mšice broskvoňové a předpovědi rizik výskytu virových žloutenek cukrovky pro kalendářní rok jsou založeny na analýze letové aktivity mšic do nasávacích pastí ÚKZÚZ s využitím agrometeorologických dat. Pro předpověď výskytu mšice broskvoňové je klíčové stanovit podíl anholocyklických populací, které přežívají při teplé zimě a dále časový průběh primární a sekundární migrace v závislosti na sumách efektivních teplot. Při vysoké populační hustotě mšice broskvoňové na podzim (vysokém odchytu mšic do nasávacích pastí) a po mírné zimě lze očekávat časnější a silnější napadení. S oteplováním klimatu musíme očekávat lepší přezimování mšic a stále častější epidemie virových žloutenek cukrovky (Dewar a Qi, 2021 = 8). Obecně platí, že čím je zima mírnější a čím dříve začíná intenzivní primární migrace a v návaznosti sekundární migrace, tím jsou rizika výskytu virových žloutenek vyšší. Již v současnosti lze využívat prognostické modely mšic, včetně mšice broskvoňové a modely rizika virů přenosných mšicemi, včetně původců virových žloutenek cukrovky zpracované podle odchytů mšic do nasávacích pastí zveřejňované každoročně v Aphid Bulletinu na Rostlinolékařském portálu (web UKZUZ) a odborných časopisech. Například prognóza výskytu mšice broskvoňové na rok 2023 byla zveřejněna v časopise Agromanuál (Rychlý, 2023). Na zdokonalení prognostických modelů se pracuje ve VÚRV ve spolupráci s ÚKZÚZ a od roku 2024 budou modely ověřovány pro praktické využití.

Operativní řízení je založeno na stanovení optimálních termínů aplikací aphicidů podle náletu a intenzity výskytu mšic v porostech. Bez moření osiva cukrovky NN se bude mšice broskvoňová v porostech řepy vyskytovat až o 3 až 4 týdny dříve, což by bez účinné přímé ochrany zvýšilo výskyt a škody působené virovými žloutenkami. V prvních letech po zákazu moření osiva cukrovky NN lze využívat prahy škodlivosti a doporučení k ochraně zpracované v 80. letech ve VÚRV (Talich a kol., 2013). Práh škodlivosti pro mšici broskvoňovou na cukrovce je do 20. června 1 a více bezkřídlých mšic v průměru na jednu rostlinu a od 21. 6. do

30. 6. 5 a více mšic v průměru na 1 rostlinu. Ošetření po 5. 7. je již neúčelné, pro zvýšení odolnosti a tolerance k napadení starších rostlin cukrovky. Pro mšici makovou platí pro přímou škodlivost i pro přenos virů práh škodlivosti 5 % napadených rostlin po ukončení jejího přeletu. Prahy škodlivosti a metody monitoringu mšic na cukrovce vyvinuté v 80-tých letech bude potřebné ověřit a aktualizovat. Orientační práh škodlivosti se může měnit v závislosti na nárůstu promořenosti mšic a rostlin viry způsobujících žloutenky cukrovky v ekosystému.. Metoda odpočtu mšice broskvoňové na cukrovce je velmi pracná a obtížná pro praktického zemědělce, kteří budou jen výjimečně schopni kontrolovat přítomnost nenápadných, zelených, ojedinělých mšic ve svých porostech. Stanovení optimálních termínů aplikací aphicidů tak bude závislé na signalizaci ze strany poradenské služby. V budoucnosti bude nutno doplnit systém o regionální pozorování a varování (pravděpodobně v režii agronomické služby cukrovarů), obdobně, jak se to provádí v současnosti např. u cerkosporiózy. Vedle přímých odpočtů mšice broskvoňové v porostech je také možné využít monitorování jejich letové aktivity pomocí Lambersových misek, obdobně jak jsou využívány v ochraně sadbových brambor. Také tato metoda je pracná a náročná na diagnostiku mšic z misek, takže je využitelná jen v rámci poradenských služeb.

