

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra ochrany rostlin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Využití biologických přípravků k ochraně proti mandelince
bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*)**

Bakalářská práce

Veronika Ledrová

Rostlinná produkce

Vedoucí práce: doc. Ing. Jan Kazda, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Využití biologických přípravků k ochraně proti mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*)" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5.4. 2022

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Janu Kazdovi, CSc. za vedení bakalářské práce a vytvoření příjemných pracovních podmínek.

Využití biologických přípravků k ochraně proti mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*)

Souhrn

Bakalářská práce je zaměřena na téma biologické ochrany proti mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*). V teoretické části se práce zabývá biologickou a morfológickou charakteristikou brambor, kde zmiňuje popis jednotlivých částí rostliny. Jsou uvedeni i jednotliví škůdci a choroby brambor, ovšem zejména se specializací na mandelinku bramborovou. Tento škůdce je popsán detailněji, zaznamenává rozšíření, cyklus a charakteristický popis škůdce. Dále se bakalářská práce věnuje problematice regulace mandelinky bramborové se zaměřením na biologickou a chemickou ochranu brambor. V biologické ochraně jsou zmíněny užitečné organismy (hlavně slunéčko sedmítečné *Hippodamia convergens*) a houba rodu *Beauveria*. Chemická ochrana se zabývá účinnými látkami a insekticidními přípravky, které byly použity v polních pokusech na ochranu brambor proti mandelince bramborové. Práce stručně pojednává i o rezistenci mandelinky bramborové.

V praktické části je popsána metodika polních pokusů, které proběhly v Žabčicích, na školním pozemku zemědělském podniku Mendelovy univerzity v Brně. Byly zkoumány účinky insekticidů a biologických přípravků na bázi *Beauveria bassiana* na bramboru hlíznatém (*Solanum tuberosum*).

Bylo vybráno sedm insekticidních přípravků na ochranu rostlin proti mandelince bramborové. Z nichž dva přípravky jsou vhodné do ekologického zemědělství – NeemAzal T/S, SpinTor. Tyto přípravky byly aplikovány dne 21.6.2021, hned po prvním hodnocení. Ve výsledcích je přiložen graf 1, který znázorňuje nejlepší účinnost u insekticidů Coragen 20 SC, Spintor a Benevia. Podle grafu 2 je nejvyšší procento úbytku listové plochy u přípravků Karate se Zeon technologií 5 CS (20,74 %) a Decis Mega (21,26 %).

Použité biologické přípravky od společnosti Monas Technology, obsahující mikroorganismy *Beauveria bassiana* se využívaly v porostech brambor během vegetace. Jejich aplikace proběhla ve dvou termínech 21.6. 2021 a 29.6. 2021. Zároveň s těmito přípravky bylo aplikováno smáčedlo Silwet star.

Klíčová slova: mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*), účinnost insekticidů, ochrana brambor, rezistence škůdce, biologická ochrana

Use of biological products for protection against *Leptinotarsa decemlineata*

Summary

The bachelor thesis is focused on the topic of biological protection against potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*). In the theoretical part, the work remains the biological and morphological characteristics of potatoes, where he mentions the description of individual parts of the plant. Individual pests and diseases of potatoes are also listed, but especially with a specialization in potato beetle. This pest is described in more detail, recording the distribution, cycle and characteristic description of the pest. Furthermore, the bachelor's thesis deals with the regulation of potato beetle with a focus on biological and chemical protection of potatoes. Useful organisms (mainly the ladybug *Hippodamia convergens*) and the fungus *Beauveria* are mentioned in biological protection. Chemical protection deals with active substances and insecticides that have been used in field trials to protect potatoes against potato beetle. The work also briefly discusses the resistance of potato beetle.

The practical part describes the methodology of field experiments, which took place in Žabčice, on the school grounds of the agricultural enterprise Mendel University in Brno. The effects of insecticides and biological preparations based on *Beauveria bassiana* on tuberous potatoes (*Solanum tuberosum*) were investigated.

Seven insecticidal plant protection products against potato beetle were selected. Of which two products are suitable for organic farming – NeemAzal T / S, SpinTor. These products were applied on June 21, 2021, immediately after the first evaluation. The results are accompanied by a Graph 1 showing the best efficacy of the insecticides Coragen 20 SC, Spintor and Benevia. According to Graph 2 the highest percentage of leaf area loss is for Karate products with Zeon technology 5 CS (20.74 %) and Decis Mega (21.26%).

Used biological products from Monas Technology, containing microorganisms *Beauveria bassiana*, were used in potato stands during vegetation. Their application took place in two terms 21.6. 2021 and 29.6. 2021. Silwet star wetting agent was applied at the same time as these preparations.

Keywords: Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*), insecticide effectiveness, potato protection, pest resistance, biological protection

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce.....	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Význam a složení brambor	10
3.2	Biologická charakteristika brambor	10
3.3	Morfologická charakteristika brambor	10
3.3.1	Nadzemní vegetativní orgány	10
3.3.2	Podzemní část.....	11
3.4	Tvorba výnosu	12
3.5	Škůdci brambor.....	12
3.5.1	Mandelinka bramborová (<i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say.)	12
3.5.2	Hádátka bramborové (<i>Globodera rostochiensis</i>)	13
3.5.3	Mšice.....	14
3.5.4	Drátovci (<i>Elateridae</i>)	14
3.5.5	Osenice polní (<i>Agrotis segetum</i>).....	14
3.5.6	Slimáci (<i>Limacidae</i>)	14
3.5.7	Hlodavci (<i>Rodentida</i>)	15
3.6	Choroby brambor.....	15
3.6.1	Virové choroby.....	15
3.6.2	Bakteriální choroby.....	15
3.6.3	Houbové choroby	15
3.7	Regulace mandelinky bramborové	17
3.7.1	Preventivní a biologická ochrana proti mandelince	17
3.7.2	Integrovaná ochrana proti mandelince	17
3.8	Biologická ochrana.....	17
3.8.1	Užitečné organismy	17
3.8.2	Entomopatogenní houba rodu <i>Beauveria</i>	18
3.9	Chemická ochrana.....	19
3.9.1	Skupiny účinných látek	19
3.9.1.1	Pyrethroidy	20
3.9.1.2	Neonikotinoidy	20
3.9.1.3	Diamidy.....	20
3.9.1.4	Spinosyny.....	21
3.9.2	Účinné látky a přípravky registrované v ČR.....	21
3.9.3	Vybrané chemické přípravky proti mandelince bramborové.....	22

3.9.3.1	Benevia	22
3.9.3.2	Coragen 20 SC	22
3.9.3.3	Decis Mega	23
3.9.3.4	Karate se Zeon technologií 5 CS	23
3.9.3.5	Mospilan 20 SP	23
3.9.3.6	NeemAzal T/S	24
3.9.3.7	SpinTor	24
3.10	Rezistence mandelinky bramborové	25
4	Metodika	26
4.1	První část polního pokus s insekticidními přípravky.....	26
4.2	Druhá část polního pokusu s přípravky na bázi <i>Beauveria bassiana</i>	27
5	Výsledky	29
5.1	Pokus s insekticidními přípravky	29
5.2	Pokus s přípravky na bázi <i>Beauveria Bassiana</i>.....	33
6	Diskuze	36
6.1	Pokus s insekticidními přípravky	36
6.2	Pokus s přípravky na <i>Beauveria bassiana</i>	37
7	Závěr	40
8	Literatura.....	41
9	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Ochrana rostlin představuje soubor opatření, který zajišťuje zdraví rostlin, jejich částí a jejich produktů (Zídek et al. 1992). Ochrana před každým druhem škůdce vyžaduje určitou strategii, která se skládá z prevence, signalizace výskytu škůdce (tzn. jeho zjištění), z tzv. kurativní ochrany, tj. opatření učiněných proti škůdci ihned po jeho objevení, a z případné korekce škůdce, tj. snížení jeho počtu při místním přemnožení (Tichá 2001).

Z hlediska celosvětové produkce brambor (*Solanum tuberosum* L.) je čtvrtá nejvíce důležitá potravinářská plodina po kukuřici, rýži a pšenici (Bowen 2003). Pěstování brambor u nás již nemají tak velký hospodářský význam jako v letech minulých. Ovšem musíme vzít na zřetel, že jejich pěstování v Evropě ukončilo hladomor. Bohužel vývoj plochy konzumních brambor v České republice má sestupný charakter. Podílí se na tom převážně levná zahraniční konkurence a ekonomická výnosnost jiných plodin (Fryč 2015).

Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) je jedním z nejvážnějších škůdců brambor. V České republice škodí nejvíce v teplejších oblastech, především na jižní a jihovýchodní Moravě a v Polabí, kde často vytvoří dvě generace. V bramborářské oblasti je obvyklá jedna generace, ale v teplých letech se v poslední době vyskytuje i v částečné nebo úplné druhé generaci. Škodí larvy všech vývojových stádií a také brouci, a to okusem listů a stonků, někdy také hlíz vyčnívajících z brázd. Nejvýraznější škody způsobují larvy III. a IV. instaru, tj. nejstarších vývojových stádií. Při silném přemnožení způsobuje holožírý a tím výrazně snižuje výnos. Vedle brambor může tento škůdce napadat i další lilkovité rostliny, například lilek baklažán, rajčata a papriku (Doležal & Hausvater 2020).

2 Cíl práce

Hypotéza: Biologické přípravky na bázi *Beauveria bassiana* dokážou snížit výskyt mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*) pod ekonomický práh škodlivosti.

Cíle práce: Ověřit účinnost biologických přípravků na bázi *Beauveria bassiana* na mandelinku bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata*) ve srovnání insekticidy.

3 Literární rešerše

3.1 Význam a složení brambor

Brambory spadají mezi potraviny, které obsahují nejen sytící složku, ale zároveň pro dobrou stravitelnost a vzhledem k hodnotným živinám zaujímají důležité místo ve zdravé výživě. Uvádí se, že je lze používat ve všech formách diet, dokonce i v dietách pro alergiky. Důvodem je dobrá stravitelnost, obsah hodnotných bílkovin, alkalizační účinek a nízký potenciál alergenů (Volák et al. 2003).

