



Metodika integrované ochrany brambor proti mandelince bramborové v nových agroenvironmentálních podmínkách

Kolektiv autorů

CERTIFIKOVANÁ METODIKA
2023

VÝZKUMNÝ ÚSTAV BRAMBORÁŘSKÝ HAVLÍČKŮV BROD, s. r. o.

KOLEKTIV AUTORŮ

Ing. Petr Doležal, Ph.D. (25 %); **Ing. Ervín Hausvater, CSc.** (25 %); **Ing. Petra Baštová** (5 %)
Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o.

Prof. RNDr. Ing. František Kocourek, CSc. (15 %); **Ing. Jitka Stará, Ph.D.** (10 %)
Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i.

Ing. Petr Sedlák, Ph.D. (5 %); **Ing. Vladimíra Sedláková, Ph.D.** (5 %)
Česká zemědělská univerzita v Praze – Fakulta agrobiologie a přírodních zdrojů

Ing. Oxana Skoková Habuštová, Ph.D. (5 %); **Ing. Jiří Nermuť, Ph.D.** (5 %)
Biologické centrum AV ČR, v. v. i.

DEDIKACE

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu QK1910270 Inovace integrované ochrany proti mandelince bramborové založené na nových poznatcích genetických a biologických charakteristik a výzkumného záměru MZe RO1623.

Publikaci bylo Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským uděleno osvědčení č. UKZUZ 213609/2023 o uznání uplatněné certifikované metodiky v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“.

OPONENTI

Ing. Petr Elzner, Ph.D. – *Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, ÚPŠRR*
Ing. Jana Patočková Ph.D. – *ÚKZÚZ, Oddělení metod monitoringu a prognóz výskytu ŠO*

ISBN 978-80-88614-03-6

OBSAH

1. CÍL METODIKY	2
2. VLASTNÍ POPIS METODIKY	2
2.1. Úvod	2
2.1.1. Životní cyklus škůdce	5
2.1.2. Monitoring a prognóza	7
2.1.3. Vývoj rezistence mandelinky bramborové k insekticidům ve světě a v ČR	7
2.1.4. Antirezistentní strategie	9
2.2. Metody ochrany proti mandelince bramborové	10
2.2.1. Preventivní a agrotechnická opatření	10
2.2.2. Biologická ochrana	12
2.2.3. Fyzikální metody ochrany	14
2.2.4. Insekticidní ochrana	15
2.2.5. Zásady integrované ochrany brambor proti mandelince bramborové	25
3. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	28
4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	28
5. EKONOMICKÉ ASPEKTY	29
6. SEZNAM POUŽITÉ A SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	30
7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	33

Metodika integrované ochrany brambor proti mandelince bramborové v nových agroenvironmentálních podmínkách

1. CÍL METODIKY

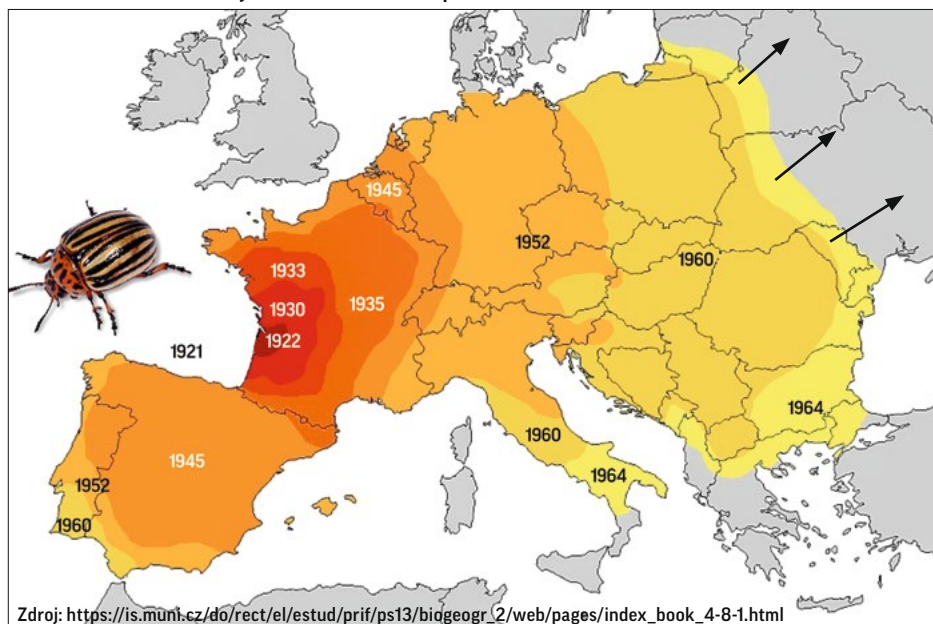
Cílem certifikované metodiky je předat zemědělské praxi aktualizované zásady efektivní integrované ochrany proti mandelince bramborové vycházející z nových poznatků o biologii a genetice populací za situace zužujícího se sortimentu účinných přípravků, narůstající rezistence škůdce k insekticidům a měnících se agroekologických podmínek.

2. VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1. ÚVOD

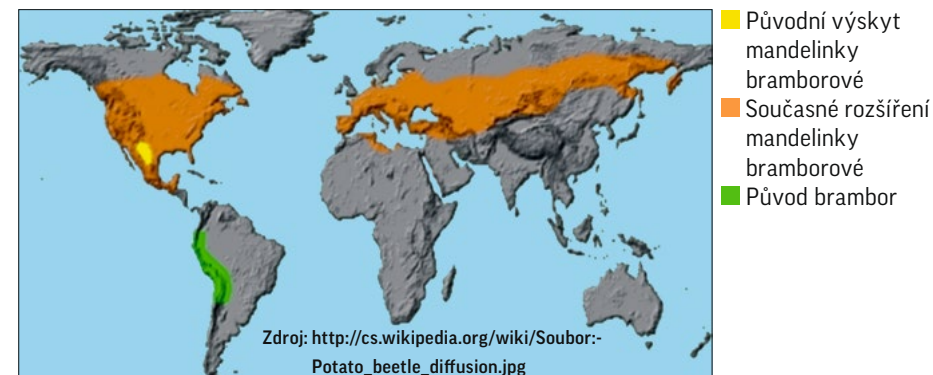
Původní oblastí výskytu mandelinky bramborové, *Leptinotarsa decemlineata* (Say), je jihozápadní část Severní Ameriky a jejím hostitelem byl lilek ostnítý (*Solanum rostratum*). Spolu s rozšířením brambor v polovině 19. století se stala nejvýznamnějším škůdcem této plodiny. Současně je také především v Americe významným škodlivým činitelem při pěstování baklažánu. Na našem kontinentu se poprvé objevila v roce 1922 ve Francii

Obr. 1: Šíření mandelinky bramborové v Evropě



a do konce dvacátého století se stala problémem v celé Evropě (obr. 1), Malé Asii, Iránu, Centrální Asii a západní Číně (obr. 2).

Obr. 2: Výskyt mandelinky bramborové ve světě



Na českém území byla poprvé zjištěna v roce 1945 v západních a severních Čechách a do roku 1958 se rozšířila po celém území. V současné době v ranobramborářských oblastech Polabí a na jižní a jihovýchodní Moravě běžně vytváří dvě generace, v teplejších ročnících mohou být dvě generace i v bramborářských oblastech nebo je druhá generace neúplná.

Mandelinka bramborová (obr. 3) je velmi závažným škůdcem brambor, který je vysoce mobilní a schopný rychlého vývoje rezistence vůči insekticidům. Všude, kde

Obr. 3: Mandelinka bramborová



se vyskytuje, je považována za nejdůležitějšího hmyzího škůdce, který škodí okusem, často až defoliací listů brambor. Dospělec během jednoho dne dokáže zkonzumovat až 10 cm² listové plochy. Dospělí jedinci se vyznačují vysokou plodností, jedna samice může naklást 300 až 800 vajíček. Jedna larva pak během svého larválního vývoje zkonzumuje cca 40 cm² listové plochy. V období, kdy již nemá dostatek „zelené potravy“, se často

presouvá i na hlízy (obr. 4), a to nejenom na ty, které vyčnívají ze země, ale i na hlízy těsně pod povrchem půdy. Pokles výnosu tak může dosahovat desítek procent (graf 1) a být tak limitujícím faktorem pro produkci brambor.

Při absenci ochrany proti tomuto škůdci může dojít i k úplnému zničení úrody (obr. 5 a 6). Na druhou stranu mohou rostliny brambor odolat rozsáhlé defoliaci bez snížení výnosu hlíz, zejména pokud k ní dojde až v období, kdy je již výnos zajištěn. Závislost výnosových ztrát na době, kdy dojde k napadení porostu mandelinkou bramborovou a rozsahu tohoto napadení prokázalo nezávisle několik prací.

Obr. 4: Letní brouci při nedostatku potravy konzumují hlízy



Obr. 5: Při absenci správně zvolené ochrany může dojít k holožírú a následným ztrátám na výnosu

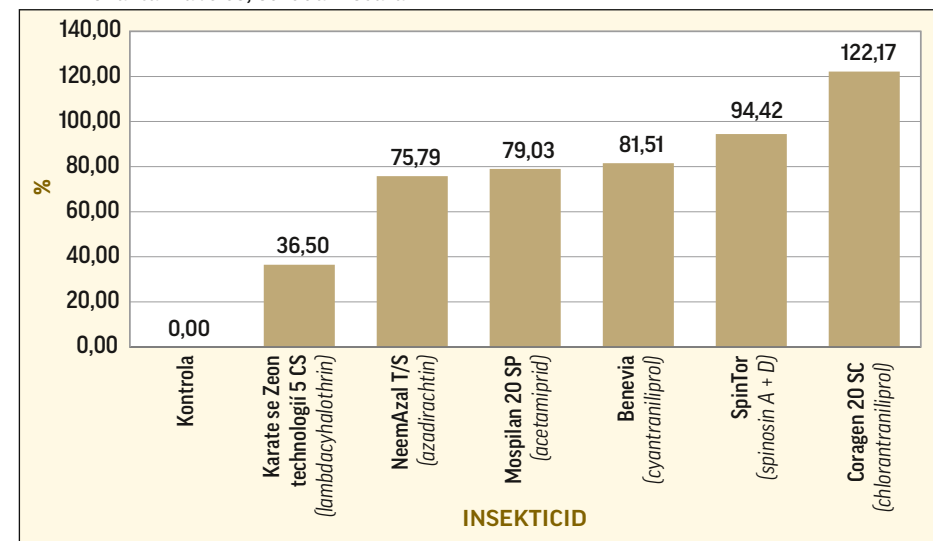


Obr. 6: Úplné zničení vzcházející bramborové rostliny úživným žírem mandelinky bramborové



Mandelinka bramborová patří ve světě ke škůdcům s nejvyšší pravděpodobností rozvoje rezistence vůči insekticidům. Insekticidní ochrana postupně selektuje populace rezistentní vůči širokému spektru účinných látek přípravků. Rezistence mandelinky pravděpodobně zůstane hlavním problémem ochrany proti ní i v budoucnu.