Pro odhad termínů ošetření proti mšici broskvoňové lze využívat krátkodobou prognózu výskytu mšic v porostech prováděnou podle intenzity odchytu mšic do nasávacích pastí, krátce před výskytem v porostech zveřejňovanou na Rostlinolékařském portálu. Tato prognóza je založena na předpokladu, že zvýšená aktivita mšic zachycených do pastí předchází jejich rozšíření v porostech (Rychlý, 2023). Riziko výskytu a škodlivosti virových žloutenek bude závislé na intenzitě promoření přenašečů viry. Narozdíl od minulosti, dnešní analytické metody pravděpodobně v budoucnu umožní odhadnout do jaké míry jsou před náletem mšice relevantními viry nakaženy (Krick, 2021). V rámci výzkumu je třeba ověřit možnosti detekce jednotlivých virů v přenašečích metodami molekulární diagnostiky. V praxi by tak mohla být zjišťována frekvence výskytu virů v mšicích odchycených v nasávacích pastí, například v rámci rozšířené služby ÚKZÚZ nebo odebraných ze žlutých misek z porostů cukrovky zajišťované poradenskými službami ve spolupráci s výzkumnou organizací.

Ošetření proti mšici broskvoňové provádět foliálními postřiky od fáze tří listů v případě časného a silného odchytu mšic v nasávacích pastech, nebo při překročení prahu škodlivosti v porostech. Hlavní ošetření proti mšici broskvoňové provádět před počátkem sekundární migrace, tj. v období kdy se začnou objevovat první nymfy se základy křídel. Při sekundární migraci dochází k šíření virů žloutenek z jednotlivých rostlin, nebo malých ohnisek na plošné výskyty virů. K vývoji prvních okřídlených jedinců mšice broskvoňové dochází od třetí partenogenetické generace na cukrovce. Termín počátku sekundární migrace lze odhadovat podle sumy efektivních teplot pro vývoj dvou generací mšice na cukrovce ($SET = 496\text{ }^{\circ}\text{C}$ nad $SPV = 6^{\circ}\text{C}$ (Kocourek a kol. 2017)). V prvních letech po ukončení moření osiva NN by měly pro zabránění plošného výskytu virových žloutenek dostačovat dvě cílené aplikace na mšici broskvoňovou. V dalších letech po zvýšení promořenosti rostlin a přenašečů viry by se mohl počet cílených aplikací na mšici broskvoňovou zvyšovat. Po ověření účinnosti mořidla na bázi flupyradifuronu (Buteo start) vysévat namořené osivo oběma složkami (Force + Buteo start). Postupně zařazovat do sortimentu odrůd nově registrované odolné odrůdy cukrovky vůči komplexu virů způsobujících virové žloutenky. Postupně měnit spektrum používaných účinných látek podle změn v registraci.

9. Perspektiva využití odolných odrůd cukrovky k virovým žloutenkám

Šlechtění cukrovky na odolnost odrůd k virovým žloutenkám bylo zahájeno již ke konci 40. let 20. století. V různé intenzitě pokračovalo do roku 1992 a po zavedení moření osiva cukrovky NN bylo utlumeno a až v posledních 5 až 8 letech bylo obnoveno. Význam šlechtitelských programů zaměřených na selekci genotypů cukrovky s tolerancí či rezistencí ke komplexu virů působících žloutenky cukrovky se v současnosti zvýšil. Ve smyslu tolerance až rezistence byly

popsány různé úrovně rezistence (Rusel, 1987). Z praktického pohledu je třeba rozlišovat mezi tolerancí a rezistencí. Při rezistenci dochází k zabránění nebo zpomalení rozmnožování nebo šíření viru v rostlině a obvykle nejsou viditelné příznaky napadení virem na rostlině. Pro toleranci dochází k rozmnožování viru v rostlině a příznaky napadení jsou patrné, ale snížení výnosu tolerantních odrůd je významně nižší než u standardních odrůd. U odrůd s vysokou úrovní rezistence by tak bylo možné zcela omezit foliární aplikace pesticidů vůči přenašečům. U odrůd tolerantních dochází k přenosu virů na další rostliny, zejména při sekundárními migraci, tak foliální aplikace pesticidů může snižovat výskyt a šíření virů a mít tak synergický efekt s mechanismem tolerance.