Hlavní zásobní látkou bramboru je škrob, který plní funkci sytící (např. obsah škrobu 15 % představuje 87 % celkové energetické hodnoty hlízy). Pro lidský organismus je stravitelný teprve až po tepelné úpravě. Energetická hodnota hlíz je spíše nízká. Voda v hlíze je obsažena z 70-82 %. Kromě škrobu bramborové hlízy obsahují vlákninu, která zahrnuje tyto polysacharidy – hemicelulózy, pektiny, hexózy a pentozany. Obsah tuku v hlízách je velmi nízký (0,1 %) a prakticky neovlivňuje jejich energetickou bilanci. V bramborové hlíze existuje dále řada látek, které doplňují nutriční hodnotu brambor, k nim náleží zejména bílkoviny (dusíkaté látky, aminokyseliny), vitamíny, minerální látky, fenoly, glykosidy a další (Volák et al. 2003; Volák et al. 2013).

3.2 Biologická charakteristika brambor

Brambor (*Solanum tuberosum* L.) náleží do větve asteridů vyšších dvouděložných rostlin, čeledi lilkovité (*Solanaceae*). Vedle bramboru jsou do této čeledi zařazeny další hospodářsky významné plodiny jako rajče, paprika, lilek, petúnie a tabák. Mezi těmito plodinami je brambor jedinečný tvorbou hlíz, které vznikají za vhodných podmínek tloustnutím podzemních stonků (stolonů). Hlízy bramboru jsou globálně významným nutričním zdrojem, neboť obsahují škrob, bílkoviny, antioxidanty, vitamíny a minerální látky (Volák et al. 2013).

3.3 Morfologická charakteristika brambor

3.3.1 Nadzemní vegetativní orgány

Trs bramboru má nadzemní a podzemní část. Nadzemní prýt je tvořen lodyhou s listy, které udávají charakter trsu. Tvar trsu se rozeznává kuželovitý, deštníkovitý a zarovnaný. Klasifikace nadzemní části popisuje výšku lodyhy, typ větvení a postavení lodyhy. Výšku prýtu určuje délka lodyh, která je ovlivněna délkou vegetační doby. Za velmi nízké se považují trsy do 250 mm, nízké 260 mm, střední 410-510 mm, vysoké 560-650 mm a velmi vysoké nad 650 mm výšky (Volák et al. 2013).

Stoněk je v bezprostřední blízkosti hlízy poměrně tenký, etiolovaný a směrem k vrcholu sílí. Maximální tloušťky dosahuje pod listy a směrem ke květenství opět zužuje. Na průřezu bývá nepravidelně hranatý, trojboký, někdy i kulatý. Charakteristickým znakem je křídlení (vyrůstání hran). Základní barva je zelená, někdy je zbarvena od modrofialové do světle zelené, což je závislé na koncentraci pigmentu (Volák et al. 2013).

List bramboru je přetrhaně lichožpeřený. Středem listu pobíhá vřeteno, které je pokračováním řapíku. Z vřetena vyrůstají proti sobě páry (jařma) lístků (obvykle jeden až tři). Mezi jednotlivými jařmy vyrůstají na vřetenu mezilístky a v úžlabí listů se vyskytují úžlabní mezilístky. V nejspodnější části stonku se vyskytují listy se širokým vrcholovým lístkem a s menším množstvím postranních lístků. Barva listů může být šedozelená (způsobená plstnatostí čepele), hnědozelená, tmavozelená nebo světle zelená a zelená, výrazně ovlivněná hnojením. Listy jsou ochmýřené. Barva řapíků je nejvýraznější u mladých listů, a zvláště jejich pigmentování se může využít jako rozlišovací znak (Volák et al. 2013).

Květ se skládá z pěti kališních lístků, pěti korunních lístků, pěti tyčinek s krátkými nitkami a prašníky a z pestíku (semeník, čnělka, blizna). Některé odrůdy mají dvojnásobný počet korunních lístků, jejich květ se označuje jako dvojkorunka. Květ je nesen krátkou stopečkou s oddělovací vrstvou, v tomto místě dochází ve zralosti k opadu plodů. Doplňkovým znakem může být i otevírání (od 5.30 do 7.30 hod.) a zavírání květů (od 14.30 do 20.00). Brambor je samosprašnou rostlinou, ale může být opylen i přenesením pylu hmyzem (Volák a kol. 2013). Plod je kulatá nebo oválná zelená nebo žlutozelená na povrchu tmavě žíhaná dvojpouzdra, 20-40 mm v průměru velká bobule. V dužnaté části bobule jsou semena, která jsou bílá vejčitého tvaru, velikosti 1-2 mm (Volák et al. 2013).

3.3.2 Podzemní část

Podzemní část trsu tvoří bazální části stonků vyrůstající z mateční hlízy. Z uzlů na podzemní části stonku vyrůstají kořeny a z axilárních pupenů stolony (podzemní odnože, oddenky) (Volák et al. 2013). Obecně platí, že brambory mají mělké kořeny a jsou citlivé i na mírný vodní deficit (Bowen 2003).

Hlíza vzniklá přeměnou stonku. Je zduřelý konec oddenku – stolonu, jenž vzejde z úžlabního pupenu. Hlíza je zkrácený modifikovaný vegetační vrchol podzemního oddenku nebo jeho větve, který si zachovává stavbou a uspořádáním pupenů charakter stonku s redukovanými listy na šupiny. Barva dužiny je od bílé přes žlutou až po fialovou a modrou. Na povrchu každé hlízy je mnoho viditelných listových jizev a v jejich blízkosti jsou úžlabní pupeny. Listová jizva s úžlabním pupenem se nazývá očko (Volák et al. 2013).

3.4 Tvorba výnosu

Výnos brambor závisí na těchto složkách:

- počet trsů na jednotce plochy
- počet hlíz pod trsem
- hmotnost hlíz

(Vaněk et al. 2016)

3.5 Škůdci brambor

Nadzemní části rostlin (listy, nať) i podzemní části rostlin (hlízy) mohou ničit škůdci brambor. Mezi hlavní škůdce brambor řadíme mandelinku bramborovou, háďátko bramborové, mšice, drátovce, osenici polní, slimáky a hlodavce (např. myš polní) (Zellner 2017; Hausvater et al. 2020).

3.5.1 Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata* Say.)

Mandelinku bramborovou objevil v roce 1811 Thomas Nuttal a následně v roce 1824 ji popsal a pojmenoval Thomas Say ze vzorků získaných z Rocky Mountains v Coloradu, kde se vyskytovala na rostlinách z čeledi *Solanaceae* na lilku *Solanum rostratum* (Doležal & Hausvater 2020). Mandelinka bramborová jako škůdce brambor, má hluboký vliv na produkci brambor po celém světě. Rychle se rozšířila na východ přes Severní Ameriku, z Nebrasky do Massachusetts za 15 let a poté na západ do tichomořských států, provincií Spojených států a Kanady. Po zavlečení se mandelinka bramborová rychle rozšířila po Evropě a střední Asii. Díky proudění větru může šíření tohoto hmyzu dosáhnout 100–200 km za rok (Wang et al. 2020). V červenci 1945 byla objevena i u nás a následně se rozšířila po celém území bývalého Československa (Doležal & Hausvater 2020). Má zde velmi málo přirozených nepřátel, a proto se v minulosti kalamitně přemnožila (Kazda 2014). Její teritorium výskytu, které se stále zvětšuje, se v devadesátých letech minulého století odhadovalo na 16 milionů km² v Severní Americe, Evropě a Asii. Její výskyt byl zaznamenán prakticky ve všech bramborářsky vyspělých zemích světa s výjimkou Austrálie a Nového Zélandu (Doležal & Hausvater 2020).

Larvy i brouci se živí listy (Kazda 2014), mandelinka bramborová potřebuje během svého celého vývoje 40 cm² listové plochy, dospělec okusem rostliny denně spotřebuje až 10 cm² (Hausvater & Doležal 2014). Čím jsou larvy větší a starší, tím jsou žravější. Často se mylně uvádí, že žír brouků je zanedbatelný, protože je jich mnohem méně než larev. Je zjištěno, že jeden brouk zkonzumuje 5krát více bramborové natě než larva. Určit, jaký vliv má poškození natě mandelinkou na výnos hlíz, záleží především na tom, v jaké vývojové fázi k poškození došlo (Dušková & Kopřiva 2009).

Dospělci škodí od poloviny května, způsobují hrubý žír až holožír natě brambor. Imaga mohou zapříčinit menší škody než larvy. První generace larev poškozují natě brambor hrubým žírem a holožírem koncem července, druhá generace požírá rostlinu v srpnu, to může mít vliv na nižší výnos hlíz o desítky procent (Kazda 2014). Na konci vegetace, po odumření natě, mandelinka bramborová vytváří požerky na hlízách, vyčnívajících z půdy nebo mělce pod povrchem (Hausvater et al. 2020).

Dospělý brouk přezimuje v půdě v hloubce 10–40 cm. Úspěšné přezimování nejvíce záleží na dostatku a kvalitě potravy v závěru vegetace a na průběhu zimy. Čím méně je v závěru vegetace potravy a čím proměnlivější je zimní počasí, tím více bývá redukován stav přezimujících brouků. Úspěšnější přezimování je v lehčích písčitých půdách a v méně proměnlivých teplotních a vlhkostních podmínkách (Doležal & Hausvater 2020). Zajímavý je také objev, že některé samičky mohou přezimovat dokonce dvě zimy a v obou letech jsou plodné (Dušková & Kopřiva 2009).

Na jaře po prohřátí půdy, obvykle v druhé polovině května, vylézají ze země tzv. jarní brouci, vyhledávají potravu a páří se. K oplození samiček může však dojít již na podzim. Samičky kladou na spodní stranu listů brambor žlutavě oranžová vajíčka, a to ve skupinách, v počtu asi 30–35 kusů. Průměrná plodnost samičky je 500 vajíček. Embryonální vývoj je závislý na teplotě, při 20 °C se larvy líhnou v průměru za 10 dnů (Doležal & Hausvater 2020). A jejich vývoj trvá 12 až 20 dnů (Dušková & Kopřiva 2009). Larvy prodělávají čtyři vývojová stádia (instary) v průběhu tří až čtyř týdnů. Dospělé larvy zalézají do země, nejčastěji do hloubky 5–12 cm, kde se kuklí. Přibližně po 14 dnech se líhnou dospělci (tzv. letní brouci), kteří ihned zahajují žír, páří se a mohou ještě zakládat druhou generaci, zvláště v teplejších oblastech (Doležal & Hausvater 2020).