Graf 1: Průměrné procento změny výnosu oproti neošetřené kontrole z let 2019, 2021 a 2023 lokalita: Žabčice, odrůda: Rosara



2.1.1. Životní cyklus škůdce

Brouk přezimuje v půdě v hloubce 10–40 cm. Úspěšnost přezimování záleží nejvíce na dostatku a kvalitě potravy v závěru vegetace a také na průběhu zimy. Úspěšnější přezimování je v lehčích písčitých půdách a v méně proměnlivých teplotních a vlhkostních podmínkách. Přezimování dospělců vyhovují spíše chladnější zimy se stabilním počasím. Teplé zimy hibernující hmyz vysilují a také v nich více podléhá bakteriálnímu a houbovým infekcím. Brouci vylézají ze země obvykle v polovině května po vzestupu teplot v půdě nad 14 °C, vyhledávají potravu a páří se (obr. 7). K oplození samic však může dojít



již na podzim. Vajíčka jsou kladena obvykle ve snůškách o počtu 30 až 35 kusů na spodní stranu listů (obr. 8 a 9). Embryonální vývoj je závislý na teplotě.

Obr. 7: První dospělci mandelinky se objevují na polích v závislosti na průběhu počasí

Obr. 8: Samička mandelinky při kladení vajíček



Obr. 9: Kolonie vajíček mandelinky bramborové na spodní straně listu



Při 20 °C se larvy líhnou v průměru za 10 dnů. Larvy procházejí čtyřmi vývojovými stupni – instary (obr. 10, 11, 12 a 13). Po dokončení vývoje zalézají do země, nejčastěji

Obr. 10: Právě vylíhlé larvy I. instaru



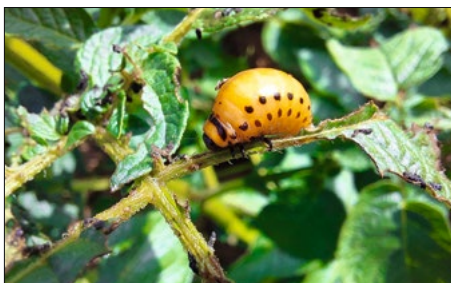
Obr. 11: Larvy II. instaru



Obr. 12: Larvy III. instaru



Obr. 13: Larva IV. instaru



do hloubky 5–12 cm, kde se kuklí (obr. 14) a přibližně po 14 dnech se líhnou dospělci (letní brouci, obr. 15), kteří mohou být v příznivých teplotních podmínkách základem pro vývoj druhé generace, která je úplná především v teplejších oblastech.

Obr. 14: Kukla mandelinky bramborové v půdě



Obr. 15: Letní brouci mandelinky bramborové



2.1.2. Monitoring a prognóza

Výskyt škůdce se zjišťuje počítáním dospělců a ohnisek larev na 1 ha. Závisí na koncentraci ploch a četnosti zařazení brambor v osevních sledech, průměrné teplotě oblasti a na příznivých podmínkách pro přezimování. Prognózu lze provádět podle počtu dospělců v porostech v jarním období. Předpoklad potřeby ošetření je při výskytu 100 brouků na jaře po náletu do porostů. Za práh škodlivosti je pak považováno 14 ohnisek larev na 1 ha nebo výskyt 5 tisíc larev na 1 ha. V praxi však rozhodování podle těchto hodnot nelze paušalizovat. Je známo, že výskyt škůdce v porostu není rovnoměrný a zvláště plochy o více hektarech nevyžadují přímý zásah na celé ploše, což platí zejména v bramborářské oblasti.

2.1.3. Vývoj rezistence mandelinky bramborové k insekticidům ve světě a v ČR

V posledních letech došlo k významným změnám ve spektru povolených přípravků proti mandelince na bramborách. Registrace širokospektrálních přípravků jako organofosfátů, karbamátů a většiny přípravků na bázi neonikotinoidů byly postupně ukončeny. Počet nově registrovaných přípravků vůči mandelince je omezený a jejich používání pro zajištění dostatečné účinnosti vyžaduje častější monitoring výskytu škůdce v porostech a přesnější termín signalizace ošetření. Škodlivost mandelinky bramborové a potřeba ochrany brambor vůči ní se zvyšují, zejména v ranobramborářských oblastech. Vedle omezení spektra přípravků se na tom podílí řada faktorů, zejména riziko rychlé selekce rezistence mandelinky k insekticidům používaným v současnosti a změny v průběhu

počasí v důsledku oteplování klimatu. Vlivem zvyšování teplot má mandelinka bramborová dvě generace v roce nejen v teplých oblastech, ale i ve vyšších polohách celého území ČR. Naproti tomu v teplých oblastech se nemusí v důsledku vysokých teplot a nedostatku srážek druhá generace mandelinky vyvinout, nebo je početnost druhé generace velmi nízká.

Mandelinka bramborová rychle získává rezistenci vůči širokému spektru insekticidů. Od poloviny minulého století byla zaznamenána rezistence mandelinky k 55 různým insekticidům, včetně neonikotinoidů, spinosadu a bakterie *Bacillus thuringiensis*. Z území ČR byla prokázána rezistence mandelinky k DDT. Od 60. let se ochrana proti mandelince prováděla organofosfáty a karbamáty, od počátku 70. let především pyretroidy. Účinnost pyretroidů se rychle snižovala zejména proto, že rezistence k pyretroidům má shodný mechanismus účinku jako rezistence k DDT. Od počátku tohoto století docházelo v praxi k selhávání ochrany proti mandelince jak po aplikacích organofosfátů, tak pyretroidů. Pomocí metod molekulární detekce byl dokladován pro populace mandelinky z Čech vysoký podíl jedinců rezistentních k pyretroidům a k organofosfátům. V prvních 20 letech tohoto století byly v ČR proti mandelince bramborové používány přednostně neonikotinoidy. Rezistence k neonikotinoidu byla zaznamenána poprvé v Severní Americe na konci minulého století, pouhé 3 roky po jeho registraci. Rezistence mandelinky bramborové se šířila a zahrnovala další účinné látky jako thiamethoxam a clothianidin. V roce 2009 bylo již ve střední části USA 95% populací rezistentních k imidaclopridu. V roce 2010 byly provedeny biologické testy citlivosti několika populací z Čech vůči neonikotinoidům. Po aplikaci acetamipridu (Mospilan 20SP) byl zjištěn výskyt rezistence u některých lokálních populací mandelinky, zatímco po aplikaci thiaclopridu (Biscaya 240OD) nebyl zjištěn pokles účinnosti. V roce 2013 byla na lokální populaci mandelinky zjištěna rezistence k acetamipridu a dosud dostatečná účinnost přípravku na bázi thiaclopridu. Následně byl v ČR registrován proti mandelince přípravek na bázi thiamethoxamu (Actara 25WG), který vykazoval do doby ukončení registrace vůči mandelince vysokou účinnost. Proti mandelince byl ještě registrován přípravek na bázi imidaclopridu (Mido 20SC), jehož rozšíření do doby ukončení registrace bylo nízké. V roce 2017 bylo provedeno srovnání stupně rezistence mandelinky s rezistencí zjišťovanou v letech 2008 až 2013. K roku 2017 došlo ke zvýšení stupně rezistence populací mandelinky k pyretroidům i organofosfátům u všech 9 hodnocených populací. K roku 2017 došlo ke zvýšení stupně rezistence mandelinky k acetamipridu i thiaclopridu u všech hodnocených populací a byla dosud dostatečná účinnost přípravků na bázi thiamethoxamu. V roce 2017 byl zachycen patrný trend snižování účinnosti thiamethoxamu. V roce 2018 nebyla zjištěna křížová rezistence

k acetamipridu a thiaclopridu, ačkoliv tyto látky mají obdobnou chemickou strukturu a patří do stejné skupiny pyridylmethylamine neonikotinoidů. Od roku 2020 po ukončení registrace neonikotinoidů (s výjimkou acetamipridu) je ochrana proti mandelince bramborové v ČR prováděna převážně nově registrovanými diamidy a spinosiny.

Rezistence k insekticidům neznamená pro škůdce jen výhodu, může naopak ovlivňovat negativně jeho reprodukční zdatnost. Na tuto charakteristiku lze usuzovat podle biologických charakteristik, jako jsou relativní rychlost růstu, plodnost apod. V rámci řešení projektu, jehož výsledkem je tato metodika, byl proveden experiment k potvrzení hypotézy, jestli lokální rezistentní populace mandelinky bramborové k pyretroidu a neonikotinoidu mají sníženou reprodukční zdatnost. V roce 2020 byla ve třech konstantních teplotách hodnocena rychlost růstu larev na 4 lokálních populacích mandelinky s rozdílnou rezistencí k pyretroidům a neonikotinoidům. Při hodnocení relativní rychlosti růstu larev a rezistence k insekticidům nebyl zjištěn prokazatelný vztah mezi rychlostí růstu larev (RGR) a stupněm rezistence k pyretroidům nebo neonikotinoidům (podle zjištěných hodnot LC50). Pro rezistentní populace mandelinky bramborové k pyretroidům a k acetamipridu v ČR nebyl prokázán negativní vliv rezistence na biologickou aktivitu, jako je rychlost růstu larev. Získané poznatky také dokladují, že rezistence k pyretroidům a neonikotinoidům zůstává v populacích uchována po dlouhé období i po ukončení selekčního tlaku těchto účinných látek.

2.1.4. Antirezistentní strategie

Jak již bylo dříve zmíněno, mandelinka bramborová se vyznačuje vysokou flexibilitou, velmi rychle se adaptuje na chemické látky a rychle dochází k selekci rezistentních jedinců vůči nim. Dokáže rovněž současně vytvořit rezistenci k látkám ze stejné skupiny, ale může být rezistentní dokonce vůči dvěma nebo více skupinám účinných látek. Z tohoto důvodu je při insekticidní ochraně proti tomuto škůdci zcela zásadním opatřením dodržování antirezistentní strategie. Jejím základem u mandelinky bramborové je střídání přípravků s rozdílným mechanismem účinku. K tomu je ale nutný širší výběr insekticidů z různých skupin přípravků s odlišným mechanismem účinku. Realizace tohoto doporučení je ale u nás obtížná vzhledem k již prokázané rezistenci mandelinky k několika skupinám účinných látek (pyretroidy, organofosfáty a neonikotinoidy). Navíc v posledních letech v EU dochází k silnému omezování a restrikcím celé řady pesticidů, včetně přípravků proti mandelince bramborové. Postupně z Registru přípravků vymizely insekticidy s obsahem účinných látek imidaclopridu, thiamethoxamu a thiaclopridu, které byly doposud velmi účinné. Důvodem jejich vyřazení byla zejména jejich potenciálně vysoká rizikovitost pro včely. To samé se stalo i s organofosfáty a účinnou látkou

chlorpyrifos. Je nutno také konstatovat, že tyto účinné látky, s výjimkou přípravků na bázi chlorpyrifosu, velmi dobře účinkovaly jak na populace mandelinky, tak zároveň i na populace mšic, což bylo jejich velkou výhodou.

Z uvedeného plyne, že pokud nedojde k registraci nových účinných látek, může do budoucna vyvstat velký problém právě s dodržováním antirezistentní strategie a s nárůstem rezistentních populací i vůči zbývajícím účinným látkám, které ještě vykazují proti mandelince bramborové dostatečnou účinnost.