První rezistentní nebo tolerantní odrůdy cukrovky jsou v současnosti zaregistrovány v Německu (Liebe, 2023) a u nás jsou v registračním zkoušení. U těchto „pionýrských“ odrůd je zatím nižší výkonnost, aktuálně se udává 85 až 90 % výnosu cukru oproti výnosu standardních odrůd. Pokud by tyto nové odrůdy měly být registrovány v národním řízení, bylo by potřeba je zkoušet v podmínkách umělé infekce virovými žloutenkami, a to by vytvořilo velký tlak na změnu dosavadního systému zkoušení (Liebe, 2023).

Řadě šlechtitelských firem se podařilo identifikovat tolerantní i rezistentní zdroje k virům a lez očekávat, že nové odrůdy cukrovky budou registrovány a zavedeny do praxe. Urychlení vývoje rezistentních odrůd cukrovky ke komplexu virů způsobující virové žloutenky přispěje využívaná metoda editace genů CRISPR Cas9 a očekávaná změna evropské legislativy k využívání odrůd, které byly pomocí těchto metod získány.

Otázkou je, zda budou rezistentní odrůdy cukrovky k virovým žloutenkám řešením pro ČR pro následující roky. V ČR na rozdíl od Anglie, Francie bude plošné rozšíření virové žloutenky sice nebezpečné, ale ne pravidelné ve všech letech. V podmínkách ČR bude epidemiologický výskyt virových žloutenek v letech více nepravidelný a závislý na podílu anholocyklických populací a podmínkách zimy pro přezimování mšic a na intenzitě a časovém období přeletu mšice broskvoňové. To může snížit zájem pěstitelů cukrovky využívat rezistentní odrůdy cukrovky v následujících letech. Očekává se, že cena osiva rezistentních odrůd bude vyšší než cena standardních odrůd. V bilanci vícenákladů na osivo a očekávaných přínosů rezistentních odrůd tak bude hrát významnou roli intenzita výskytu virových žloutenek a frekvence opakování epidemií mezi roky.

Vzhledem k obtížné prognóze epidemiologického výskytu virových žloutenek pro budoucí rok by se ve strategii ochrany cukrovky mělo využívat více osivo odrůd s určitým podílem rezistentních odrůd, který může být v počátečních letech nízký. Podíl rezistentních odrůd v dalším období bude závislý na nárůstu výkonnosti nových odrůd v podmínkách ČR a může se zvyšovat s nárůstem škodlivosti virových žloutenek v dalších letech. K nárůstu škodlivosti virových žloutenek cukrovky může docházet v důsledku oteplování. Mírné zimy umožňují v našich podmínkách přezimování anholocyklických populací mšice broskvoňové a následně jejich vyšší abundanci a časnější přelet na cukrovku a vyšší škodlivost virových žloutenek. Význam odolných odrůd k virovým žloutenkám se tak bude zvyšovat. Dalším důvodem může být v krátké budoucnosti významný pokles účinnosti registrovaných účinných látek aphicidů vůči mšice broskvoňové v důsledku selekce rezistentních populací k pesticidům. Je pravděpodobné, že v přechodném období do doby zavedení nových výkonných odrůd cukrovky rezistentních k virům žloutenek budou mít prognostické modely rizik epidemií využívající data ze sítě sacích pastí ÚKZÚZ a operativní insekticidní ochrana vůči přenašečům virů.