Vajíčka jsou v průměru o velikosti 1,5 mm. Larvy jsou oranžové až červené barvy, s černou hlavou a nohama, po stranách mají dvě řady černých teček. Dospělec (imago) je 7 až 10 mm velký. Má světle žlutou barvu s pěti černými pruhy na každém křídle. Hlava a hřbetní štít (pronotum) jsou pokryty černými skvrnkami (Waters & Jensen 2014).

3.5.2 Hádátka bramborové (*Globodera rostochiensis*)

Napadené rostliny hádátkem zaostávají v růstu. Listy vadnou, žloutnou, předčasně odumírají, ale zůstávají viset na stoncích. V podzemní části se tvoří velké množství postranních kořínků. Samička má kulovitý tvar, dosahují asi 0,5 – 0,8 mm, nejprve je bílé barvy, během vývinu žloutne a hnědne. Sameček je štíhlý, dlouhý asi 0,7 až 0,9 mm (Cagáň et al. 2010).

Ochranná opatření proti hádátce bramborové zahrnují střídání plodin, pravidelné obdělávání půdy a vysoké dávky organických hnojiv (40 t/ha). Chemická ochrana je rovněž možná, ale nákladná. V současnosti je ochrana brambor proti hádátce bramborové řešena

téměř výhradně pěstováním rezistentních odrůd. Většina moderních odrůd rezistenci proti háďátku druhu *Globodera rostochiensis* vykazuje, takže škodlivost tohoto druhu je nyní značně nižší než tomu bylo v minulosti, kdy byl tento škůdce při pěstování brambor mnohdy limitujícím činitelem. Problémy by mohly nastat v případě rozšíření dalšího druhu háďátka *Globodera pallida*, odrůd brambor rezistentních proti tomuto druhu je podstatně méně (Douda 2018).

3.5.3 Mšice

Mšice poškozují rostliny nejen sáním rostlinné šťávy, ale jejich sliny způsobují krnění a změny barev rostlin. Nebezpečné jsou především jako přenašeči obávaných virů a ochrana proti mšicím je často jedinou možností, jak zabránit rozšíření virů. Při přemnožení mšic jsou rostliny potaženy silnou vrstvou lepivé medovice, na níž se usídlují saprofytické černě (Böhmer & Wohanka 2003). Jako významní škůdci bramboru bývají uváděny hlavně mšice broskvoňová (*Myzus persicae*) a mšice řešetláková (*Aphis nasturtii*) (Fryč 2015).

3.5.4 Drátovci (*Elateridae*)

V hlízách brambor jsou vykousané jamky a hluboké chodbičky o průměru zhruba 2 mm. Světlehnědé, tvrdé larvy tuhostí připomínají drát. Larvy škodlivých kovaříků jsou široce polyfágní (Rod et al. 2005) a mají dlouhý vývoj kolem 3-5 let (Hausvater & Doležal 2019).

3.5.5 Osenice polní (*Agrotis segetum*)

Noční motýli šedavě popelavé barvy. Škodí šedozelené až žlutohnědé housenky vyžíráním velkých chodeb a nepravidelných otvorů v hlízách brambor během vegetace. K přemnožení dochází po suchých a teplých letech s tuhou zimou. Výjimečně housenky poškozují i listy. Ochrana spočívá především v agrotechnických zásadách (orba, včasné sázení, ničení plevelů apod.) (Volák et al. 2003).

3.5.6 Slimáci (*Limacidae*)

Škodí zvláště na vlhkých místech. Při silném přemnožení mohou způsobovat na nati i holožír. Nejvíce škodí na hlízách, ve kterých vyžírají různě velké chodby a díry, slupka většinou zůstává. Ochrana spočívá ve správném využívání agrotechnických opatření včetně střídání plodin (Volák et al. 2003).

3.5.7 Hlodavci (*Rodentida*)

Nejškodlivější je hraboš polní (*Microtus arvalis*), který okusuje hlízy jak na poli, tak i ve skladu. Na okousaných hlízách jsou snadno rozpoznatelné otisky jeho zubů. K ochraně se při silném přemnožení na polích používá řada chemických přípravků buď ve formě granulí, nebo postřiku. Skladištní prostory je třeba dezinfikovat a deratizovat (Volák et al. 2003).

3.6 Choroby brambor

3.6.1 Virové choroby

Jsou to choroby způsobené rostlinnými viry. Jejich význam je především v tom, že mohou výrazně snížit výnos, ovlivnit velikost hlíz, někdy i poškodit jejich vzhled. Přenáší se především za pomoci svého hmyzu – mšic, nebo mechanicky, dotykem zdravé a nemocné rostliny, případně jinými způsoby, například některými druhy hádátek, houbami a dalším savým hmyzem (plošticemi, křísy, třásněnkami) a hmyzem s kousavým ústrojím (mandelinka) apod. (Volák et al. 2003).

Potato virus Y (PVY) je ekonomicky nejvýznamnější a nejničivější virus infikující brambory po celém světě. Typickými příznaky na listech jsou mozaiky, různé skvrny, vrásčitost, drsnost, zakrnělost, nekróza různých typů (nekrotické skvrny či kroužky). Má široký rozsah hostitelů a infikuje velké množství druhů z čeledi *Solanaceae*. To zahrnuje důležité druhy plodin jako brambory, paprika, rajčata a tabák (Chikh-Ali & Karasev 2015).

3.6.2 Bakteriální choroby

Řada opakujících se bakteriálních onemocnění se přenáší půdou a omezují produkci brambor. Zahrnuje nemoci jako je bakteriální měkká hniloba (*Pectobacterium* spp., *Dickeya* spp.) a strupovitost brambor (Krik & Wharton 2014).

Strupovitost bramboru, příznakem napadení jsou strupy na slupce různé velikosti a hloubky (Hausvater et al. 2020). Bakteriální choroba způsobena bakterií *Streptomyces scabies*, ovlivňující kvalitu hlíz. Výrazně snižuje prodejnost pro stolní i zpracovatelské odrůdy brambor. Infikuje řadu kořenových plodin včetně brambor, ředkvičky, pastinák a mrkev (Krik & Wharton 2014).

3.6.3 Houbové choroby

Základním rozdílem mezi houbami a bakteriemi je tvorba podhoubí – tzv. mycelia, které se může rozrůstat na povrchu anebo uvnitř rostlin (u některých druhů hub může mycelium

chybět, např. u kvasinek, slizovek apod.). Dalším charakteristickým znakem hub je tvorba různých typů spor. Díky sporám se houby na rozdíl od bakterií a virů velmi dobře a rychle rozšiřují vzduchem, půdou a jinými způsoby. Některé druhy, třebaže u nás nepřezimují (např. původce plísně okurkové), se k nám každoročně přenášejí vzdušnými proudy až ze vzdálených jižních oblastí (Hudec & Gutten 2007).

V rostlinách houby škodí většinou tak, že mezi buňkami a v buňkách tvoří hyfy nebo jiné speciální útvary (např. haustoria), kterými odebírají rostlině živiny. Na rostlinách přitom vznikají různé skvrny, hniloby a vadnutí. V zahrádkách a všeobecně v přírodě se houby šíří většinou při vlhkém a deštivém počasí (zejména plísně, skvrnitosti a hniloby), které je vhodné pro tvorbu spor, ale i na vznik infekce a na samotné napadení rostliny (Hudec & Gutten 2007).

Plíseň bramborová, její vývoj je ovlivněn převážně teplotou, může mít za následek nevejiti rostlin kvůli hnilobě semen nebo klíčků (Krik & Wharton 2014). Původce choroby je parazit *Phytophthora infestans* (Volák et al. 2003). Na listech vznikají nejdříve vodnaté, později hnědé skvrny, které se velmi rychle rozšiřují a vyskytují se i na lodyhách. Jejich povrchová pletiva jsou vpadlá, sraštělá dužina pod skvrnami je tmavá a tvrdá. Napadené plody jsou nevhodné ke konzumu. Plíseň bramborová nenapadá jenom brambory, ale především i rajčata a ojedinele i lilky. Z rajčat pak výhradně polní rajčata, vystavena povětrnostním podmínkám, především střídání období horka a chladna s deštěm (Dušková & Kopřiva 2009).

Fuzáriová hniloba, výskyt houbové choroby je způsoben poškozením hlíz během sklizně, třídění a manipulací s hlízami (Krik & Wharton 2014). Je nejčastější skládkovou chorobou projevující se suchou hnilobou hlíz. Způsobuje i několik druhů hub rodu *Fusarium* (nejčastěji *F. solani* var. *Coeruleum*, *F. sulphureum*). Spory původců se vyskytují v půdě, kde dlouhodobě přežívají, a k infekci hlíz dochází téměř výhradně v místě mechanického poškození, případně při narušení hlíz jinými chorobami, především plísní bramborovou. Příznakem napadení jsou koncentricky zvrásnělé nekrotické skvrny na slupce a vrstevnatá destrukce dužiny s bílým myceliem (Volák et al. 2003).

Kořenomorka bramborová výrazně snižuje výnos, a především zhoršuje výtěžnost a kvalitu konzumních nebo sadbových hlíz (Volák et al. 2003). Je způsobena houbou *Rhizoctonia solani*, můžeme ji nalézt ve všech podzemních částech rostliny, v různém vegetačním období. Onemocnění brambor je specifické pro sklerocia na hlízách. Sklerocia jsou povrchní a nepravidelného tvaru, od malých, plochých, sotva viditelných skvrn až po velké vystouplé hrudky. Způsobuje černou šupinu a rakovinu stonků a stolonů na bramborách (Krik & Wharton 2014).

3.7 Regulace mandelinky bramborové

Dle Zídka et al. (1992) je práh škodlivosti populační hustota škůdce, při níž se má přikročit k opatřením, jimiž by se předešlo vzrůstu populační hustoty škůdce na hladinu škodlivosti. Za hladinu škodlivosti považuje nejnižší populační hustotu škůdce, při níž vzniká ekonomicky významné poškození. Podle Kazdy (2014) je u mandelinky bramborové prahem škodlivosti 14 ohnisek larev na ha nebo 5000 larev na 1 ha.