2.2. METODY OCHRANY PROTI MANDELINCE BRAMBOROVÉ

2.2.1. Preventivní a agrotechnická opatření

Prevence spočívá především v zařazení brambor na jednom stanovišti po 3–4 letech v rámci osevního sledu, protože dospělé larvy se kuklí a přezimují přímo na pozemku, kde se brambory pěstují. Je však zřejmé, že tímto opatřením nelze napadení porostů v následujícím roce zcela omezit, zvláště při vyšší koncentraci ploch brambor v daném obvodu, nebo při nedodržení výše uvedeného odstupu v pěstování brambor, což bývá časté v ranobramborářských oblastech. Jarní brouci se také při vyhledávání potravy přesunují na poměrně velké vzdálenosti. Dále populaci přezimujících dospělců redukuje pečlivé obdělávání půdy, kdy část jedinců uhynie nebo je poraněna a také sesbírána hmyzožravými ptáky. Minimalizace zpracování půdy nebo upuštění od hluboké orby tedy k redukci přezimujících imag nepřispívá. Zvláště použití rotačních kypřičů při obdělávání půdy likviduje řadu jedinců. To platí i o technologii odkameňování, kdy jsou přezimující brouci ničeni při prosévání půdy (obr. 16).

Obr. 16: Technologie odkamenění – prosévání půdy

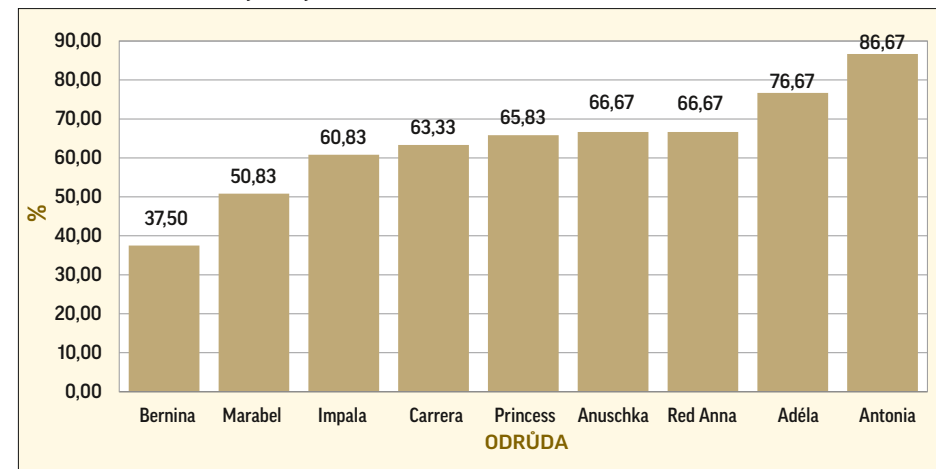


Je skutečností, že mandelinka upřednostňuje některé odrůdy (obr. 17, graf 2). Dosud se uvádělo, že preference některých odrůd je dána nižším obsahem solaninu nebo menší hustotou a délkou trichomů (obr. 18). Poslední poznatky však ukázaly, že toto

Obr. 17: Některé odrůdy mandelinka bramborová preferuje více

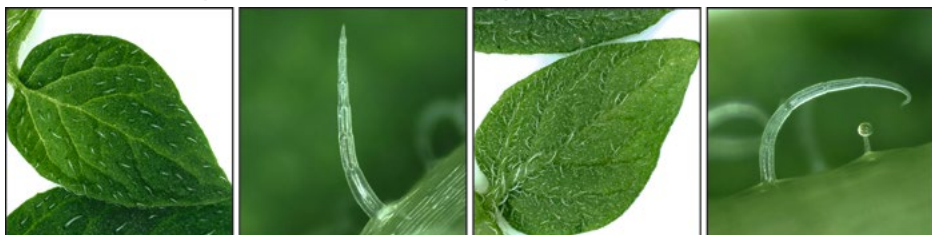


Graf 2: Porovnání průměrného procenta úbytku listové plochy (defoliace) žírem mandelinky bramborové u vybraných odrůd k 8. 7. 2021 na lokalitě Žabčice



zdůvodnění není jednoznačné. Vzhledem k tomu, že při výběru odrůd je dáována především přednost kvalitě a výnosu a u větších pěstitelů rozhoduje i řada dalších kritérií, je tato skutečnost prakticky velmi omezeně využitelná.

Obr. 18: Mandelinka preferuje některé odrůdy také podle množství a stavby trichomů



2.2.2. Biologická ochrana

Kromě využití stále diskutovaných geneticky modifikovaných plodin se jako perspektivní řešení problému rezistence škůdce jeví vývoj metod biologické ochrany rostlin za pomoci přirozených patogenních organismů, které napadají hmyz.

Mezi původci nemocí hmyzu můžeme kromě virů a bakterií nalézt i mnohé druhy entomopatogenních hub. Některé z nich se již v šedesátých letech minulého století začaly využívat v ochraně rostlin před škůdci. V současnosti je na trhu zhruba 170 produktů, tzv. mykoinsekticidů, které využívají zejména houby rodu *Beauveria*, *Metarhizium* a *Cordyceps*. Houby usmrcují hostitele tím, že produkují toxické metabolity, například toxin zvaný *beauvericin* a mnohé jiné. Nejprve však musí překonat mechanickou bariéru, kterou je hmyzí kutikula. K tomu využívají různé enzymy. Uvnitř těla hostitele houba tvoří mycelium, které po nějaké době prorůstá na povrch mumifikovaného těla, kde se začnou vytvářet konidiospory. Těmi se patogen šíří větrem a deštěm do okolí a může infikovat celou populaci škůdce. Dalšími parazitickými organismy jsou parazitické hlístice. Vyskytují se běžně v půdě, mají protáhlé hadovité tělo mikroskopické velikosti a do hmyzího hostitele pronikají nejčastěji tělními otvory. Jejich životní cyklus je poměrně komplikovaný. Invazní larva se vyskytuje volně v půdě. Jakmile objeví vhodného hmyzího hostitele, proniká do jeho těla. Cyklus pokračuje přes několik generací v mrtvém hostiteli a uzavírá se v době, kdy jsou živiny z těla hostitele vyčerpány. V ten moment se larvy druhého instaru mění na invazní, a ty se vydávají do vnějšího prostředí. Na rozdíl od entomopatogenních hub si však dokážou svoji oběť aktivně vyhledat a překonat přitom vzdálenost až několika desítek centimetrů. Hlístice si s sebou nosí symbiotické bakterie rodu *Xenorhabdus* nebo *Photorhabdus*. A právě tyto bakterie jsou hlavní zbraní hlístice proti hmyzu. Bakterie, podobně jako houba, produkují řadu

pro hmyz toxických látek. V usmrceném těle se pak tyto bakterie množí a slouží jako potrava pro hlístice, které by samy nebyly schopné živiny z hmyzího těla využít.

Další mimořádně slibná metoda, která v blízké budoucnosti nepochybně najde své místo mezi moderními pesticidy a v precizním zemědělství, je RNA interference. Jedná se o novou progresivní techniku, která spočívá v topikální aplikaci dvouvláknové RNA (dsRNA) vysoce specifické jen vůči konkrétnímu škůdci nebo jeho blízkce příbuzným a nehrozí tak riziko zasažení celého spektra necílových druhů poskytujících cenné ekosystémové služby. Díky této specifitě a také prodlevě mezi aplikací a zpracováním či konzumací nehrozí riziko ani pro koncové uživatele, tedy člověka nebo hospodářská zvířata. Metody RNAi byly v minulosti experimentálně cíleny například vůči bázilvici kukuřičnému (*Diabrotica virgifera*), černopásce bavlníkové (*Helicoverpa armigera*) i jiným invazivním škůdcům. Takto založené přístupy jsou bezpečné pro člověka, neboť dsRNA není v prostředí příliš stabilní, zároveň je lidským imunitním systémem rychle rozpoznána a zneškodněna. Ochranu též člověku poskytuje sám zažívací trakt, kde dochází k rychlé destrukci molekul nukleových kyselin. Z dostupných informací je zřejmé, že brouci jsou vůči dsRNA poměrně citliví. Jiný hmyz však zasažen nebývá. Podobně bezpečná je metoda i pro včely. RNAi pesticidy jsou, zdá se, velmi nadějnou cestou pro špičkovou zemědělskou praxi. V dohledné budoucnosti se tak pravděpodobně objeví kvalitní a mimořádně účinné látky schopné regulovat řadu problematických škůdců, které nebudou zatěžovat životní prostředí a ohrožovat necílové organismy.

V současné době stoupá poptávka po biologických metodách ochrany rostlin, neboť požadavky kladené na zemědělce se zvyšují s poptávkou zákazníků po nechemicky ošetřovaných plodinách a produktech. V České Republice jsou pro redukci mandelinky bramborové registrovány pouze dva bioinsekticidní přípravky. Jedná se o přípravky na bázi azadirachtinu, tj. výtažku z rostliny *Azadirachta indica* (Neem Azal T/S a Aza) a s aktivní látkou spinosad (přírodní produkt) získaný z fermentačního procesu bakterie *Saccharopolyspora spinosa* (Spintor a Nexsuba). Je možné též využít aplikaci entomopatogenních hlístic rodu *Steinernema* (Nemaplus) nebo *Heterorhabditis* (Nematop) na larvy a kukly mandelinky. Na trhu jsou dostupné též přípravky Naturalis a Botanigard na bázi entomopatogenní houby *Beauveria bassiana*, (obr. 19), která má prokazatelně dobrou účinnost

Obr. 19: Mandelinka bramborová napadená entomopatogenní houbou *Beauveria bassiana*



na larvy i dospělé mandelince. Tyto přípravky však proti mandelince nejsou registrovány. Ačkoliv v laboratorních a poloprovozních pokusech má houba vynikající výsledky, v polních aplikacích je její účinnost problematická, zejména v období přisušků, kdy suché počasí s intenzivním slunečním zářením pro ni nevytváří vhodné podmínky. Negativně mohou působit také aplikace fungicidních látek proti plísní bramboru a alternariovým skvrnitostem. Větší využití by tak mohla *B. bassiana* najít spíše v ekologické produkci.

Zájem o biopreparáty na bázi hmyzích patogenů a různých přírodních látek, RNAi nevyjímaje, se bude nepochybně dále rozšiřovat, protože mnohé konvenční insekticidy budou v dohledné době vyřazovány ze seznamu povolených látek, ať už z důvodu vzniku rezistence cílových škůdců, nebo kvůli zpříšňujícím se požadavkům na bezpečnost přípravků na ochranu rostlin a negativní vliv pesticidů na životní prostředí. Biologické preparáty tak budou spolu s novými látkami (např. na bázi RNAi) vhodnou alternativou. Přechod k biologickým a integrovaným systémům ochrany však nebude jednoduchý, neboť specifické požadavky biologických agens si vynutí úpravu stávající technologie.

2.2.3. Fyzikální metody ochrany

Na malých plochách je možno doporučit sběr brouků a jejich likvidaci. Je třeba se zaměřit nejdříve na jarní brouky, kteří se vyskytují v květnu a v červnu. Jejich včasným sběrem a likvidací zamezíme vykladení vajíček. Stejně tak mechanicky ničíme později vajíčka a larvy. Speciálně pro větší porosty na ekologických farmách byly vyvinuty stroje, které odsávají brouky a larvy z napadených rostlin nebo také sklepávače (obr. 20), které mají setřásat opět jak brouky, tak larvy vyšších instarů a omezit tak žír.

Obr. 20: Chytač, sklepávač mandelinky bramborové od firmy Field Workers, určený především pro ekologicky hospodařící zemědělce



Tato jednoúčelová a energeticky poměrně náročná mechanizace se u nás neuplatňuje. Své opodstatnění může mít na větších plochách ekologicky pěstovaných brambor.