10. Dopady ukončení registrace neonikotinoidů jako mořidel osiva máku

Mák setý napadá řada škůdců od zasetí až do období dozrání. Jejich spektrum i význam se v čase poněkud proměňuje. Na základě publikovaných dat (Kolařík et al. 2019) lze mezi nejdůležitější škůdce máku v současné době zařadit tyto druhy: krytonosec kořenový (*Stenocarus ruficornis*), mšice maková (*Aphis fabae*), žlabatka stonková (*Timaspis papaveris*), krytonosec makovicový (*Neoglocianus maculaalba*) a bejlmorka maková (*Dasineura papaveris*). Pro škůdce máku je typické, že vykazují silnou lokálnost – nevyskytují se na všech lokalitách, kde se mák pěstuje a záleží tedy nejen na místě pěstování, ale i na průběhu povětrnostních podmínek během jednotlivých let. Plošným monitoringem a odlišnostmi v zastoupení různých škůdců a jejich významem pro mák na Moravě se zabýval např. Rotrekl (2007). Žlabatkou stonkovou se podrobněji zabývali Šedivý a Cihlař (2005). Sledovali líhnutí dospělců, jejich monitoring, kladení vajíček, napadení máku larvami, mortalitu kukel při přezimování i parazitaci. V literatuře Miller (1956), Bartoš a kol. (1968), Šedivý a kol. (1977) a další uvádějí jako škůdce máku i žlabatku makovou (*Aylax minor*) a žlabatku makovicovou (*Aylax papaveris*). Oba tyto škůdci nebyli při čtyřletém průzkumu lokalit na Moravě zjištěni ani v jednom případě (Rotrekl 2007, 2008). V Maďarsku se ze škůdců máku věnovala pozornost krytonosci makovicovému, který je pokládán za nejnebezpečnějšího škůdce máku, když v některých letech bylo napadeno i 50 % makovic (Saringer 1991). Tento autor se také podrobně zabýval kladením vajíček, teplotním prahem pro vajíčka a larvy i problematikou parazitace. Prokázal, že v některých letech dochází až k 21% parazitaci krytonosce makovicového parazitoidem *Bracon longicaudis*. Zrovna krytonosec makovicový je příkladem škůdce, jehož plošné rozšíření i význam se na území ČR v poslední dekádě podstatně zvětšily a nyní je ho možné považovat za nejvýznamnějšího škůdce máku i zde (Kolařík et al. 2019).

Největší negativní dopad pro pěstitele máku bude mít ukončení registrace neonikotinoidů používaných k moření osiva pro možnost úspěšně kontrolovat krytonosce kořenového (*S. ruficornis*) a předcházet škodám působeným především dospělci tohoto druhu (ale i jeho larvami). Jde především o to, že ke škodám, které způsobují dospělci dochází z hlediska růstu rostlin a vývoje porostu máku velmi záhy po jeho založení. Brouci napadají i klíčící rostliny, což se projevuje (někdy výrazně – záleží na době setí a výskytu na lokalitě) sníženou úrovní vzcházejivosti (Obrázek 3) s prokazatelným negativním dopadem na výnos. Z výsledků pokusů publikovaných Rotreklem (2008) jednoznačně vyplývá, že předcházet těmto škodám lze nejúčinněji pomocí mořidel na bázi clothianidinu a thiamethoxamu (srovnáváno s foliárně aplikovanými insekticidy na bázi pyretroidů a neonikotinoidů). Právě mořidlo na bázi thiamethoxamu (Cruiser OSR) bylo opakovaně na výjimku do máku povolováno.

Jistý negativní dopad spojený s nemožností dále využívat mořidla na bázi neonikotinoidů k ošetření osiva máku, i když na první pohled méně patrný, se může projevit i u dalších škůdců. V tomto případě jde především o mšici makovou (*A. fabae*) a žlabatku stonkovou (*T. papaveris*). Negativní dopad zde spočívá v možnosti postupného nárůstu významu těchto škůdců, neboť v porostech máku pocházejících z namořeného osiva (mořidly na bázi neonikotinoidních účinných látek) se projevuje signifikantně zpomalující vliv na populační dynamiku *A. fabae* (nižší početnost kolonií) a na vyšší mortalitu larev *T. papaveris* během jejich vývoje (Kolařík et al. 2019, Šedivý a Cihlař 2005).



Obrázek 3 - Vliv moření osiva máku na zapojenost porostu, vlevo mák z mořeného osiva na bázi neonicotinoidní účinné látky clothianidin, vpravo nemořená kontrola

11. Možnosti náhrady moření osiva máku neonicotinoidy v ochraně proti škůdcům

Hledání alternativ za neonicotinoidní mořidla v případě máku a možnosti dosáhnout stejných úrovní kontroly k. kořenového (a předcházet snížení vzcházivosti) je velmi komplikované. Z dostupných účinných látek (registrovaných v ČR ale do jiných plodin než mák) používaných k aplikacím do půdy (pyretroid tefluthrin) či v insekticidních mořidlech (diamid cyantraniliprole, butenolid flupyradifurone je v ČR ve registračním řízení do máku) žádné alternativy nedosahují úrovní účinnosti, které by byly srovnatelné (nejvíce se svou účinností blíží tefluthrin a flupyradifurone) s mořidly na bázi clothianidin a thiamethoxam (výsledky projektu QJ1510014: Snížení rizikovosti pěstování máku).