3.7.1 Preventivní a biologická ochrana proti mandelince

Včasným sázením předklíčených brambor lze předejít napadením brambor v nejranějším vývojovém stádiu. Na menších plochách je účinné ruční sbírání a likvidování mandelinek. Sběr je však nutno opakovat (Hudec & Gutten 2007).

3.7.2 Integrovaná ochrana proti mandelince

Dodržování zásad osevního postupu (Kazda 2014), pěstování brambor po sobě nejdříve po 4 letech (Hausvater & Doležal 2019).

3.8 Biologická ochrana

Termín biologická ochrana obecně označuje potlačování škůdců pomocí jejich přirozených nepřátel. V širším slova smyslu se užívá pro jakoukoli podporu organismů, které se nějak podílejí na omezování škůdců, v omezeném významu pro cílené vysazování uměle namnožených užitečných organismů – bioagens (analogicky ke slovu agens označujícímu účinnou látku) (Tichá 2001).

Biologická ochrana proti škůdcům je v porovnání s chorobami rozpracovaná detailněji a používá se proti nim i větší množství bioagens, predátorů i přirozených nepřátel. Na biologický boj proti některým druhům škodlivého hmyzu jsou určeny prostředky na bázi bakteriálních přípravků (*Bacillus thuringiensis*) a hub (*Entomophthora* spp.) (Hudec & Gutten 2007).

3.8.1 Užitečné organismy

Dle Tiché (2001) za užitečné organismy bývají považovány patogeny, dravci a cizopasníci napadající škůdce, opylovači, druhy pomáhající půdotvorným procesům a další. Jejich podpora, tzn. vytváření podmínek pro život a rozmnožování, ochrana jejich životního prostředí a někdy též umělé posilování nebo vytváření jejich populací, je základní součástí biologické ochrany.

Každá houbová choroba, mšice i mandelinky jsou v přirozených ekosystémech regulovány a jejich predátoři nebo jejich choroby jim nedovolí, aby se neúměrně a nepřírozně přemnožily. Výjimkou mohou tvořit roky, kdy přílišné sucho, nebo naopak vysoká vlhkost tvoří pro některého ze škůdců tak příznivé podmínky, že jejich přirozené nepřátele nedokážou zregulovat (Zídek et al. 1992).

Přestože má mandelinka své přirozené nepřátele, jejich význam v omezení výskytu tohoto škůdce je vzhledem k jeho množství malý. Z ptáků omezují populaci mandelinky především špačci, kosi, koroptve a bažanti. Z obojživelníků pak ropuchy. Z hmyzu střevlíci, slunéčka, škvoři a pavouci sekáči. Výskyt mandelinky omezují i parazitické hlístice (*Heterorhabditis* sp.) a některé půdní entomofágní houby (Dušková & Kopřiva 2009).

I u nás v rámci mezinárodní spolupráce byly konány pokusy s vysazováním dravé plošnice *Perillus bioculatus* intenzivně hubící vajíčka i larvy mandelinky. Praktické uplatnění však bylo problematické a ekonomicky náročné. Úspěšnější je využití biologické ochrany použitím mikroorganismů, zvláště entomofágní houby *Beauveria bassiana* a bakterie *Bacillus thuringiensis*. Preparáty na jejich bázi při správně načasované aplikaci vykazují přijatelnou účinnost (Hausvater & Doležal 2014).

3.8.2 Entomopatogenní houba rodu *Beauveria*

Pro potlačování škůdců jsou významné hlavně parazitické houby, které způsobují onemocnění, tzv. mykózy členovců. Při této nákaze prorůstá houba svými vlákny hostitele a vylučuje do něj toxiny. Mykózy (plísňová onemocnění) probíhají pomaleji než bakteriální infekce a nevyvolávají epidemie, zato mohou významně a vytrvale snižovat početnost určitého škůdce. *Beauveria bassiana* a některé další houby se pěstují i v laboratořích a používají se při biologické ochraně. Mezi nejvýznamnější houbové hubitele škůdců patří entomopatogenní houby rodu *Entomophora* a *Beauveria bassiana* vyvolávající onemocnění různých druhů hmyzu (Tichá 2001).

Rod *Beauveria* napadá mnoho druhů hmyzu po celém světě, zahrnuje nejméně 49 druhů, z nichž je přibližně 22 považováno za patogenní. Nejznámějšími druhy jsou *Beauveria bassiana*, *Beauveria brongniartii*, *Beauveria caledonica*, *Beauveria vermiconia* a *Beauveria amorpha* a další. *Beauveria bassiana* je historicky nejvýznamnější a nejpoužívanější houba v tomto rodu. Původně tato houba je známá jako *Tritirachium shiotae*, přejmenována po italském právníkovi a vědci Agostino Bassi, který to poprvé označil za původce bílého muscardinového onemocnění (Saranraj & Jayaprakash 2017).

Entomopatogenní houba *Beauveria bassiana* je patogen, o kterém se uvádí, že je schopen infikovat více než 100 různých druhů hmyzu patřících do různých řádů (Cagán & Uhlík 1999).

Konidie této houby hubí larvy a kukly mandelinky bramborové (Volák et al. 2003). Po uhynutí napadeného hmyzu se tvoří na jeho vnější straně houbový povlak, který je podle druhu houby rozličně zbarven. U rodu *Beauveria* je porost bělavý. Na usmrcení hmyzu prorostlém houbou (vzdušné mycelium) se vytváří ve velkém množství mikroskopicky malé spory. Jsou pasivně rozšiřovány a slouží k infekci nových hostitelů. Období od infekce, která pronikla pokožkou, až do usmrcení organismů tvoří podle velikosti hmyzu několik dnů až týdnů. Kromě hmyzu usmrcují houby i háďátka. (Häni et al. 1993).

Biologické kontrolní prostředky jako např. entomopatogenní houby lze použít jako součást integrované ochrany proti škůdcům. Houbový patogen *Beauveria bassiana* je a široce používaný mykoinsekticid, poskytuje tak biologickou alternativu k synteticky chemickým insekticidům. V zemědělství a lesnictví se považují za biologické prostředky, protože jsou bezpečné pro zvířata a šetrné k životnímu prostředí. V přirozených podmínkách, tyto patogeny jsou příčinou přirozené úmrtnosti hmyzích populací (Saranraj & Jayaprakash 2017).

3.9 Chemická ochrana

Podle Hudece & Guttena (2007) je chemická ochrana rostlin, použití chemických látek určených na potlačení škodlivých činitelů nebo k regulaci specifických procesů v rostlinách. Přípravek, resp. látka určená k hubení hmyzu se označuje insekticid. Chemická ochrana se provádí na základě signalizace, příp. na základě líhnutí larev. Optimálním termínem pro ošetření porostů je období od maximálního líhnutí larev po období druhého a třetího instaru. Při správně načasovaném ošetření postačuje jedna aplikace insekticidů, výjimečně je potřeba ošetřovat proti novému výskytu larev. Dle ÚKZÚZu (2022) při výběru insekticidu je vhodné použití novějších přípravků (Benevia, Coragen 20 SC apod.), místo starších pyretroidů (např. Karate, Decis) a organofosfátů, proti kterým jsou larvy mandelinky většinou rezistentní.

3.9.1 Skupiny účinných látek

Dle ÚKZÚZu (2022) v současné době máme registrované čtyři skupiny účinných látek proti mandelince bramborové:

- Pyrethroidy
- Neonikotinoidy
- Diamides
- Spinosyny

3.9.1.1 Pyrethroidy

Jsou nejběžnější aktivní složkou v průmyslu hubení škůdců. Mají vysokou insekticidní účinnost a nízkou toxicitu pro savce. Akutní a chronická toxicita je u pyrethroidů považována za nízkou a jsou tedy v oboru populárnější. Tyto látky jsou účinné proti většině hmyzím škůdcům a jsou extrémně toxické pro ryby. Pyrethroidy se používají při výrobě prakticky všech typů přípravků kromě návnad. Působí tak, že udržují otevřené sodíkové kanály v neuronových membránách, což ovlivňuje periferní a centrální nervový systém. Což vede k příznakům jako je třes, nekoordinovanost, hyperaktivita a paralýza. Účinnými látkami pyrethroidů jsou například bifenthrin, deltamethrin, permethrin, lambda-cyhalothrin, alfa-cypermethrin a další (Dhang 2018). Krátkou dobu po uvedení pyrethroidů na trh a jejich plošném používání se vyseletovaly rezistentní populace mandelinky bramborové ke všem účinným látkám z této skupiny. V současné době jsou tyto přípravky proti mandelince prakticky neúčinné (Doležal & Hausvater 2020).

3.9.1.2 Neonikotinoidy

Jsou účinné látky používané v přípravcích na ochranu rostlin k hubení škodlivého hmyzu, což znamená, že se jedná o insekticidy. Název doslova znamená „nové insekticidy podobné nikotinu“. Protože látky jsou chemicky podobné nikotinu. Název neonikotinoidy se někdy zkracuje na „neonics“ nebo „NNIs“. První neonik byl schválen v EU v roce 2005. Neoniky jsou systémové pesticidy. Na rozdíl od kontaktních pesticidů, které zůstávají na povrchu ošetřených částí rostlin (např. listů), systémové pesticidy jsou přijímány rostlinou a transportovány po celé rostlině (listy, květy, kořeny a stonky, stejně jako pyl a nektar). Neoniky jsou mnohem toxičtější pro bezobratlé, jako je hmyz než pro savce, ptáky a jiné vyšší organismy. Tyto látky ovlivňují centrální nervový systém hmyzu, což vede k případné paralýze a smrti. Jsou také běžné ve veterinářství např. v obojkách proti blechám pro domácí mazlíčky (Food Safety 2021). V současné době jsou ze skupiny neonikotinoidů rezistované přípravky s účinnou látkou acetamiprid (ÚKZÚZ 2022).