2.2.4. Insekticidní ochrana

Použití insekticidů je velmi účinnou a pro intenzivně hospodařící podniky základní metodou ochrany proti mandelince bramborové. Je však třeba dodržovat pravidla bezpečné aplikace a antirezistentní strategii (viz výše).

Podle Registru přípravků na ochranu rostlin je v ČR v současné době, bez souběžných dovozů, pro profesionální uživatele ve velkobaleních proti mandelince bramborové registrováno 30 přípravků (tabulka 1), z toho je 16 ze skupiny pyretroidů, pět ze skupiny neonikotinoidů, ale všechny pouze na bázi acetamipridu, pět ze skupiny diamidů, dva ze skupiny spinosinů a dva botanické insekticidy.

Nosnými přípravky pro ochranu brambor proti mandelince bramborové jsou v současnosti přípravky ze skupiny diamidů a spinosinů, které jsou vysoce účinné i na populace mandelince rezistentních k jiným skupinám účinných látek. Ze skupiny diamidů se jedná o dvě účinné látky chlorantraniliprol a cyantraniliprol, kdy se ale nedoporučuje v jedné sezóně použít proti mandelince obě účinné látky. To by pouze zvyšovalo riziko selekce rezistence současně k oběma účinným látkám diamidů. Z tohoto důvodu je nezbytné při nutnosti vícenásobné aplikace využít jeden z přípravků ze skupiny diamidů a jeden ze dvou přípravků ze skupiny spinosinů. Lze využít i botanické přípravky NeemAzal T/S, nebo Aza na bázi azadirachtinu.

V letech 2018–2023 se postupně zvyšovala a územně rozšiřovala rezistence lokálních populací mandelinky bramborové k acetamipridu. Přípravky na této bázi se pro ochranu proti mandelince bramborové plošně nedoporučují. Jejich případné použití je vázáno na znalost stupně rezistence populací mandelinky bramborové k acetamipridu v daném podniku nebo regionu. To prokázal i pokus založený v roce 2019 ve výzkumné stanici VÚB ve Valečově (viz Detailní hodnocení chemické skupiny neonikotinoidy str. 19)

Vzhledem k prokázané rezistenci mandelinky bramborové k pyretroidům se nedoporučuje použití přípravků z této skupiny chemických látek. Přesto je řada pěstitelů stále používá, i když jejich účinnost je zcela nedostatečná. Taková ochrana je neekonomická a udržuje nebo dále selektuje rezistenci škůdců k pyretroidům.

V režimu ekologického zemědělství je základem ochrany brambor vůči mandelince bramborové spinosad. Vzhledem ke zvýšenému riziku selekce rezistentních populací ke spinosadu se doporučuje jej střídát s botanickým přípravkem na bázi azadirachtinu (NeemAzal T/S, nebo Aza). Dalšími možnostmi je využití například sklepávačů mandelinky bramborové, o kterých bylo psáno v kapitole Fyzikální metody ochrany (viz str. 14).

Tabulka 1: **INSEKTICIDY REGISTROVANÉ V ČR PROTI MANDELINCE BRAMBOROVÉ**

Zařazení do skupiny podle účinné látky	Účinná látka	Obchodní jméno přípravku	Dávka na ha	OL
PYRETROIDY	cypermethrin	Cyperfor 100 EW	0,25 l	14
	cypermethrin	Sherpa 100 EW	0,25 l	14
	deltamethrin	Decis Forte	75 ml	7
	deltamethrin	Decis Mega	0,1 l	14
	deltamethrin	Decis Protech	0,30-0,35 l	14
	deltamethrin	Delmetros 100 SC	0,05 l	7
	deltamethrin	Demetrina 25 EC	0,4 l	3
	deltamethrin	Delta Expert	75 ml	7
	deltamethrin	Dinastia	0,1 l	14
	deltamethrin	Dinastia Expert	75 ml	7
	deltamethrin	Koron 100 SC	0,05 l	7
	deltamethrin	Scatto	0,4 l	3
	lambda-cyhalothrin	Karate se Zeon technologií 5 CS	0,15 l	14
	lambda-cyhalothrin	Kendo 5 CS	0,15 l	14
	tau-fluvalinate	Evure	0,1 l	14
	tau-fluvalinate	Mavrik Smart	0,1 l	14
DIAMIDY	cyantraniliprol	Benevia	0,125 l	14
	chlorantraniliprol	Coragen 20 SC	50-60 ml	14
	chlorantraniliprol	Suvisio 20 SC	50-60 ml	14
	chlorantraniliprol	Suvisio 200 SC	50-60 ml	14
	chlorantraniliprol	Voliam	50-60 ml	14
	acetamiprid	Acetguard	0,06 kg	7
NEONIKOTINOIDY	acetamiprid	Alphamiprid 20 SP	0,06 kg	7
	acetamiprid	Gazelle	0,06 kg	7
	acetamiprid	Mospilan 20 SP	0,06 kg	7
	acetamiprid	YOROI	0,06 kg	7
SPINOSINY	spinosad	Nexsuba	0,15 l	7
	spinosad	SpinTor	0,15 l	7
BOTANICKÝ PREPARÁT	azadirachtin	Aza	2,5 l	4
	azadirachtin	NeemAzal T/S	2,5 l	4

Zdroj: Registr přípravků ÚKZÚZ a Rostlinolékařský portál, prosinec 2023

Vysvětlivky: OL = ochranná lhůta ve dnech

POZNÁMKA: Přesné použití přípravku viz Registr přípravků ÚKZÚZ a etiketa přípravku

DETAILNÍ HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH SKUPIN ÚČINNÝCH LÁTEK A PŘÍPRAVKŮ NA ZÁKLADĚ PROVEDENÝCH POKUSŮ V LETECH 2019 AŽ 2023

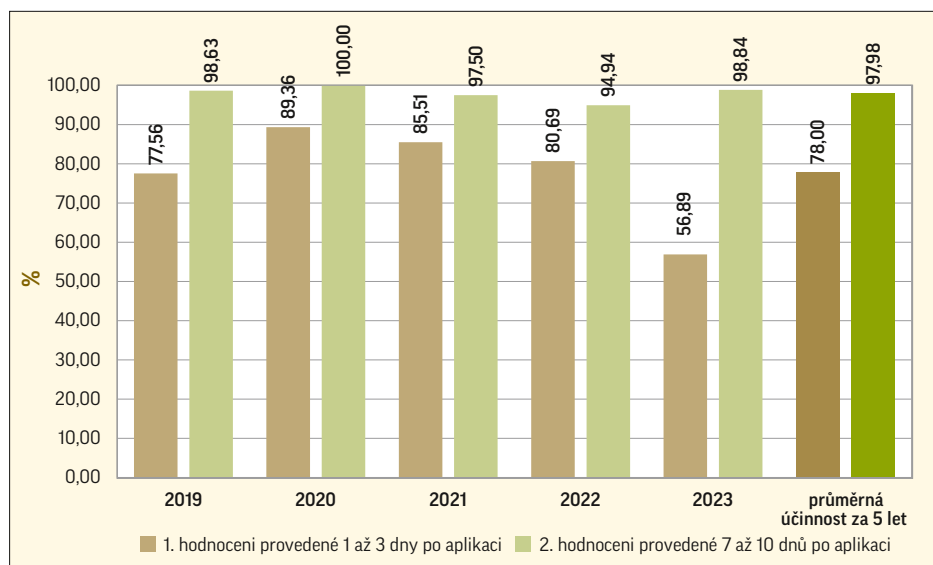
Chemická skupina: Diamidy

Chemická skupina diamidů je v ČR zastoupena dvěma účinnými látkami v pěti formulacích přípravků. Rezistentní populace proti diamidům se v ČR prozatím nevyskytují, a proto je skupina vhodná pro antirezistentní strategii. Nedoporučuje se v jedné sezóně použít proti mandelince obě účinné látky. Přípravky nelze využít v ekologickém zemědělství.

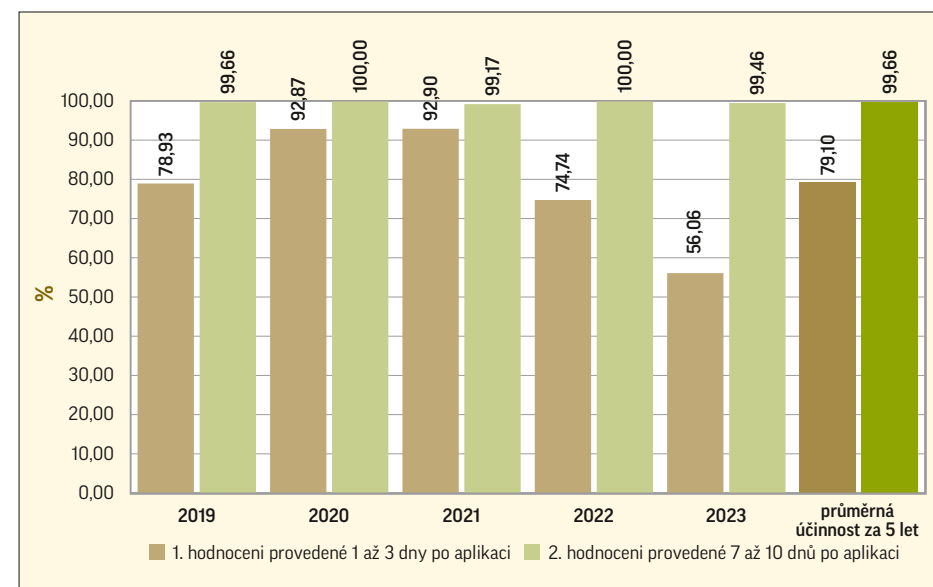
Do pokusů byly zařazeny přípravky Benevia a Coragen 20 SC a patřily v pokusech mezi přípravky s nejvyšší účinností. Průměrná účinnost těchto přípravků za pět let byla při hodnocení provedeném do dvou dnů po aplikaci téměř 80% a do osmi dnů po aplikaci se blížila 100% (graf 3, 4).

Z dlouhodobého hlediska se poměrně často setkáváme u diamidů s o něco nižší účinností právě při prvním hodnocení po aplikaci, které se standardně provádí s odstupem 1–3 dnů. To ukazují i uvedené grafy. Při pohledu na graf 10 (str. 24) je ale zřejmé, že po aplikaci již prakticky nedochází k žíru. Průměrné procento úbytku listové plochy při hodnocení za 6–11 dnů po aplikaci se pohybovalo za celé období sledování u obou testovaných přípravků okolo 1%, kdežto u neošetřené kontroly byla průměrná defoliace 25,8%. To je ve shodě s tím, že diamidy způsobují mimo jiné i svalovou disfunkci a larvy přestávají žrát.

Graf 3: Průměrná účinnost přípravku CORAGEN 20 SC v jednotlivých termínech hodnocení podle Hendersona-Tilltona vůči neošetřené kontrole na mandelinku bramborovou (larvální stádia L I až L IV) v letech 2019 až 2023 na lokalitě Žabčice



Graf 4: Průměrná účinnost přípravku BENEVIA v jednotlivých termínech hodnocení podle Hendersona-Tilltona vůči neošetřené kontrole na mandelinku bramborovou (larvální stádia L I až L IV) v letech 2019 až 2023 na lokalitě Žabčice



Chemická skupina: Neonikotinoidy

Rezistentní populace mandelinky bramborové se v ČR vyskytují, a proto je vhodnost pro antirezistentní strategii omezena. Přípravky též nelze využít v ekologickém zemědělství.