Další z možností, jak předcházet problémům vyplývajícím ze zákazu používání neonicotinoidních mořidel jsou agrotechnické metody, jako je volba vhodných odrůd, čas založení porostu a způsob založení porostu. Neboť zákaz neonicotinoidních mořidel by se mohl projevit v případě máku především nárůstem škod působených krytonoscem kořenovým (*S. ruficornis*), nabízí se jako vhodná metoda předejití škodám působených tímto škůdcem například vysáváním ozimých odrůd máku na podzim. Zemědělci mají nyní k dispozici první českou ozimou odrůdu Olaf (výsledek šlechtění v OSEVA V a V, pracoviště Opava) a několik zahraničních odrůd (zejména z rakouského šlechtění). Rostliny v tomto případě vzcházejí v době, kdy nemůže dojít ke kontaktu s krytonoscem kořenovým. Další agrotechnickou možností je zvážit založení makového porostu ne jako monokulturu, ale jako kulturu smíšenou. Jedním z takových přístupů je např. setí máku s podsevem kmínu dvouletého. Při tomto způsobu

založení mák obvykle vykazuje výrazně menší úroveň poškození od krytonosců než v monokultuře. V oblasti zakládání porostů máku formou směsné kultury za účelem snížení poškození od škůdců a dalších škodlivých organismů je nutný další výzkum.

12. Požadavky na výzkum a státní zprávu pro zdokonalení ochrany cukrovky a máku

Současný stav výzkumu v ČR a v EU

- Výzkum ochrany cukrovky vůči škůdcům byl v ČR téměř na 30 let přerušen, protože ochrana vzcházející cukrovky a ochrana proti přenašečům virů působících žloutenky cukrovky byla spolehlivě zabezpečena mořením osiva neonikotinoidy.
- Výzkum v západní Evropě také po období přerušení je od roku 2021 zaměřen zejména na diagnostiku virů způsobujících virové žloutenky, na toleranci a rezistenci řepy vůči nim, na mšice, zejména na mšici broskvoňovou, jako vektory jejich přenosu, v menší míře pak na insekticidní ochranu vůči postemergentním škůdcům cukrovky (Krick, 2021). Obdobné zaměření výzkumu by mělo být v ČR.
- Od roku 2022 je v ČR řešen projekt TAČR FW04020104 „Zvýšení rentability pěstování řepy cukrové v kontextu zvýšeného výskytu virových žloutenek a trvale udržitelného snižování podílu pesticidů v EU“, řešiteli jsou Agroprogres Kateřinky, s.r.o., VÚRV, ČZU a Řepářský institut. V rámci návrhu projektu je uváděn rozsáhlý seznam cílů projektu, z nichž některé by mohly být řešeny v samostatných navazujících projektech. Příklady témat, které cíle řešení projektu nepokrývají a vyžadovala by výzkumné řešení, jsou uvedeny níže v požadavcích na výzkum.