3.9.1.3 Diamidy

Jsou insekticidy se specifickou cílovou aktivitou, které jsou vysoce účinné, kontrolují široké spektrum škůdců a mají příznivou toxicitu. V současnosti dostupné diamidové insekticidy zahrnují chlorantraniliprol a flubendiamid, přičemž cyantraniliprol se v některých zemích již prodává, jak postupuje uvedení na trh. Flubendiamid, první diamidová insekticidní sloučenina, byla objevena Nihonem Nohyaku a vyvinuta společně s Bayerem. Krátce poté společnost DuPont představila chlorantraniliprol a kyantraniliprol, které jsou komerčně dostupné společnostmi DuPont a Syngenta (Teixeira & Andaloro 2013; Pinto 2020).

Spektrum aktivity diamidů je široké, přičemž flubendiamid se zaměřuje převážně na *Lepidoptera*. Chlorantraniliprol kromě *Lepidoptera* reguluje druhy molice, listonohy, brouky a termity, zatímco cyantraniliprol je účinný při kontrole velkého počtu druhů *Lepidoptera*, *Homoptera*, *Coleoptera*, *Diptera* a *Thysanoptera*. Kromě použití na list mohou být chlorantraniliprol a kyantraniliprol dodávány hmyzím škůdcům prostřednictvím systému příjmu kořenů rostlin a lze je tedy použít pro aplikaci přímo do půdy pomocí systémů používaných pro kapkové zavlažování (Teixeira & Andaloro 2013).

Diamidové insekticidy působí na ryanodinové receptory a způsobují, že vápníkový kanál zůstává otevřený, což vede k nekontrolovanému uvolňování zásob vápníku. Vzhledem k tomu, že vápník je zapojen do různých buněčných procesů, na úrovni organismu tato ztráta schopnosti regulovat vápník vede k letargii, udušení, zastavení příjmu potravy a nakonec smrti. Diamidy se dostaly na vysokou úroveň na trhu díky svým pozoruhodně příznivým biologickým, ekologickým a toxikologickým vlastnostem. Komerční produkty zahrnují formulace s jedinou diamidovou aktivní složkou a řadu směsí s jinými aktivními složkami. Mutace v místě ryanodinového receptoru mohou způsobit odolnost vůči diamidům (Teixeira & Andaloro 2013; Pinto 2020).

V České republice, vzhledem k jejich dosud malému rozšíření, nebyly zaznamenány rezistentní populace k těmto účinným látkám. Nástup jejich účinnosti je pozvolnější, ale během několika dnů dosáhne ke 100 % (Doležal & Hausvater 2020).

3.9.1.4 Spinosyny

Jsou insekticidní přírodní produkty pocházející ze *Saccharopolyspora spinosa*, nalezené ve vzorku půdy v Karibiku v roce 1982. Existuje více než 20 přírodních forem spinosynů. Spinosad, první komerční produkt, je směsí dvou přirozeně se vyskytujících spinosunů. Spinosyn A (hlavní složka) a spinosyn D (menší složka) jsou v poměru zhruba 17:3. Poprvé byl zaregistrován v USA v roce 1997 a celosvětově se používá k hubení široké škály škůdců. Ve Velké Británii se používá převážně na zeleninové plodiny (Imperial College 2018; Geng et al. 2013).

3.9.2 Účinné látky a přípravky registrované v ČR

V současné době je v České republice registrováno 28 přípravků k ochraně brambor proti mandelince bramborové, z nichž 2 přípravky (Neem Azal, SponTor) jsou vhodné do ekologického zemědělství (ÚKZÚZ 2022).

Pyrethroidy:

- Alfa-cypermethrin (Alfametrin ME, Vaztak Active)
- Cypermethrin (Sherpa 100 EW)

- Deltamethrin (Decis Forte, Decis Mega, Decis Protech, Delmetros 100 SC, DEMETRINA 25 EC, Dinastia, Koron 100 SC, Scatto)
- Lambda-cyhalothrin (Karate se Zeon technologií 5 CS, Kendo 5 CS)
- Tau-fluvalinát (EVURE, MAVRIK SMART)
- Zeta-cypermethrin (Agrosales-Zetacypermethrin II, AV Cyper, BEC Zetacyp, Fury 10 EW)

Neonikotinoidy:

- Acetamiprid (Acetguard, Gazelle, Mospilan 20 SP, YOROI)

Diamidy:

- Cyantraniliprol (Benevia)
- Chlorantraniliprol (Coragen 20 SC, Voliam)

Spinosyny:

- Spinosad (SpinTor)

Botanický insekticid:

- Azadirachtin (NeemAzal-T/S)

(ÚKZÚZ 2022)

3.9.3 Vybrané chemické přípravky proti mandelince bramborové

3.9.3.1 Benevia

Je diamidový insekticid ve formě olejové disperze, který se smísí s vodou a aplikuje se jako postřik na list. Účinnou látkou je cyantraniliprol. Insekticid Benevia je zvláště účinný proti savým a žravým hmyzím škůdcům (*Lepidoptera*) a je speciálně vytvořen pro maximální účinnost při aplikaci na list u cibule, brambor a rajčat. Do larev se dostává především požitím, ale také kontaktem. Expozice druhů škůdců obvykle vede k rychlému zastavení žravosti během několika hodin po expozici, avšak doba do smrti může trvat 3 až 6 dní, v závislosti na druhu. Přípravek je kompatibilní s mnoha běžně používanými fungicidy, kapalnými hnojivy, herbicidy, insekticidy a produkty biologické ochrany (FMC 2022).

3.9.3.2 Coragen 20 SC

Je insekticid s novým mechanismem účinku a vynikajícími vlastnostmi. Účinnou látkou je chlorantraniliprol. Působí na škůdce jako je mandelinka bramborová, zavíječ jablečný nebo hrotovník bavlníkový a další. Přípravek má vysokou biologickou aktivitu. Poskytuje účinnou

ochranu při nízkých dávkách. Kromě schopnosti regulovat škůdce samostatně, vykazuje také vynikající mísitelnost s jinými insekticidy a fungicidy. Pro lepší účinek je vhodné aplikovat tento pesticid v době líhnutí (FMC 2021).

3.9.3.3 Decis Mega

Decis Mega je světlostálý syntetický pyrethroid. Hubí škůdce jako dotykový a požerový jed s významným repelentním účinkem proti celé řadě škůdců, zejména mšicím a s částečným ovicidním účinkem. Svilušky nehubí. Účinnou látkou je deltamethrin. Nemá systémový účinek, proto je třeba, aby byly při aplikaci rovnoměrně zasaženy všechny části rostlin. Velmi dobře účinkuje i při nízkých teplotách. Nedoporučujeme aplikace při teplotách překračujících 23 °C (Agromanuál 2022).

3.9.3.4 Karate se Zeon technologií 5 CS

Účinnou látkou je lambda-cyhalothrin, což je nesystémový pyrethroid. Usmrcuje hmyz jako dotykový a požerový jed. Působí zejména proti žravým škůdcům (*Lepidoptera*, *Coleoptera*) jako kontaktní jed s výraznou účinností. Dále má velmi dobrou účinnost na savý hmyz (*Homoptera*). Vyznačuje se rychlou účinností (knockdown efekt) a dlouhým reziduálním působením. Je světlostabilní, což umožňuje jeho použití proti rozvlekle nastupujícím škůdcům. Dráždivé účinky vyvolávají neklid hmyzu a nutí i skrytě žijící druhy ke kontaktu s účinnou látkou. Má repelentní účinek na včely. Přípravek dobře působí při nízkých teplotách do 20-25° C. Při vysokých teplotách účinnost klesá (Syngenta 2022).

Ošetření proti mandelince se provádí podle signalizace, v době maxima líhnutí larev, do stádia L3 včetně. Přípravek Karate se Zeon technologií 5 CS se považuje za vhodného doplňkového partnera k neonicotinoidním přípravkům v antirezistentních strategiích boje proti mandelince bramborové (Syngenta 2022).

3.9.3.5 Mospilan 20 SP

Postřikový systémově působící insekticid ve formě vodou rozpustného prášku určený k hubení širokého spektra živočišných škůdců v ochraně rostlin, zejména působících škody sáním a požerem – mšici chmelové, mandelinky bramborové, mšic včetně vlnatky krvavé a obaleče jablečného, molic, třásněnek, puklice, blýskáčka řepkového a krytonosců. Účinnou látkou je acetamiprid. Mospilan 20 SP je systémově působící insekticid ze skupiny neonicotinoidů. Působí jako neurotoxikant, tzn. blokuje nikotinový Ach receptor v postsynaptické membráně nervového systému živočišných škůdců. Přípravek působí systémově i translaminárně, prostupuje celým profilem listu. Účinkuje jako kontaktní a požerový jed ve velmi nízkých dávkách, má relativně rychlé počáteční působení v porostu. Vyniká dlouhodobým a

vyrovnaným reziduálním účinkem proti širokému spektru živočišných škůdců rozhodujících zemědělských plodin. Mospilan 20 SP je velmi flexibilní k vyšší teplotě během aplikace, v rostlině je rozváděn akropetálně (vzhůru, do nově narůstajících listů), nikoliv bazipetálně ke kořenům. Pro lepší penetraci do porostu je doporučováno dle podmínek a plodiny použití se smáčedly (zeleniny, luskoviny). Na mandelinku bramborovou je přípravek vysoce účinný na nejvíce škodlivé larvy III. a IV. instaru, současně účinkuje na brouky (Agromanuál 2022).

3.9.3.6 NeemAzal T/S

Přípravek z výtažků tropické rostliny *Azadirachta indica*, který se celosvětově používá jako přírodní insekticid (proti hmyzu). Účinná látka azadirachtin proniká do listů a zastavuje požerovou aktivitu škůdce. Během několika hodin po aplikaci přestanou být škůdci aktivní, larvy se dále nevyvíjí a hynou. Kolonie škůdce jsou ještě nějaký čas viditelné, vývoj larev se však zastaví. U dospělců omezuje schopnost rozmnožování a u vajíček snižuje jejich životaschopnost. Přípravek působí proti savým a žravým škůdcům jako jsou například mšice, molice nebo třásněnky. Velice účinný je i v boji proti mandelince bramborové. Na některé druhy škůdců může působit částečně i repelentně. NeemAzal lze použít proti larvám smutnic v substrátu. Mezi výhody azadirachtinu patří jeho velmi nízká toxicita vůči savcům a jiným necílovým organismům. Neem Azal je přípravek vhodný pro použití v ekologickém zemědělství (Ošetřeno.cz 2022).