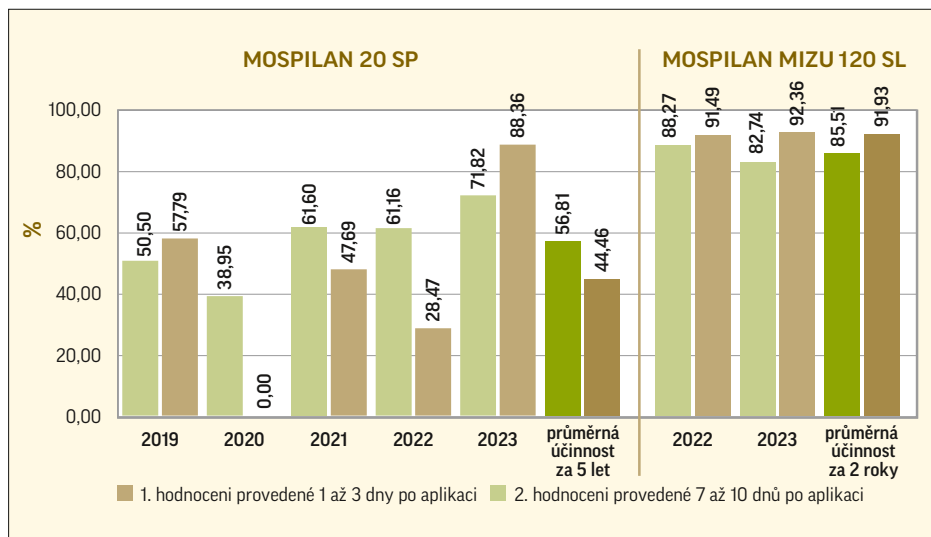
Do pokusů byl zařazen jako zástupce přípravků z této skupiny přípravek Mospilan 20 SP. Po jeho zavedení byla účinnost tohoto přípravku vysoká a dosahovala velmi často i hranice 100%. Od roku 2013 jsme v pokusech sledovali snížení účinnosti na cca 80%. V současné době, jak ukázaly i výsledky z let 2019 až 2022 (graf 5), průměrná účinnost poklesla k hranici 50%. Jak lze vidět na uvedeném grafu, tak v roce 2023 bylo v Žabčicích zaznamenáno zvýšení účinnosti při druhém hodnocení k 90%, což mohlo být způsobeno výskytem citlivější populace k acetamidu.

K poměrně rychlému rozšíření rezistentních populací mohla přispět i nižší registrovaná dávka proti mandelince bramborové ve výši 0,06 kg/ha. Tento přípravek je u řady plodin (např. rajče, paprika, okurka) s výjimkou brambor též registrován proti mšicím, kde je jeho účinnost stále vysoká, ale v dávce minimálně 0,125 kg/ha, tedy v dávce více než dvojnásobné oproti registrované dávce proti mandelince bramborové.

V roce 2019 na výzkumné stanici VÚB Valečov, kde se tento přípravek v předchozích letech prakticky neaplikoval, byla zjištěna účinnost při druhém hodnocení 97,46%.

Z toho je zřejmé, že v lokalitách, kde se přípravek nepoužíval, nebo používal pouze v omezeném množství a vyskytují se zde citlivější populace k actamipridu, lze přípravky na bázi této účinné látky potenciálně zařadit do antirezistentní strategie.

Graf 5: Průměrná účinnost přípravku MOSPILAN 20 SP a MOSPILAN MIZU 120 SL v jednotlivých termínech hodnocení podle Hendersona-Tilltona vůči neošetřené kontrole na mandelinku bramborovou (larvální stádia L I až L IV) v letech 2019 až 2023 na lokalitě Žabčice



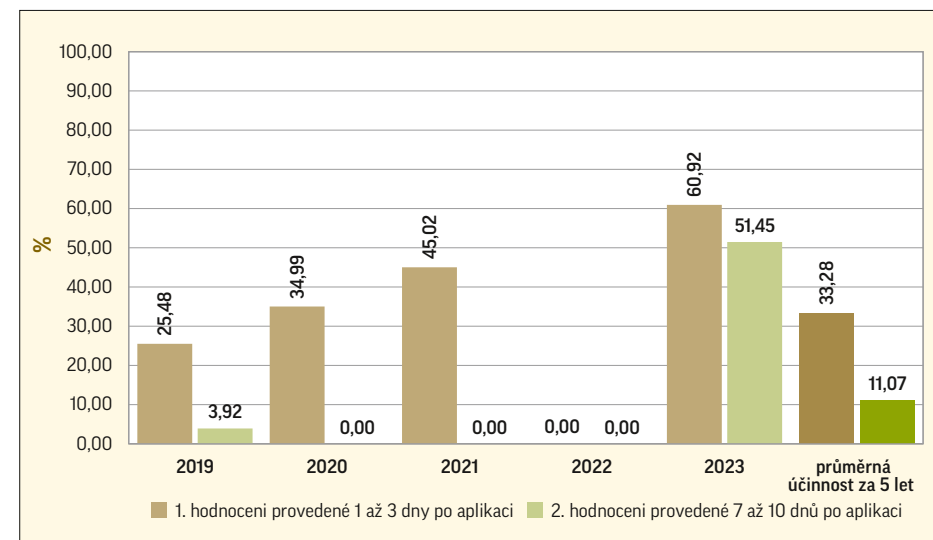
Chemická skupina: Pyretroidy

Chemická skupina pyretroidů je v ČR zastoupena čtyřmi účinnými látkami v 16 přípravcích. Rezistentní populace v ČR jsou plošně rozšířeny, a proto je nelze použít do antirezistentních strategií. Přípravky též nelze využít v ekologickém zemědělství.

Výsledky pokusů prokázaly velmi nízkou účinnost přípravku Karate se Zeon technologií na mortalitu larev ve všech sledovaných letech. To odpovídá tomu, že populace mandelinky bramborové v ČR jsou k této chemické skupině dlouhodobě rezistentní.

Účinnost daného přípravku (graf 6) v lokalitě Žabčice dosahovala v průměru pěti let při prvním hodnocení cca 33%. Následně při druhém hodnocení (tzn. cca po 7-8 dnech) účinnost klesla v průměru na 11%, přičemž v letech 2020 až 2022 nebyla již zjištěna účinnost žádná. Účinnosti přípravků v jednotlivých letech odpovídá i úbytek listové plochy. Přičemž v průměru pěti let dosáhl úbytek listové plochy cca 50% zjištěného úbytku na kontrole (graf 10).

Graf 6: Průměrná účinnost přípravku KARATE SE ZEON TECHNOLOGIÍ 5 CS v jednotlivých termínech hodnocení podle Hendersona-Tilltona vůči neošetřené kontrole na mandelinku bramborovou (larvální stádia L I až L IV) v letech 2019 až 2023 na lokalitě Žabčice

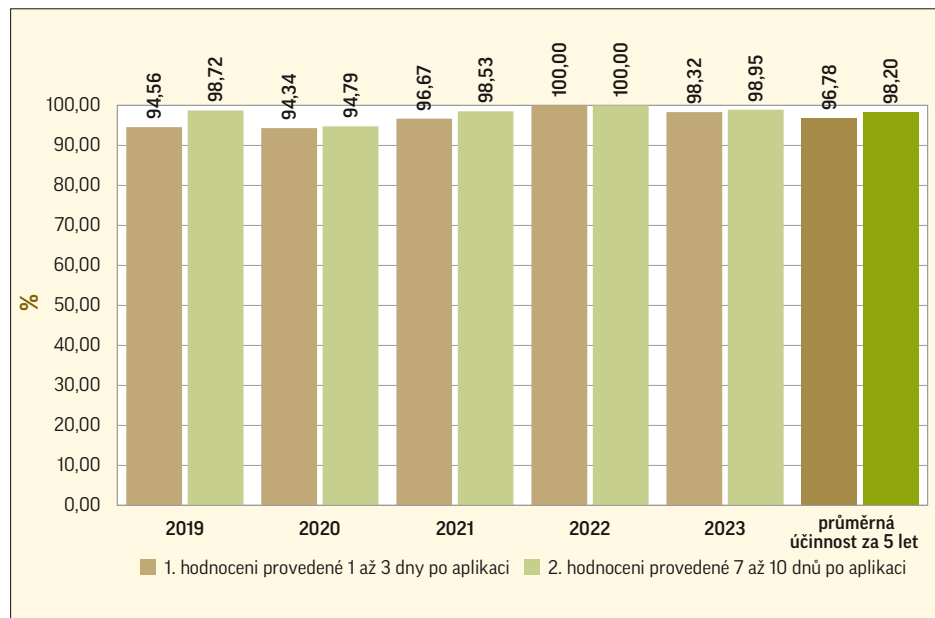


Chemická skupina: Spinosiny (biochemické pesticidy)

Chemická skupina spinosinů je v ČR zastoupena jednou účinnou látkou ve dvou přípravcích. Rezistence v ČR nebyla zaznamenána, a proto jej lze použít do antirezistentní strategie. Přípravek lze též využít v ekologickém zemědělství.

Účinná látka spinosad, jak už bylo popsáno dříve, je získávána fermentační činností běžně se vyskytující půdní bakterie *Sacharopolyspora spinosa*. Již od svého uvedení na trh si tento biologický přípravek udržuje vynikající účinnost, kterou potvrdil i ve sledovaných letech 2019 až 2023 (graf 7), kdy vždy v účinnosti přesáhl 90% proti všem vývojovým stádiím larev již při prvním termínu hodnocení po aplikaci. V následujícím termínu hodnocení účinnost narostla až k hranici 100%. Jak je patrné z grafu 10, úbytek listové plochy se zastavil prakticky ihned po aplikaci. V průměru všech 5 let na variantě ošetřené tímto přípravkem došlo k nejnižšímu úbytku listové plochy (pouze o 0,8%) v porovnání se všemi ostatními variantami. V letech 2019, 2020 a 2022 se úživný žir zastavil okamžitě po aplikaci.