Požadavky na výzkum

- Výsledky řešení projektu TAČR FW04020104 průběžně publikovat v odborných časopisech pro praxi a využívat je pro aktuální řízení ochrany cukrovky vůči virovým žloutenkám cukrovky. Výsledkem řešení za rok 2022 jsou mimo jiné, dva užité vzory, podle kterých lze detekovat pomocí molekulárních metod virus chlorózy řepy.
- Příklady témat, která by přispěla ke komplexnímu řešení problematiky je: (1) vypracování a ověření metody hodnocení účinnosti rezistentních a tolerantních odrůd cukrovky k virovým žloutenkám cukrovky, zahrnující molekulární metody a (2) výzkum mechanismů rezistence mšice broskvoňové k insekticidům a genetické základy přenosu genů rezistence v holocyklických a anholocyklických populacích, včetně zhodnocení účinnosti nově registrovaných účinných látek vůči rezistentním populacím.
- V rámci Řepářského institutu ve spolupráci s výzkumnými organizacemi prověřit v maloparcelkových a demonstračních pokusech u pěstitelů účinnost mořidla Buteo Start (ú.l. flupyradifuron) vůči mšici broskvoňové a mšici makové.
- V rámci Řepářského institutu dopracovat metodiku ochrany založenou na operativních insekticidních postřicích (Chochola, 2023). Metodiku aktualizovat ve spolupráci s dalšími výzkumnými organizacemi, zejména těmi, které řeší v současnosti výzkumné projekty zaměřené na ochranu cukrovky.
- Ve VÚRV ve spolupráci s ÚKZÚZ z dlouhodobých dat o odchytu mšic do nasávacích lapačů vypracovat model prognózy rizik výskytu virových žloutenek a metodu pro využití dat pro monitoring letové aktivity mšice broskvoňové jako přenašeče virových žloutenek cukrovky pro operativní řízení ochrany.
- Ve VÚRV pokračovat ve výzkumu mechanismů rezistence mšice broskvoňové a hodnocení a detekce citlivosti nebo rezistence ke spektru účinných látek, včetně nově registrovaných v rámci nového výzkumného projektu nebo výzkumného záměru.

- Ve spolupráci Řepařského institutu s agronomickou službou cukrovarů vypracovat a do praxe zavést poradenství pro řízení ochrany proti škůdcům, zejména proti mšici broskvoňové na základě monitoringu jejich výskytu a v regionech.
- Ve spolupráci výzkumných organizací se společností Český modrý mák prověřit účinnost moření osiva máku účinnou látkou tefluthrin a proti škůdců, zejména krytonosci kořenovému a prověřit účinnosti přípravků využitelných pro foliální aplikace proti škůdcům máku po vzejití rostlin.
- Ve spolupráci výzkumných organizací se společností Český modrý mák dotáhnout pokusy vedoucí k registraci přípravku Buteo Start (ú.l. flupyradifurone) za účelem moření osiva (ochrana máku proti k. kořenovému).
- Rozšířit a zvýšit intenzitu výzkumu v oblasti možností využívat různé způsoby zakládání porostů máku formou směsných kultur (hledat pozitivní vlivy nárůstu rostlinné diverzity) za účelem snížení poškození od škůdců a dalších škodlivých organismů.

Požadavky na státní správu.

- V rámci výzkumného programu Země II zařadit problematiku ochrany cukrovky vůči škodlivým organismům jako prioritu a do soutěže pro rok 2024 připravit témata (avízo) pro podprogram II, která nejsou zahrnuta nebo dostatečně zabezpečena v rámci řešení projektu FW04020104.
- V rámci Národního akčního plánu pro udržitelné používání pesticidů nadále podporovat aktivitu „Plošný monitoring škodlivých organismů k přípravkům na ochranu rostlin“, v rámci které je prováděn plošný monitoring rezistence mšice broskvoňové k pesticidům, jehož výsledky jsou zásadní pro volbu účinných přípravků a aktualizaci a uplatňování antirezistentní strategie.
- V rámci ÚKZÚZ rozšířit spektrum registrovaných přípravků s účinnými látkami s různým mechanismem účinku do cukrovky v rámci minoritních indikací. V první etapě proti mšici broskvoňové přípravky s účinnou látkou flupyradifuron, pro zajištění dodržování antirezistentní strategie. Postupně registrovat další přípravky s účinnými látkami s odlišným mechanismem účinků proti mšicím a dalším žravým a savým škůdcům škodícím na cukrovce, podle aktuálních výsledků řešení výzkumu.
- V rámci ÚKZÚZ ve spolupráci s výzkumnými organizacemi vypracovat a ověřit metodu detekce virů způsobujících žloutenky cukrovky ve mšicích z odchyty mšic do nasávacích pastí, případně odchyty do Lambersových misek. Monitoring výskytu virů v přenašečích využít pro prognózu rizik výskytu virových žloutenek na cukrovce.
- V rámci ÚKZÚZ se doporučuje přednostně provádět zkoušení odolných nebo tolerantních odrůd cukrovky k virovým chorobám. Ve spolupráci s pěstitelskými svazy cukrovky a s výzkumnými organizacemi provádět ověřování odolnosti v poloprovozních pokusech s umělými infekcemi virů.