3.9.3.7 SpinTor

Kontaktní postřik proti škůdcům, který obsahuje účinnou látku spinosad (spinosin A + D), to je přírodní produkt získaný fermentační činností bakterií *Saccharopolyspora spinosa*, který se běžně vyskytuje v půdě. Jako přírodní produkt se spinosad vyznačuje mimořádně nízkou toxicitou vůči člověku a teplokrevním živočichům, je tedy šetrný k životnímu prostředí. Postřik proti škůdcům s účinnou látkou spinosad ve formě suspenzního koncentrátu pro ředění vodou určený k ochraně proti škůdcům brambor, révy vinné, jabloní, kvěťáku, hlávkového zelí, růžičkové kapusty, brokolice, póru, cibule, papriky a rajčat proti škůdcům. Spintor působí jako požerový a kontaktní přírodní insekticid. Vyznačuje se novým mechanismem působení. Účinek nastává již po několika hodinách, následně dochází k úhynu hmyzích škůdců. Spintor nepůsobí na savý hmyz (mšice). Přípravek obsahuje Inhibitory chitinu, to jsou syntetické látky (deriváty močoviny), které nepůsobí kontaktně ani nejsou v pravém slova smyslu pro hmyz jedovaté, ale po nahromadění v těle způsobí, že larvy při svlékání nejsou schopny si vytvořit novou vnější kostru a hynou. Působí jen na svlékající se stadia hmyzu, tedy larvy a pouze na ty druhy, které zkonsumovaly ošetřenou část rostliny, tedy převážně samotného škůdce, pro ostatní druhy jsou z valné části neškodné. Ve vyšších dávkách spolehlivě hubí i brouky mandelinky bramborové (Agromanuálshop.cz 2022).

3.10 Rezistence mandelinky bramborové

Rezistence (odolnost) je schopnost hostitele potlačit nebo oddálit aktivitu patogenního agens. Jinými slovy, rezistence je způsobilost hostitelského organismu odolat nebo klást odpor škodlivému patogennímu faktoru, případně schopnost zmenšit nebo překonat účinky tohoto škodlivého faktoru (Kůdela et al. 1989).

Bylo prokázáno, že mnoho hmyzích škůdců si vyvinulo odolnost vůči velkému množství insekticidů, i když ne všechny populace určitého druhu budou rezistentní a v mnoha případech může být rezistence v jednotlivých populacích omezena na relativně malý počet sloučenin. Rezistenci si vytvořila i mandelinka bramborová a vyvinula si ji proti více než padesáti různým insekticidům. Po zavedení imidaclopridu byla zjištěna rezistence, když kontrola začala selhávat asi po deseti letech intenzivního užívání. Úroveň rezistence se liší mezi různými populacemi a mezi nimi larvální a dospělá stádia brouků, ale v některých situacích může být velmi vysoká (Matthews 2018).

Již v šedesátých letech minulého století byla potvrzena rezistence mandelinky proti DDT, postupně následovala zjištění rezistentních populací k organofosfátům a pyrethroidům (Hausvater & Doležal 2014).

Základem antirezistentní strategie proti mandelince bramborové je střídání přípravků s rozdílným mechanismem účinku. Realizace tohoto doporučení je však vzhledem k prokázané rezistenci mandelinky k několika skupinám účinných látek (pyretroidy, organofosfáty, a některé neonikotinoidy) a také ukončení používání některých z nich (organofosfáty, thiaklopid) obtížná. Lze očekávat, že nosnými přípravky budou v následujících letech zejména přípravky ze skupiny diamidů a spinosinů, které jsou vysoce účinné i na populace mandelinky rezistentní k jiným skupinám účinných látek. Vzhledem k prokázané rezistenci mandelinky bramborové k pyretroidům a organofosfátům na území ČR se nedoporučuje použití přípravků ze skupiny pyretroidů (Kocourek et al. 2020).

Při prokázání rezistence populací mandelinky bramborové k pyretroidům i k neonikotinoidům (acetamiprid) se doporučuje využívat přípravky označované jako diamidy, s účinnými látkami chlorantraniliprole (Coragen 20 SC) nebo cyantraniliprole (Benevia). Nedoporučuje se v jedné sezóně použít proti mandelince obě účinné látky diamidů. Pro střídání účinných látek proti mandelince bramborové se doporučuje využít spinosad (Spintor), který lze používat také v režimu ekologického zemědělství (Kocourek et al. 2020).

4 Metodika

V Žabčicích, na školním pozemku zemědělském podniku Mendelovy univerzity v Brně, byly založeny polní pokusy s přípravky na bázi *Beauveria bassiana* a insekticidními přípravky na téma ochrana brambor proti *Leptinotarsa decemlineata* (Mandelinka bramborová). Pozemky jsou v ranobramborářské oblasti, rovinného charakteru s nadmořskou výškou od 179 do 184 m n.m. Tato oblast patří k nejteplejším lokalitám na území České republiky s průměrnou roční teplotou 9,2 °C. Roční dlouhodobý průměrný úhrn srážek z let 1961 až 1990 je 480 mm, čímž se řadí v kombinaci s vysokými teplotami mezi suché oblasti ČR (Doležal et al. 2012).

4.1 První část polního pokus s insekticidními přípravky

Pro založení přesných polních pokusů byla použita běžná agrotechnika s aplikací herbicidů a fungicidů. Dne 23.4. 2021 byla provedena výsadba brambor odrůdy Rosara na honu Obora v bloku 1 se sponem 75 x 30 cm. Sadbová velikost brambor byla 3,5 až 5,5 cm. V jednom řádku bylo vysázeno 28 hlíz. Délka řádku byla 8,4 m. Způsob založení byl podélný. Bylo založeno 8 variant (včetně kontroly) ve 3 opakování na parcelách o ploše 25,2 m². Dávka vody byla u všech variant 400 l/ha. Insekticidy byly aplikovány zádovým postřikovačem VERMOREL Electric 2000. V jednom opakování se hodnotilo 5 vyznačených trsů rostlin, které byly nejvíce napadeny larvami mandelinky bramborové s převahou vývojových stádií LII až LIII. Hodnocení proběhlo ve třech termínech, a to těsně před aplikací přípravků (21.6. 2021), následně 1 den po aplikaci (22.6. 2021) a 7 dní po druhém hodnocení (29.6. 2021). Ve všech termínech hodnocení byly odečteny počty larev LI-LIV, počty imag, % defoliace, počet kolonií a vajíček. Účinnost insekticidů na larvy LI-LIV byla vyhodnocena podle Hendersona-Tiltona.

Tabulka 1. Přehled přípravků zařazených do pokusu.

číslo varianty	přípravek	účinná látka	dávka	dávka vody v litrech	datum aplikace	zástupce
1.	Kontrola	-	-	-	-	-
2.	NeemAzal T/S	Azadirachtin	2,500 l /ha	400	21.6.2021	Biocont
3.	Benevia	Cyantraniliprol	0,125 l/ha	400	21.6.2021	FMC
4.	Mospilan 20 SP	Acetamiprid	0,06 kg/ha	400	21.6.2021	SumiAgro
5.	SpinTor	Spinosin A + D	0,150 l/ha	400	21.6.2021	Dow AgroSciences
6.	Coragen 20 SC	chlorantraniliprol	0,060 l/ha	400	21.6.2021	DuPont CZ s.r.o.
7.	Karate se Zeon technologií 5 CS	Lambda-cyhalothrin	0,15 l/ha	400	21.6.2021	Syngenta
8.	Decis Mega	deltamethrin	0,100 l/ha	400	21.6.2021	Bayer

Henderson-Tiltonův vzorec na účinnost přípravků [%]

$$[\%] = \left(1 - \frac{\text{populace v kontrole před ošetřením} * \text{populace na ošetřené ploše po ošetření}}{\text{populace v kontrole po ošetření} * \text{populace na ošetřené ploše před ošetřením}} \right) * 100$$

(Henderson & Tilton 1955)

4.2 Druhá část polního pokusu s přípravky na bázi *Beauveria bassiana*

Dne 23.4. 2021 byla provedena výsadba bramboru obecného (*Solanum tuberosum*) do hloubky 8 cm, odrůdy Rosara. Bylo založeno 5 variant po třech opakování na honu Obora, kde byla předplodinou pšenice ozimá. Se sponem 75 x 30 cm, vycházela hustota rostlin bramboru na 44 444ks/ha. Pozemek má nulový sklon svahu. Během pokusu nebyla půda obdělávána ani hnojena. Přípravky byly aplikovány zádovým postřikovačem Vermoler 2000 Electric. Aplikace přípravků proběhla ve dvou termínech 21.6. 2021 a 29.6. 2021. Kromě pokusných aplikací a standardu byl pokus ošetřen pouze herbicidy. Přípravky herbicidů Bandur s účinnou látkou aclonifen (v dávce 2 l/ha) a Plateen 41,5 WG s účinnými látkami flufenacet a metribuzin (v dávce 2 kg/ha), byly smíchány s vodou (400 l/ha) a aplikovány 10.5. 2021. Hodnocení pokusu a vyhodnocení účinnosti proběhlo stejným způsobem jako u předešlého pokusu s insekticidními přípravky. První hodnocení pokusu proběhlo 21.6. 2021 ještě před aplikací přípravku, další hodnocení proběhlo v termínech 22.6. 2021, 29.6. 2021 a 8.7. 2021.

Tabulka 2. Přehled použitých přípravků pro pokus.