Graf 7: Průměrná účinnost přípravku SPINTOR v jednotlivých termínech hodnocení podle Hendersona-Tilltona vůči neošetřené kontrole na mandelinku bramborovou (larvální stádia L I až L IV) v letech 2019 až 2023 na lokalitě Žabčice

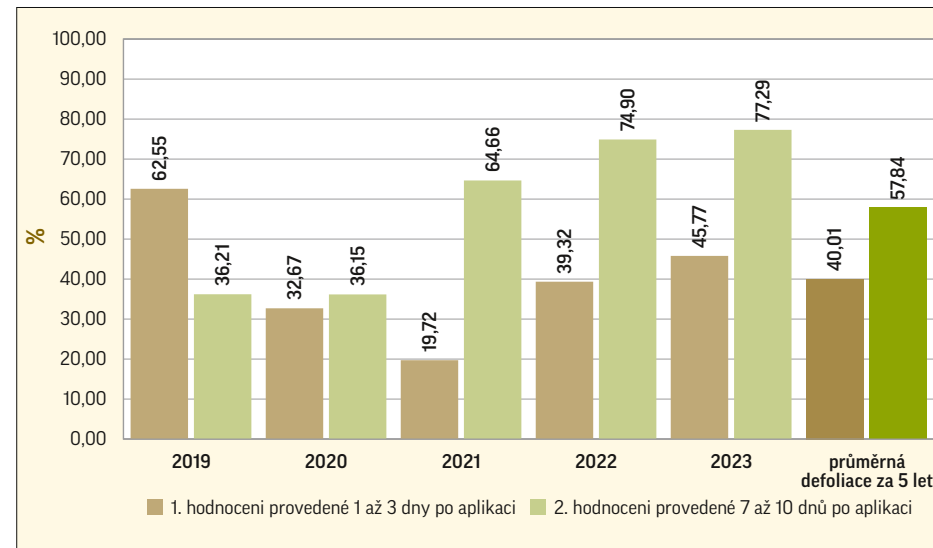


Botanické preparáty a rostlinné extrakty (biochemické pesticidy)

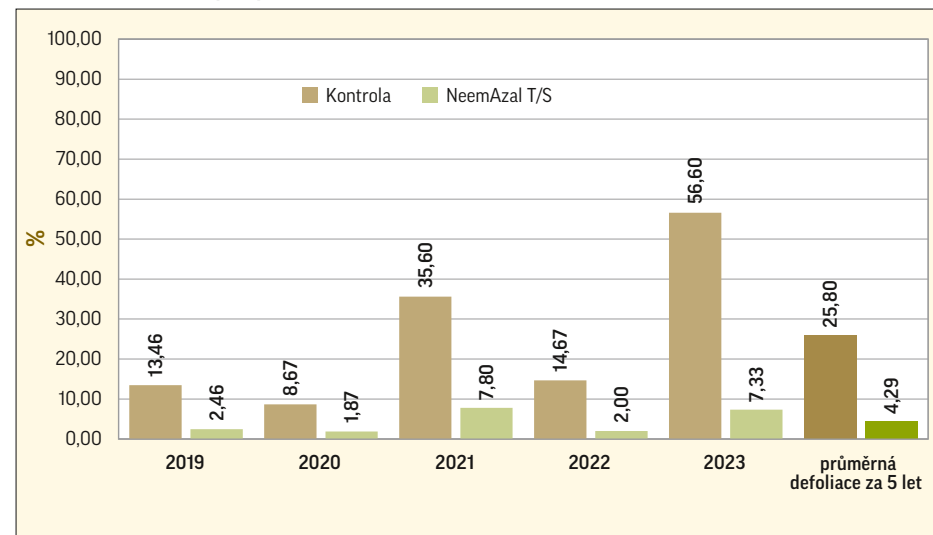
Tato skupina biochemických insekticidů je v ČR zastoupena jednou účinnou látkou ve dvou přípravcích (NeemAzal T/S, Aza). Rezistence v ČR nebyla zaznamenána, a proto jej lze použít do antirezistentní strategie. Přípravky lze též využít i v ekologickém zemědělství.

Účinná látka se získává z výtažku ze semen stromu *Azadirachta indica* pocházejícího z Indie. Pokusy potvrdily, že tyto přípravky mandelinku bramborovou přímo nehubí, ale zastavují žír brouků a larev. Z toho důvodu se musí účinnost přípravků posuzovat z hlediska procenta úbytku listové plochy tzv. defoliace. Účinnost jednoho přípravku (NeemAzal T/S) v grafu 8 na mortalitu larev mandelinky byla při prvním hodnocení v průměru pokusných let 40% a cca o týden později již téměř 60%. Při pohledu na graf 9 znázorňující procento úbytku listové plochy v jednotlivých letech je patrné, že ačkoliv poměrně velká část larev přežívala, tak došlo k výraznému snížení rychlosti defoliace. V průměru za pět let sledování (graf 10) to bylo pouze o 4,29%, kdežto u neošetřené kontroly o více jak 25% za 7-8 dnů od aplikace.

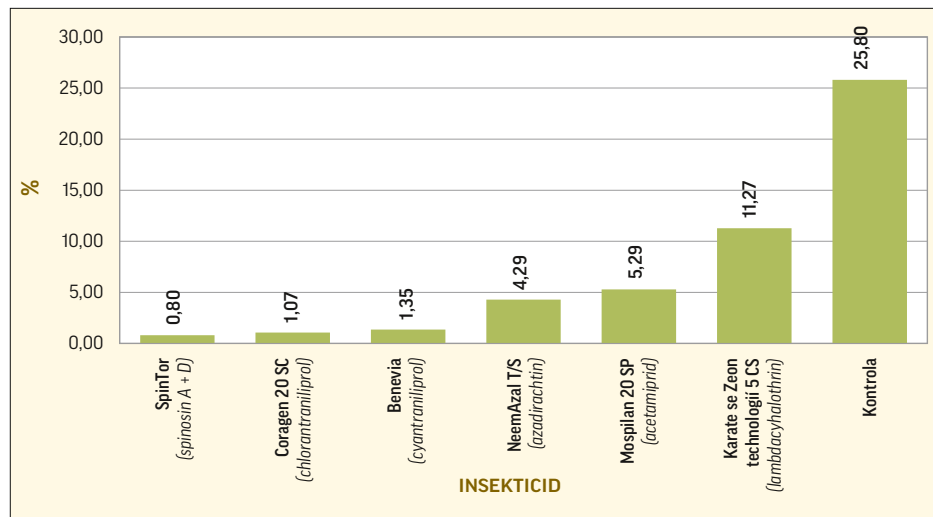
Graf 8: Průměrná účinnost přípravku NEEMAZAL T/S v jednotlivých termínech hodnocení podle Hendersona-Tilltona vůči neošetřené kontrole na mandelinku bramborovou (larvální stádia L I až L IV) v letech 2019 až 2023 na lokalitě Žabčice



Graf 9: Porovnání procenta úbytku listové plochy (defoliace) žírem mandelinky bramborové na neošetřené kontrole a varianty ošetřené přípravkem NEEMAZAL T/S před aplikací a 6 až 11 dnů po aplikaci v jednotlivých letech na lokalitě Žabčice



Graf 10: Porovnání průměrného procenta úbytku listové plochy (defoliace) žírem mandelinky bramborové 6 až 11 dnů po aplikaci v letech 2019 až 2023 na lokalitě Žabčice

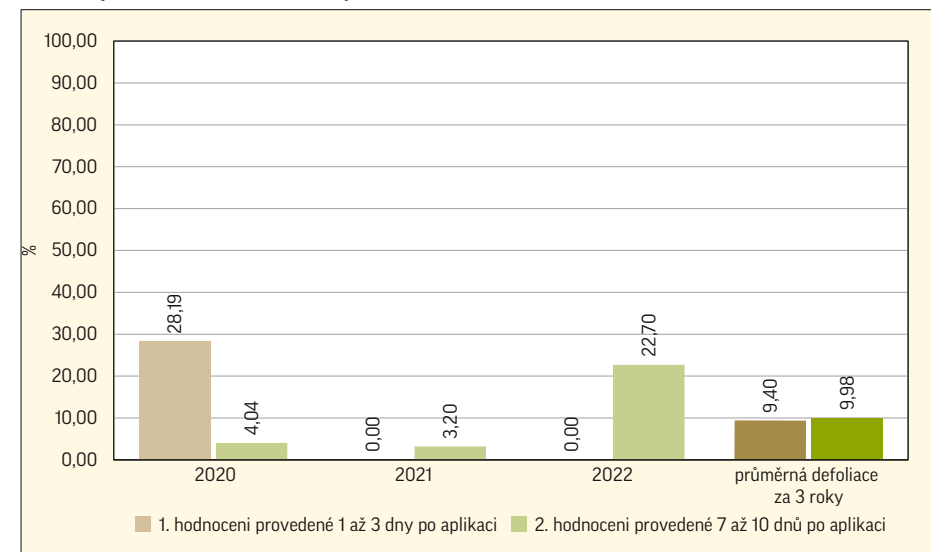


Přípravky registrované proti mšicím a jejich vedlejší účinnost na mandelinku bramborovou

V pokusech byly hodnoceny na vedlejší účinnost na mandelinku bramborovou i přípravky registrované proti mšicím. V roce 2020 až 2022 byl hodnocen přípravek Movento s účinnou látkou spirotetramat ze skupiny derivátů kyseliny tetronové, které inhibují syntézu lipidů. U tohoto přípravku byla potvrzena, a to i v našich pokusech, vysoká účinnost proti mšicím v bramborách. Z grafu 11 je zřejmé, že v provedeném pokusu nebyla prokázána vedlejší účinnost na larvy mandelinky bramborové. Účinnost se pohybovala v rozmezí od 0 do cca 23%. Z hlediska úbytku listové plochy došlo pouze k velmi mírnému omezení.

Dalším přípravkem hodnoceným na doplňkovou účinnost k mandelince bramborové byl Mospilan MIZU 120 SL (účinná látka acetamiprid ze skupiny neonicotinoidů), u kterého v roce 2022 došlo k rozšíření registrace pro menšinová použití proti mšicím v sadbových bramborách. Tato účinná látka je registrována u brambor proti mandelince bramborové, a to v současné době v pěti přípravcích (např. Mospilan 20 SP), ale ve výrazně nižší dávce. Registrovaná dávka přípravku Mospilan MIZU 120 SL je 0,4 l/ha. Po přepočtu na obsah účinné látky (48 g ú. l./ha) je tato dávka čtyřnásobná ve srovnání s registrovanou dávkou 0,06 kg/ha (12 g ú. l./ha) stávajících přípravků na bázi acetamipridu registrovaných proti mandelince bramborové.

Graf 11: Průměrná vedlejší účinnost přípravku MOVENTO v jednotlivých termínech hodnocení podle Hendersona-Tilltona vůči neošetřené kontrole na mandelinku bramborovou (larvální stádia L I až L IV) v letech 2020 až 2022 na lokalitě Žabčice



Přípravek MIZU 120 SL byl zařazen do pokusu v roce 2022 a 2023 v lokalitě Žabčice. Z grafu 5 je patrné, že jeho účinnost byla na hranici 90%. V porovnání s registrovaným přípravkem Mospilan 20 SP na mandelinku bramborovou byl nárůst účinnosti v roce 2022 při prvním hodnocení po aplikaci o více jak 25% a při druhém termínu hodnocení dokonce o více jak 60%, kdy účinnost přípravku Mospilan MIZU 120 SL dosáhla 91,49%. Tomu odpovídalo i zjištěné procento úbytku listové plochy: Kontrola 14,67%, Mospilan 20 SP 8,33% a Mospilan MIZU 120 SL 4,67%. I přes tuto zjištěnou účinnost na mandelinku bramborovou je potřebná jistá obezřetnost v jeho používání vzhledem k rozšířeným rezistentním populacím mandelinky vůči této účinné látce.