13. Literatura

Anonym, 2020a: In France virus yellows hits southern beet crops badly, Paris works at neonicotinoid comeback. Sugar Industry 145, 2020, 11, s. 647

Anonym, 2020b: Record low beet yield of less than 65 t/ha in France. Sugar Industry 145, 2020, 12, s. 703

Anonym, 2022a: New fragrances, new beet varieties: France`s diversified war on virus yellows. Sugar Industry 147 (2022), 10, s. 489

- Anonym, 2022b: Les bandes fleuries pour protéger la betterave. La betteravier français, No 1156, 06/12/2022, s. 18
- Anonym, 2023: Insecticide seed treatment for Europe, KWS Group, June 2023
- Anthon EW, 1955: Evidence for Green Peach Aphid Resistance to Organo-Phosphorous Insecticides. *J Econ Entomol* 48:56–57
- Bartoš J. a kol., 1968: Ochrana rostlin. SZN Praha, 1968, s.326.
- Bernardová, H., Marek, B, Šafránková, J., 1990: Prognóza počátečního výskytu mšice makové a květilky řepné na rok 1990. Listy cukrovarnické 106, 1990, 5, s. 97 – 102
- Bittner, V., 2021: Virové žloutenky cukrové řepy – co je nového? Překlad z Lennefors, B.L. Listy cukrovarnické a řepařské 7 - 8 červenec - srpen 2021: 240 - 244
- Dewar, A.M., Read, L. A., 1990: Evaluation of an insecticidal seed treatment, Imidacloprid, for controlling aphids on sugar beets. Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases, 1990, 721 – 726
- Dewar, A. M., Qi, A., 2021: The virus yellows epidemic in sugar beet in the UK in 2020 and the adverse effect of the ban on neonicotinoids on sugar beet production. Outlook in Pest Management, April 2021, www.pestoutlook.com
- Eigner, H., 2023: Die Zuckerrübe ist in vielen Gebieten des Schutzes vor Schädlingen beraubt. Agrozucker-Agrostärke 2/2023, s. 16 - 18
- Chochola. J., 2023: Ochrana porostů z osiva nemořeného NNI. Agroinfo (Tereos TTD) 36, březen 2023, s. 11
- Krick, A., 2021: Aktualisierung der Umfrage zu Versuchen und/oder Versuchsprojekten bezüglich Pflanzenschutz. Kick-off meeting of CIBE Working Group on Crop Protection, June 2021
- Kocourek F., Ripl J., 2017: Mšice broskvoňová jako škůdce řepky a přenašeč virů řepky. Úroda 64 (4): 62 – 68
- Kocourek, F. Stará J., Horská T., 2023: Monitoring rezistence mšice broskvoňové k insekticidům a ochrana. Úroda 5: 48 – 54
- Kolařík P., Rotrekl J., Kolaříková K., 2019: Efficacy of biological formulations against *Neoglocianus maculaalba* and *Dasineura papaveris* in *Papaver somniferum*. Plant Protect. Sci., 55: 123–128.
- Liebe, S., 2023: Aktuelles zur Virösen Vergilbung. Zuckerrübe 2023, 4, s. 28 – 30
- Mayrhofer, M., 2021: Insektizide gegen Rübenderbrüssler&Co Notfallzulassung für Neonics gerechtfertigt. Agrozucker-Agrostärke 4/2021, s.15 – 17

Margaritopoulos JT, Kati AN, Voudouris CC, Skouras PJ and Tsitsipis JA, 2021: Long-term studies on the evolution of resistance of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) to insecticides in Greece. *Bull Entomol Res* 1–16

Martinez-Torres D, Foster SP, Field LM, Devonshire AL and Williamson MS, 1999: A sodium channel point mutation is associated with resistance to DDT and pyrethroid insecticides in the peach-potato aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). *Insect Mol Biol* 8:339–346