číslo varianty	typ	přípravek	dávka	dávka vody v litrech	datum aplikace
1.	kontrolní	Kontrola	-	-	-
2.	testační	KLIČKA 10 % + Silwet star	KLIČKA 1 kg/ha	400	21.6.2021 29.6.2021
3.	testační	KLIČKA 20 % + Silwet star	Silwet star	400	21.6.2021 29.6.2021
4.	testační	KLIČKA 30 % + Silwet star	0,15 l/ha	400	21.6.2021 29.6.2021
5.	standardní	SpinTor	0,15 l/ha	400	21.6.2021

Tabulka 3. Přehled použitých účinných látek.

přípravek	účinná látka	výrobce
KLIČKA 10 %	Klička (10 %, 20 %, 30 %) je biologický preparát s různým obsahem houby Beauceria bassiana: BVF 21	Monas technology s.r.o.
KLIČKA 20 %		Monas technology s.r.o.
KLIČKA 30 %		Monas technology s.r.o.
Silwet Star	allyloxypolyethyleneglycol 200 g/l heptamethyltrisiloxan 800 g/l	UPL Czech s.r.o.
SpinTor	Spinosad 240 g/l	Dow Agro Sciences S.A.

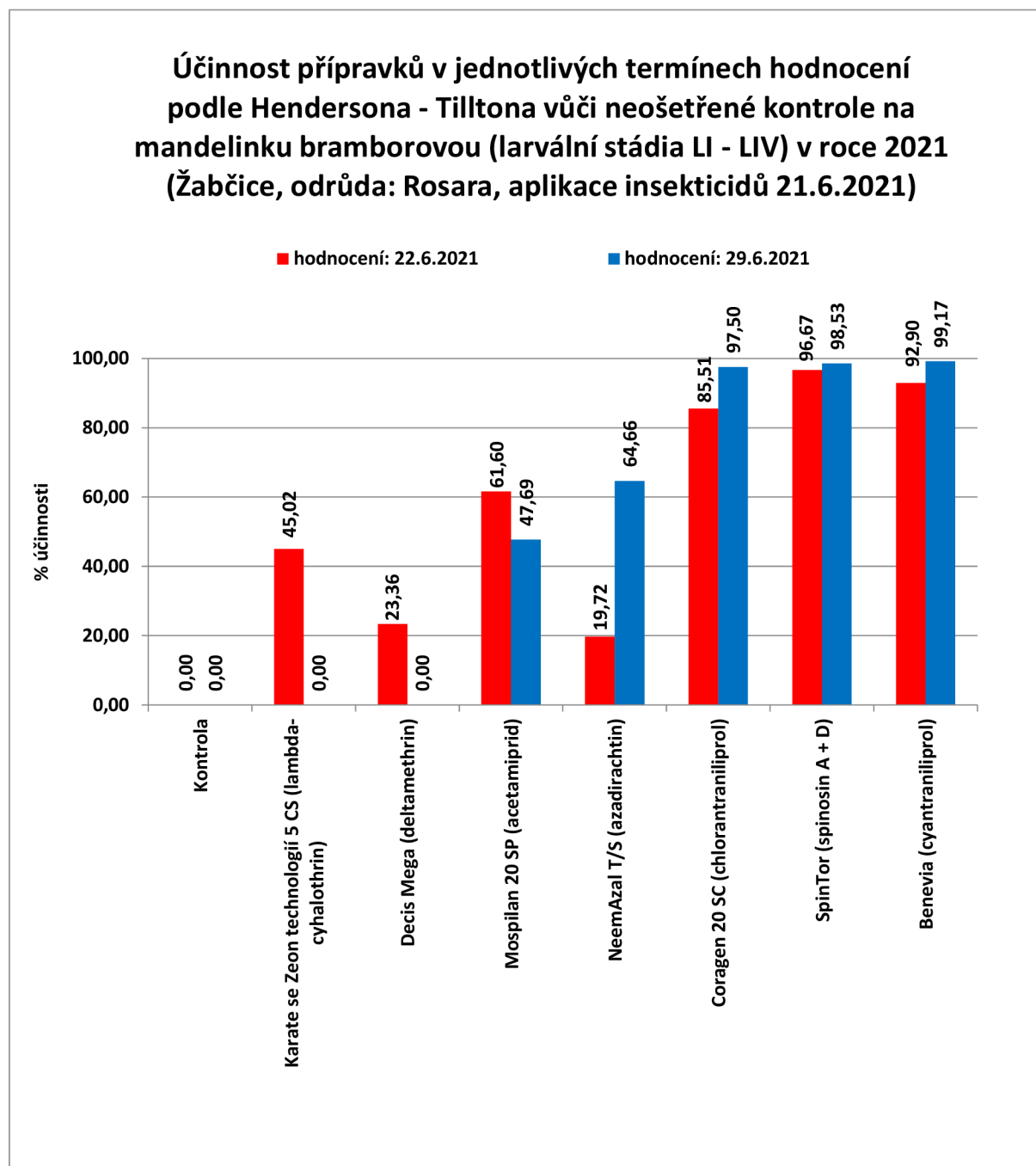
5 Výsledky

5.1 Pokus s insekticidními přípravky

Tabulka 4. Přehled průměrného počtu larev na jedné rostlině bramboru hlíznatého v různých variantách a ve třech termínech hodnocení.

varianta	21.06.2021		22.06.2021		29.06.2021	
	průměrný počet larev		průměrný počet larev		průměrný počet larev	
	L I. - L III.	L IV.	L I. - L III.	L IV.	L I. - L III.	L IV.
1/I	53,2	—	48,6	0,2	14,6	8,8
1/II	52	—	46,2	—	16	3,8
1/III	57,2	—	53,8	—	13	19,6
2/I	25	—	19,8	—	1,2	1,4
2/II	62,8	—	37,2	—	5,2	5
2/III	36,4	—	30,2	0,2	4,4	1,4
3/I	54,8	—	3,6	—	0,6	—
3/II	33,6	—	2,4	—	—	—
3/III	40	—	2,2	—	—	—
4/I	39,2	—	17	—	3,8	3,8
4/II	57	—	22,4	—	5	8,4
4/III	42,6	—	11,2	—	7,8	1,8
5/I	41,6	—	1,6	—	0,2	—
5/II	50,6	—	0,8	—	—	—
5/III	45,8	—	1,8	—	0,6	—
6/I	59,6	—	8,4	—	1	—
6/II	57,8	—	6,4	—	0,6	—
6/III	73,4	—	10	—	—	0,2
7/I	61	—	29	0,8	21,2	14,6
7/II	51	—	33,2	—	19,4	10
7/III	37,9	—	13,6	—	10,4	2,4
8/I	53,2	—	25,6	—	1,6	8,4
8/II	52	—	31	—	12,2	4,2
8/III	57,2	—	20,8	—	14,2	5,6

Graf 1. Účinnost insekticidních přípravků.

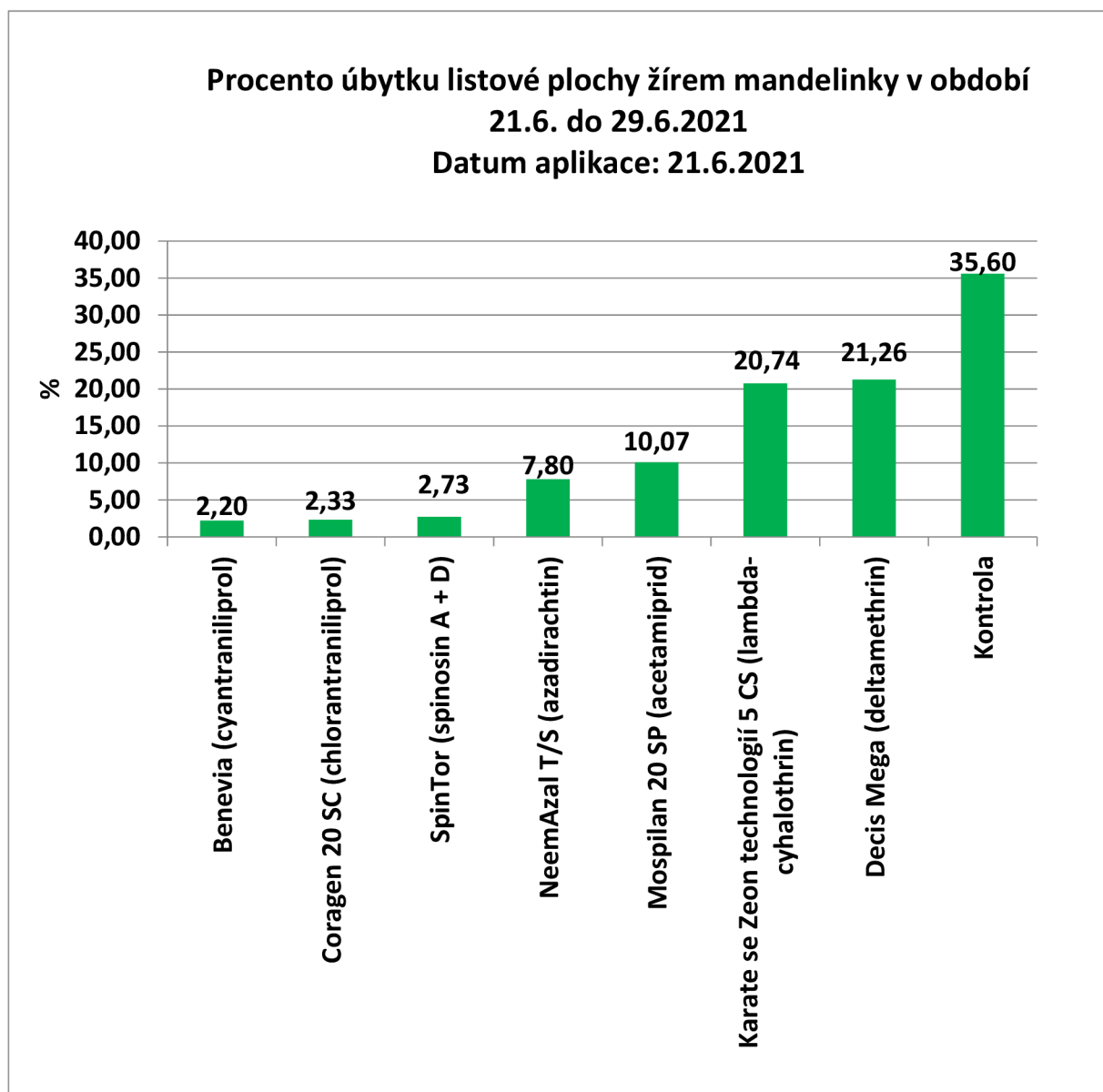


První hodnocení proběhlo 21.6. 2021 těsně před aplikací insekticidů. Na pokusných parcelách se vyskytovala s největší četností larvální stádia LI až LIII. Druhé hodnocení proběhlo, již den po aplikaci, tudíž 22.6. 2021. Z grafu je zřejmé, že u přípravků Coragen 20 SC, Spintor a Benevia jsme zaznamenali hodnocení účinnosti nad 85,51 %, ostatní přípravky vykazovaly menší účinnost proti mandelince bramborové. A poslední třetí hodnocení proběhlo 29.6. 2021, kdy u přípravků Coragen 20 SC, SpinTor a Benevia výsledky vykazují účinnost vyšší než 97,50 %. SpinTor, který je vhodný i pro ekologické pěstování brambor je srovnatelný se svou účinností s chemickými insekticidy. Přípravky Karate se Zeon technologií 5 CS a Decis Mega neprokázaly žádnou účinnost.