2.2.5. Zásady integrované ochrany brambor proti mandelince bramborové

Obecné zásady pro všechny režimy pěstování a užitkové směry

- při opakované aplikaci v rámci antirezistentní strategie používat přípravky z odlišných skupin přípravků, resp. přípravky s jiným mechanismem účinku
- upřednostnit účinné přípravky, u kterých doposud nebyly zjištěny v ČR rezistentní populace proti mandelince bramborové
- dodržovat registrovanou dávku a koncentraci přípravku a použít smáčedlo
- v případě nezbytnosti vícenásobné aplikace stejného přípravku dodržet maximální počet aplikací uvedených na etiketě a v registru přípravků
- pro zjištění stavu výskytu mandelinky a rozhodnutí o potřebě aktivní ochrany porostů brambor je nutno provádět soustavnou kontrolu již od vzejití brambor
- ošetřovat v optimálním termínu, tj. přednostně při maximálním výskytu larev prvního a druhého vývojového stupně v porostech (účinnost na malé larvy je u všech přípravků vyšší než na dorostlé larvy a na dospělé)
- dodržovat ochrannou lhůtu mezi posledním ošetřením a sklizní brambor
- ošetření porostů brambor neprovádět za vysokých teplot, ale upřednostňovat aplikaci přípravků po ránu, či v pozdějším odpoledním čase
- často stačí insekticidy ošetřit pouze ohniska výskytu mandelinky bramborové nebo okraje pole, kde se škůdce vyskytuje nejvíce

V režimu konvenčního pěstování brambor

Konzumní brambory

- používat přípravky ze skupin DIAMIDŮ a SPINOSINŮ
- při nutnosti více aplikací kombinovat přípravek ze skupiny SPINOSINŮ a jeden z DIAMIDŮ, popřípadě botanický přípravek na bázi AZADIRACHTINU
- upustit od používání pyretroidů
- omezit použití acetamipridu, zvláště v oblastech, kde byla pozorována jeho nižší účinnost. V oblastech, kde bylo jeho použití malé a není zaznamenán pokles jeho účinnosti, ho lze využít pro zařazení v rámci antirezistentní strategie

Sadbové brambory

- platí ta samá opatření jako u konzumních brambor
- lze také využít přípravek Mospilan MIZU 120 SL, který má doposud dobrou účinnost jak na mšice, tak na mandelinku bramborovou

V režimu integrované produkce brambor

(dle nařízení vlády č. 80/2023 Sb., o stanovení podmínek provádění agroenvironmentálně-klimatických opatření)

- pro první aplikaci použít přípravek ze skupiny SPINOSINŮ nebo botanický přípravek na bázi AZADIRACHTINU
- při nutnosti více aplikací lze kombinovat s přípravkem ze skupiny DIAMIDŮ
- za období plnění víceletých podmínek na daném dílu půdního bloku lze použít tři aplikace přípravků na ochranu rostlin proti mandelince bramborové, které nejsou povoleny proti mandelince bramborové v ekologickém zemědělství
- přípravky určené i pro ekologické zemědělství se mohou využívat bez omezení (pozor na dodržení antirezistentní strategie)

V režimu ekologického zemědělství

- u ekologicky pěstovaných brambor lze v současné době použít přípravek ze skupiny SPINOSINŮ nebo botanický přípravek na bázi AZADIRACHTINU
- možnost využití sklepávačů mandelinky bramborové
- na malých plochách lze využít ručního sběru dospělců mandelinky popř. vyšších stupňů larev

Detail různých vývojových stádií larev mandelinky bramborové při žiru



3. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Metodika vychází z posledních aktuálních poznatků a výzkumně řešených a ověřených výsledků z výzkumného projektu NAZV č. QK1910270 „Inovace integrované ochrany proti mandelince bramborové založené na nových poznatcích genetických a biologických charakteristik“. Poslední certifikovaná metodika, která se zabývala aspekty ochrany brambor proti tomuto nejdůležitějšímu žravému škůdci brambor, je z roku 2014. Za toto desetileté období se zcela zásadně obměnil sortiment insekticidů v Registru přípravků na ochranu rostlin. Také se výrazně posunul směrem nahoru stupeň rezistence mandelinky bramborové k řadě účinných látek. Navíc vlivem klimatických změn a oteplování se zvýšil význam tohoto škůdce. V posledních letech se můžeme setkat s výskytem dvou generací i v typicky bramborářské oblasti Českomoravské vrchoviny, což dříve bylo běžné pouze v teplejších ranobramborářských oblastech Polabí, Znojemska a jižní Moravy.

Metodika byla koncipována právě na základě nejnovějších poznatků o účinnosti stávajících insekticidů registrovaných proti mandelince bramborové s přihlédnutím k nově získaným poznatkům z oblasti rezistence tohoto škůdce k účinným látkám a k nutnosti stále více se rozšiřujících vícenásobných aplikací.

Navíc, vzhledem k výpadku účinných látek ze skupiny neonikotinoidů (imidaclopridu, thiamethoxamu a thiaclopridu), které velmi dobře účinkovaly jak na mandelinku bramborovou tak i na mšice, byla zhodnocena vedlejší účinnost na mandelinku u vybraných insekticidů registrovaných primárně na mšice. Tyto výsledky jsou důležité především pro množitele brambor.

4. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika bude uplatněna přímo v zemědělské praxi především významnými pěstiteli všech užitkových směrů pěstování brambor. Současně je však využitelná pro malopěstitele a částečně i pro pěstitelů v ekologických systémech hospodaření. Uplatnění najde u státní správy, především ÚKZÚZ, dále v poradenství, na odborných seminářích a ve školství. Propagace a uplatnění bude podpořeno Českým bramborářským svazem a Poradenským svazem „Bramborářský kroužek“ a taktéž při poradenské činnosti pracovišť, která se podílela na projektu QK1910270 „Inovace integrované ochrany proti mandelince bramborové založené na nových poznatcích genetických a biologických charakteristik“, z jehož výsledků metodika vychází.

5. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Postupy uvedené v metodice na základě nových poznatků umožňují účinnou a efektivní ochranu proti mandelince bramborové a zároveň snižují negativní dopady na životní prostředí.

Zavedení postupů ochrany uvedených v metodice nevyžaduje žádné nové náklady. Naopak uplatněním metodiky se sníží náklady na neúčinná ošetření a volbou vhodných přípravků ve správném termínu lze omezit počet postřiků. Zejména v bramborářské oblasti lze rovněž využitím prahu škodlivosti a ošetřováním jen částí pozemků, kde je výskyt škůdce koncentrován, významně snížit ošetřovanou plochu a spotřebu insekticidů.

V současné době u řady pěstitelů není důsledně dodržována antirezistentní strategie a stále jsou používány minimálně účinné insekticidy z chemické skupiny pyretroidů. V důsledku toho až na třetině ploch (cca 9 tisíc ha včetně malopěstitelů) dochází k poměrně výrazným ztrátám na výnosu. Reálný průměrný odhad těchto ztrát činí, v závislosti na výskytu mandelinky, 10 až 15%. V roce 2022, při výnosu hlíz 28,67 t/ha na uvedené ploše, to znamenalo ztráty ve výši 25 803 až 38 704,5 t. Ve finančním vyjádření při průměrné realizační ceně brambor 5 tisíc Kč/t tak činily ztráty cca 129 až 193,5 mil. Kč.

Lze odhadnout, že zavedením této metodiky se zvýší účinnost ochrany a při stejných nákladech dojde ke snížení ztrát způsobených mandelinkou na 5%. To znamená přínos cca 64,5 až 129 mil. Kč.

Vpravo holožír způsobený mandelinkou bramborovou při absenci účinného insekticidu



6. SEZNAM POUŽITÉ A SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- ALYOKHIN, A. – BAKER, M. – MOTA-SANCHEZ, D. – DIVELY, G. – GRAFIUS, E. (2008): Colorado potato beetle resistance to insecticides. *American Journal of Potato Research*, 85, 395–413. <http://dx.doi.org/10.1007/s12230-008-9052-0>
- ALYOKHIN, A. – MILLER, L. (2015): Propensity for Flying and Walking by the Colorado Potato Beetles Treated with Imidacloprid. *American Journal of Potato Research*, 92, 138–142. <https://doi.org/10.1007/s12230-014-9411-y>
- ALYOKHIN, A. – UDALOV, M. – BENKOVSKAYA, G. (2013): The Colorado potato beetle. In: Giordanengo, P. – Vincent, C. – Alyokhin, A. (eds.). *Insect Pests of Potato: Global Perspectives on Biology and Management*. Oxford, Academic Press, 11–30.
- BAJAN, C. – KMITOWA, K. (1972): The Effect of Entomogenous Fungi *Paecilomyces farinosus* Dicks. Brown et Smith and *Beauveria bassiana* Bals. Vuill. on the Oviposition by *Leptinotarsa decemlineata* Say Females, and on the Survival of Larvae. *Ekol. Pol.*, 20, 423–432.
- BAKI, D. – TOSUN, H. S. – ERLER, F. (2021): Efficacy of Indigenous Isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycota: Hyphomycetes) against the Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Egypt. J. Biol. Pest Control*, 31, 56. <https://doi.org/10.1186/s41938-021-00406-5>
- BAUM, J. – A. BOGAERT, T. – CLINTON, W. – HECK, G. R. – FELDMANN, P. – ILAGAN, O. – et al. (2007): Control of coleopteran insect pests through RNA interference. *Nat. Biotechnol.* 25, 1322–1326. <http://doi.org/10.1038/nbt1359>
- BUTT, T. M. – GOETTEL, M. S. (2000): Bioassays of Entomopathogenic fungi. In: Navon, A. – Ascher, K.R.S. (eds.): *Bioassays of entomopathogenic microbes and nematodes*. Wallingford, CAB International, 95–140.
- CAMPBELL, R. K. – ANDERSON, T. E. – SEMEL, M. – ROBERTS, D. W. (1985): Management of the Colorado Potato Beetle Using the Entomogenous Fungus *Beauveria bassiana*. *Am. Potato J.*, 62, 29–37. <https://doi.org/10.1007/BF02871297>
- CRANSHAW, W. S. – RADCLIFFE, E. B. (1980): Effect of defoliation on yield of potatoes. *J. Econom. Entomol.*, 73, 131–134.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. – SEDLÁK, P. – BAŠTOVÁ, P. – SEDLÁKOVÁ, V. (2022): Výsledky pokusů s insekticidy proti mšicím v roce 2022. *Úroda*, 70(10), 48–53.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. (2018): Mandelinka bramborová, nejvýznamnější škůdce bramborové natě. *Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin*, 13(5), 34–37.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. (2020): Ochrana brambor proti mandelince bramborové. 6. vydání. Havlíčkův Brod, Výzkumný ústav bramborářský a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“. *Praktické informace* č. 77. ISBN 978-80-86940-87-8. 16 s.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. (2022): Výsledky pokusů s insekticidy proti mandelince bramborové v roce 2021 a porovnání s dlouhodobými daty. *Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin*, 17(5), 54–58.
- DRIPPS, J. E. – SMILOWITZ, Z. (1989): Growth analysis of potato plants damaged by Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) at different plant growth stages. *Environ. Entomol.*, 18, 854–867.
- FALTA, V. – STARÁ, J. – HOLÝ, K. – KOCOUREK, F. – OUŘEDNÍČKOVÁ, J. (2010): Přípravek SpinTor v integrované ochraně ovocných výsad. *Rostlinolékař*, 21(2), 32–35.
- FERO, D. N. – LOGAN, J. A. – VOSS, R. H. – ELKINTON, J. S. (1985): Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) temperature-dependent growth and feeding rates. *Environmental Entomology*, 14(3): 343–348.
- FLETCHER, S. J. – REEVES, P. T. – HOANG, B. T. – MITTER, N. (2020): A perspective on RNAi-based biopesticides. *Frontiers in plant science*, 11(51). <http://doi.org/10.3389/fpls.2020.00051>
- HANNING, G.T. – ZIEGLER, M. – MARCON, P.G. (2009): Feeding cessation effects of chlorantraniliprole, a new anthranilic diamide insecticide, in comparison with several insecticides in distinct chemical classes and mode-of-action groups. *Pest Manag. Sci.*, 65(9), 969–974. <https://doi.org/10.1002/ps.1781>
- HARE, J. D. (1980): Impact of defoliation by the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* on potato yields. *J. Econ. Entomol.*, 73, 369–373.
- CHRISTIAENS, O. – DZHAMBZOVA, T. – KOSTOV, K. – ARPAIA, S. – JOGA, M. R. – URRU, I. – et al. (2018): Literature review of baseline information on RNAi to support the environmental risk assessment of RNAi-based GM plants. EFSA Supporting Publications. <http://doi.org/10.2903/sp.efsa.2018.EN-1424>
- JÖRG, E. – FALKE, K. – RACCA, P. – WEGOREK, P. (2007): Insektizidresistenz beim Kartoffelkäfer: keine Entwarnung. *Kartoffelbau*, 58(5), 168–173.
- KOCOUREK F. (2019): Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy. (44) Řízení hmyzí rezistence I. – obecné zásady. *Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin*, 14(1), 44–46.
- KOCOUREK, F. – SEIDENGLANZ, M. – KOLAŘÍK, P. – HAVEL, J. (2020): Monitoring rezistence mandelinky bramborové a dřepčíka olejkového k účinným látkám insekticidů v ČR v letech 2017 až 2019. *Rostlinolékař*, 31(1), 18–22.
- KOCOUREK, F. – STARÁ, J. – HORSKÁ, T. – HOVORKA, T. – SEIDENGLANZ, M. – KOLAŘÍK, P. – HAVEL, J. – HRUDOVA, E. (2020): Biologické metody hodnocení rezistence škůdců k insekticidům a antirezistentní strategie, certifikovaná metodika. ISBN 978-80-7427-334-6. 98 s.
- KOCOUREK, F. – STARÁ, J. (2018a): Rezistence mandelinky bramborové k insekticidům v ČR vzrůstá. *Úroda*, 65(5), 86–91.
- KOCOUREK, F. – STARÁ, J. (2018b): Rostoucí rezistence mandelinky bramborové vůči insekticidům v ČR. *Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin*, 13(5): 38–40.
- KOCOUREK, F. – STARÁ, J. (2019a): Uplatňování systému integrované ochrany rostlin v souvislosti se změnou legislativy. (44) Řízení hmyzí rezistence III. – mandelinka bramborová, obaleč jablečný a mera skvrnitá. *Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin*, 14(4), 74–75.
- KOCOUREK, F. – STARÁ, J. (2019b): Změny v rezistenci mandelinky bramborové vůči insekticidům. *Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin*, 14(5), 64–65.
- KOCOUREK, F. – STARÁ, J. (2021): Ochrana proti rezistentním populacím mandelinky bramborové přípravky na bázi diamidů. *Rostlinolékař*, 32(5), 11–14.
- KOCOUREK, F. – STARÁ, J. (2022): Rostoucí rezistence mandelinky bramborové vůči insekticidům v ČR. *Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin*, 17(5), 60–61.
- KUHAR T. P. – KAMMINGA, K. – PHILIPS, CH. – WALLINGFORD, A. – WIMER, A. (2013): Chemical control of potato pests. In: Giordanengo, P. – Vincent, C. – Alyokhin, A. (eds.): *Insect Pests of Potato: Global Perspectives on Biology and Management*. Oxford, Academic Press, 375–397.
- KÜHNE, S. (2020): So hält der Ökolandbau den Vielfrass in Schach. *Kartoffelbau*, 71(5), 24–26.
- MCLOUGHLIN, A. G. – WYTINCK, N. – WALKER, P. L. – GIRARD, I. J. – RASHID, K. Y. – DE KIEVIT, T. – et al. (2018): Identification and application of exogenous dsRNA confers plant protection against *Sclerotinia sclerotiorum* and *Botrytis cinerea*. *Sci. Rep. - Uk*, 8. <http://doi.org/10.1038/s41598-018-25434-4>
- ONSTAD, D. W. (ed.) (2008): *Insect Resistance Management: Biology, Economics and Prediction*. Amsterdam, Elsevier, 305 s.
- SAMUELSON, E. E. W. – CHEN-WISHART, Z. P. – GILL, R. J. – LEADBEATER, E. (2016): Effect of acute pesticide exposure on bee spatial working memory using an analogue of the radial-arm maze. *Sci. Rep.*, 6, 38957; <https://doi.org/10.1038/srep38957>