Miller F., 1956: Zemědělská entomologie, ČSAV, Praha 1956, s. 364 – 365

Moores GD, Devine GJ and Devonshire AL, 1994: Insecticide-Insensitive Acetylcholinesterase Can Enhance Esterase-Based Resistance in *Myzus persicae* and *Myzus nicotianae*. *Pestic Biochem Physiol* 49:114–120

Pavlu, K., Chochola, J., 2023: Moření osiva, situace kolem NNI a výskytu virových žloutenek. *Agroinfo (Tereos TTD)* 35, únor 2023, s. 6

Pavlu, K., Chochola, J., 2023.: Výroční zprávy o pokusech Řepářského institutu. <http://www.semce.cz/download.html>

Pfister, S., Oppermann, R., 2021: Flower strips in sugar beet cultivation enhance biodiversity and beneficial insects. *Sugar Industry* 146 (2021), No 10, 570

Rieckmann, W., Steck, U., 1995: Krankheiten und Schädlinge der Zuckerübe, Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen, 1995

Registr přípravků na OR. www.eagri.cz

Rotrekl, J., 2007: Škůdci máku ve světle jeho narůstajících ploch v posledních letech. *AGRO*, č.5, s. 28-30.

Rotrekl J., 2008: Metodika: Ochrana máku setého (*Papaver somniferum* L.) před některými hmyzími škůdci. Vydal: Výzkumný ústav pícninářský spol. s r.o., Troubsko, s.13.

Ryšánek P., Maňasová M., Chochola J., Zouhar M., 2021: Hrozí nám návrat virových žloutenek řepy? *Listy cukrovarnické a řepářské* 137, 12, s. 411 – 416

Saringer, G., 1991: Biology and control of *Ceutorhynchus maculaalba* Herbst (*Coleoptera, Curculionidae*). *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica* 26, no. 3 – 4: 471 – 481.

Stejskalová M., Titěra D., Kocourek F., 2018: Ohrožují rezidua pesticidů používaných v řepce nás a naše včely? *Úroda* 66 (12): 22 – 24

Sugar Economy Europe, 2023: Verlag Dr. Albert Bartens, Berlin 2023

Russel, G. E., 1958: Sugar beet yellows: A preliminary study of the distribution and interrelationships of viruses and virus strains found in East Anglia 1955–57. *Ann. Appl Biol.*, 46: 393–398

Rostlinolékařský portál (https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public)

Rychlý, S., 2023: Prognóza výskytu mšic na jaře 2023. *Agromanuál* 2: 60 – 63

Ryšánek, P., Maňasová M., Grmová L., Kumar J., Chochola J., Kavlu K., Zouhar M., 2022: Výskyt žloutenkových virů na cukrové řepě v české republice. Sborník abstraktů XXII. ČESKÁ A SLOVENSKÁ KONFERENCE O OCHRANĚ ROSLTIN

Smith, H. G.; Hallsworth, P. B.: The effect of yellowing viruses on yield of sugar beet in field trials, 1985 and 1987. *Ann. Appl. Biol.*, 116: 503–511

Stevens, M.; Hallsworth, P. B.; Smith, H. G., 2004: The effect of Beet mild yellowing virus and Beet chlorosis virus on the yield of UK field-grown sugar beet in 1997, 1999 and 2000. *Ann. Appl. Biol.*, 144: 113–119

Stará J., Hovorka T., Horská T., Zusková E., Kocourek F. 2023: Pyrethroid and carbamate resistance in Czech populations of *Myzus persicae* (Sulzer) from oilseed rape. *Pest Management Science*, First published: 04 July 2023 <https://doi.org/10.1002/ps.7646>

Šedivý, J. a kol., 1977: Klíč k určování chorob a škůdců polních plodin, SZN Praha, s.177 - 181

Šedivý, J., Cihlár, P., 2005: Infestation of poppy cultures with the poppy stem gall wasp (*Timaspis papaveris*) *Cynipidae: Hymenoptera*. *Plant Protect.Sci.*, vol. 41, no.2, s. 73 - 79

Talich, P., Řehák V., Kocourek F. (eds), 2013: Metodická příručka integrované ochrany rostlin proti chorobám, škůdcům a plevelům. Polní plodiny. Česká rostlinolékařská společnost: 360 str.