- SPORLEDER, M. – LACEY, L. A. (2013): Biopesticides. In: Giordanengo, P. – Vincent, C. – Alyokhin, A. (eds.): Insect Pests of Potato: Global Perspectives on Biology and Management. Oxford, Academic Press, 463–497.
- STARÁ, J. – HOLÝ, K. – KOCOUREK, F. (2011): Rozdíly v rezistenci mandelinky bramborové k neonikotinoidům. Úroda, 59(3), 75–78.
- STARÁ, J. – KOCOUREK, F. (2013): Účinnost insekticidů na rezistentní populace škůdců. Úroda, 61(11): 35–37.
- STARÁ, J. – KOCOUREK, F. (2019): Rostoucí rezistence mandelinky bramborové vůči insekticidům v ČR. Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin, 14(5), 64–66.
- VELEZ, A. M. – JURZENSKI, J. – MATZ, N. – ZHOU, X. G. – WANG, H. C. – ELLIS, M. – *et al.* (2016): Developing an *in vivo* toxicity assay for RNAi risk assessment in honey bees, *Apis mellifera* L. Chemosphere, 144, 1083–1090. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.09.068>
- WRIGHT, S. P. – RAMOS, M. E. (2002): Application Parameters Affecting Field Efficacy of *Beauveria bassiana* Foliar Treatments against Colorado Potato Beetle *Leptinotarsa decemlineata*. Biol. Control, 23, 164–178. <https://doi.org/10.1006/bcon.2001.1004>
- ZEHNDER, G. – VENCILL, A. M. – SPEESE, J. (1995): Action thresholds based on plant defoliation for management of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) in potato. J. Econom. Entomol., 88, 155–161.
- ZICHOVÁ, T. – KOCOUREK, F. – SALAVA, J. – NAĐOVÁ, K. – STARÁ J. (2010): Detection of organophosphate and pyrethroid resistance alleles in Czech *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) populations by molecular methods, Pest Management Science, 66(8), 853–860.

7. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. – BAŠTOVÁ, P. (2021): Pokusy s insekticidy proti mandelince a mšicím v roce 2021. Úroda, 69(10), 58–61.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. – SEDLÁK, P. – BAŠTOVÁ, P. – SEDLÁKOVÁ, V. (2022): Výsledky pokusů s insekticidy proti mšicím v roce 2022. Úroda, 70(10), 48–53.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. – SEDLÁKOVÁ, V. – BAŠTOVÁ, P. – SEDLÁK, P. (2022): Účinnost prostředků ochrany proti mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata* (Say 1824)) v letech 2019–2022 v České republice. Vědecké práce – Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, 28, 9–28.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. – SEDLÁKOVÁ, V. – BAŠTOVÁ, P. – SEDLÁK, P. (2023): Výsledky pokusů s insekticidy proti mandelince bramborové. Úroda, 71(10), 55–59.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. (2020): Ochrana brambor proti mandelince bramborové a výsledky pokusů s insekticidy v roce 2019. Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin, 15(5), 56–59.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. (2020): Ochrana brambor proti mandelince bramborové. 6. vydání. Havlíčkův Brod, Výzkumný ústav bramborářský a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“, *Praktické informace* č. 77. ISBN 978-80-86940-87-8. 16 s.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. (2021): Ochrana brambor proti mandelince bramborové a výsledky pokusů s insekticidy v roce 2020. Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin, 16(5), 58–62.
- DOLEŽAL, P. – HAUSVATER, E. (2022): Výsledky pokusů s insekticidy proti mandelince bramborové v roce 2021 a porovnání s dlouhodobými daty. Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin, 17(5), 54–58.
- HAUSVATER, E. – DOLEŽAL, P. (2019): Nejdůležitější škodliví činitelé bramboru. 2. vydání. Havlíčkův Brod, Výzkumný ústav bramborářský a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“. *Praktické informace* č. 73. ISBN 978-80-86940-82-3. 28 s.
- KOCOUREK, F. – STARÁ, J. – SEIDENGLANZ, M. – KOLAŘÍK, P. – HAVEL, J. – HRUDOVÁ, E. (2020): Monitoring rezistence mandelinky bramborové a dřepčíka olejkového k účinným látkám insekticidů v ČR v letech 2017 až 2019. Rostlinolékař, 31(1), 18–21.
- KOCOUREK, F. – STARÁ, J. (2022): Možnosti v ochraně proti rezistentním populacím mandelinky bramborové. Agromanuál – Profesionální ochrana rostlin, 17(5), 60–62.
- PŮŽA, V. – NERMUŤ, J. – KONOPIČKÁ, J. – SKOKOVÁ HABUŠTOVÁ, O. (2021): Efficacy of the applied natural enemies on the survival of Colorado potato beetle adults. Insects, 12, 1030. <https://doi.org/10.3390/insects12111030>
- SEDLÁKOVÁ, V. – STARÁ, J. – ČÍLOVÁ, D. – MELOUNOVÁ, M. – VAŠEK, J. – VEJL, P. – DOLEŽAL, P. – KOCOUREK, F. – HAUSVATER, E. – SEDLÁK, P. (2022): Bias in sex ratios and polyandry rate in reproduction of *Leptinotarsa decemlineata*. Sci Rep, 12, 21637. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26177-z>
- SEDLÁKOVÁ, V. – VEJL, P. – DOLEŽAL, P. – VAŠEK, J. – ČÍLOVÁ, D. – MELOUNOVÁ, M. – SEDLÁK, P. (2022): Detection of sex in adults and larvae of *Leptinotarsa decemlineata* on principle of copy number variation. Sci Rep, 12, 4602. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-08642-x>
- STARÁ, J. – KOCOUREK, F. (2022): Rezistence mandelinky neovlivňuje negativně její životní aktivitu. Úroda, 70(12), 70–72.
- VOKÁL, B. a kol. (2013): Brambory: šlechtění – pěstování – užití – ekonomika. Praha, Profi Press. 160 s. ISBN 978-80-86726-54-0.
- ZEMEK, R. – KONOPIČKÁ, J. – JOZOVÁ, E. – SKOKOVÁ HABUŠTOVÁ, O. (2021): Virulence of *Beauveria bassiana* strains isolated from cadavers of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. Insects, 12, 1077. <http://doi.org/10.3390/insects12121077>



**VÝZKUMNÝ ÚSTAV
BRAMBORÁŘSKÝ
HAVLÍČKŮV BROD**



Pokusy s insekticidy proti mandelince bramborové

Řada **PRAKTICKÉ INFORMACE** – číslo 89

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

METODIKA INTEGROVANÉ OCHRANY BRAMBOR PROTI MANDELINCE BRAMBOROVÉ V NOVÝCH AGROENVIRONMENTÁLNÍCH PODMÍNKÁCH

Vydal: Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o.,

Dobrovského 2366, CZ-580 01 Havlíčkův Brod.

Vydání první. Náklad: 1000 výtisků.

Fotografie: Ing. Petr Doležal, Ph.D.; Obr. 18 a 19 Biologické centrum AV ČR, v. v. i.

Grafická úprava a prepress: Jiří Trachtulec.

ISBN 978-80-88614-03-6

© Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o., 2023.

Tato publikace nesmí být přetiskována vcelku nebo po částech, přenášena nebo uváděna do oběhu pomocí elektronických, mechanických, fotografických či jiných prostředků bez výslovného svolení Výzkumného ústavu bramborářského Havlíčkův Brod.

www.vubhb.cz