Tabulka 5. Přehled průměrné defoliace na jedné rostlině bramboru hlíznatého v různých variantách a ve třech termínech hodnocení.

varianta	průměrná defoliace [%]		
	21.06.2021	22.06.2021	29.06.2021
1/I	15,2	22	48
1/II	12	22,4	40
1/III	24	31	70
2/I	4,2	8,2	9,6
2/II	8,2	12,4	18
2/III	5,8	10,4	14
3/I	4,6	7	7
3/II	3	4,8	4,4
3/III	4,6	7,4	7,4
4/I	39,2	47	48
4/II	57	31	40
4/III	42,6	16	19,6
5/I	10	12,2	12,2
5/II	7,2	9,8	9,8
5/III	6,2	8,6	9,6
6/I	7	8,8	8,8
6/II	6	7,8	7,8
6/III	11,6	15	15
7/I	11	19	42
7/II	7,2	14	34
7/III	9,2	12	13,6
8/I	5,2	9	39
8/II	11	17	29
8/III	11	17	23

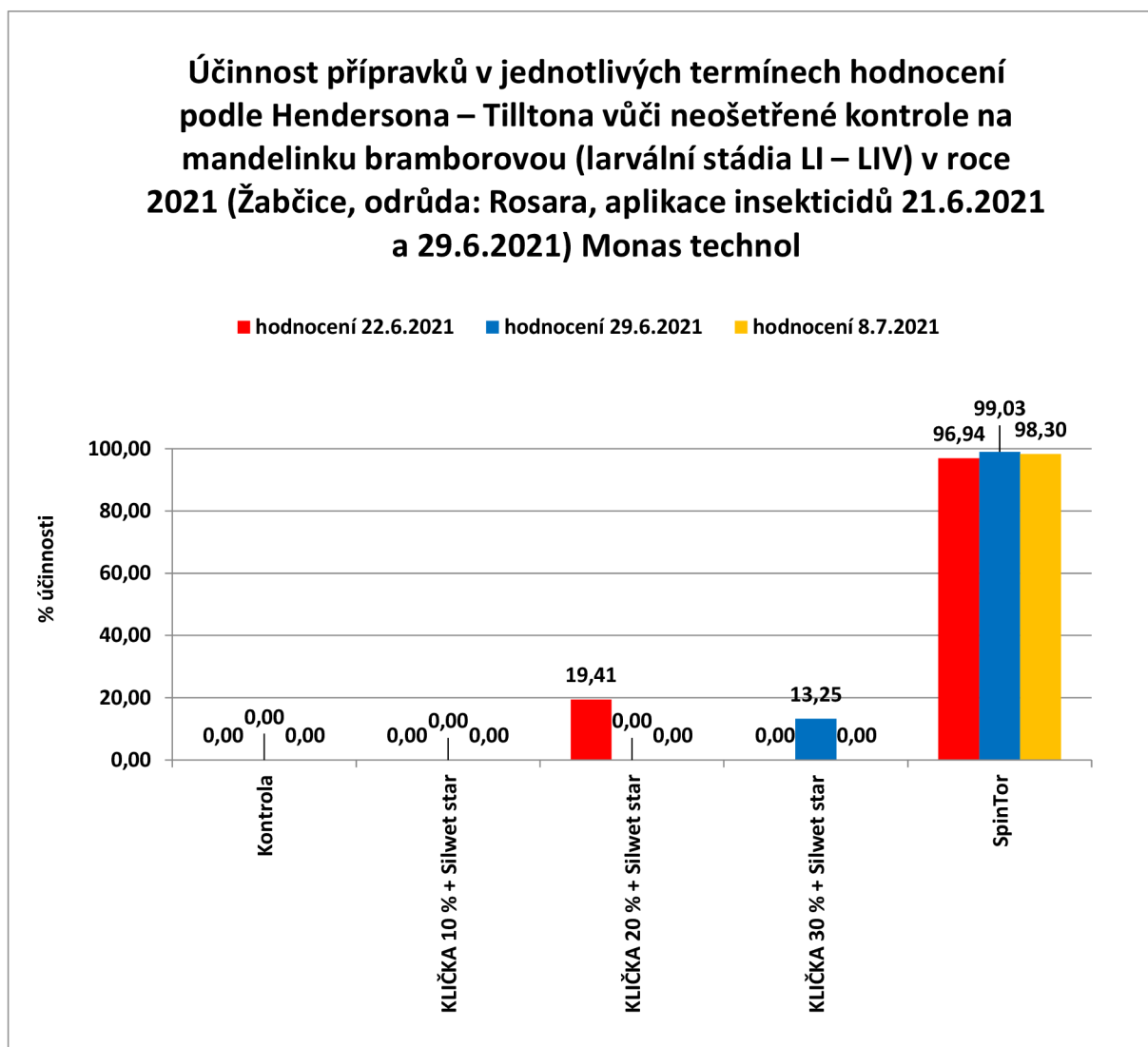
Graf 2. Procento úbytku listové plochy žírem mandelinky – defoliace.



Hodnocení defoliace proběhlo ve třech termínech 21.6. 2021, 22.6. 2021 a 29.6.2021. Nejvyšší procento úbytku listové plochy bylo zaznamenáno u přípravků Karate se Zeon technologií 5 CS (20,74 %) a Decis Mega (21,26 %). U insekticidu Benevia, Coragen 20 SC a Spintor se vyhodnotila defoliace pod 2,73 %.

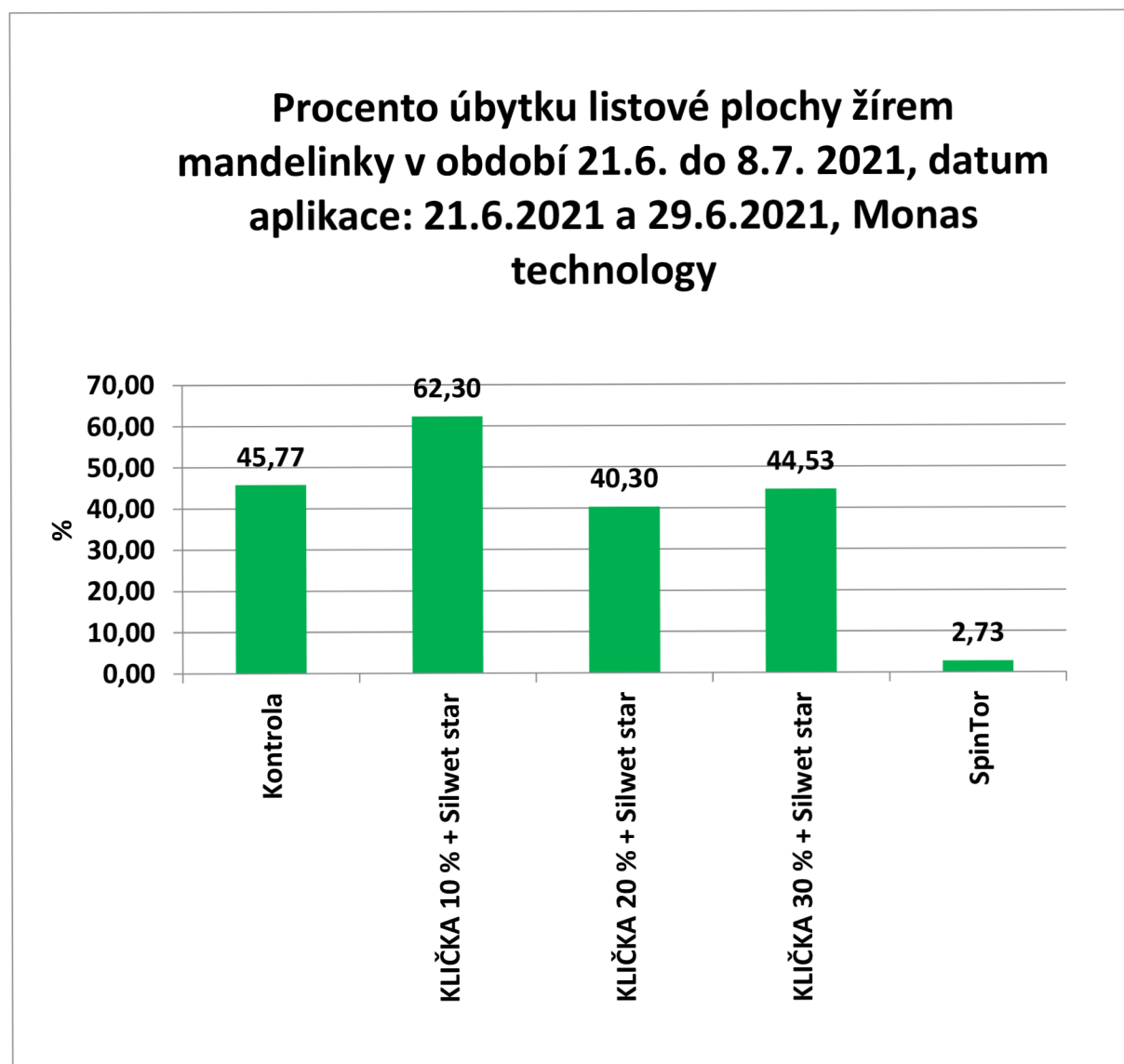
5.2 Pokus s přípravky na bázi *Beauveria Bassiana*

Graf 3. Účinnost přípravků na bázi *Beauveria bassiana* a přípravku SpinTor.



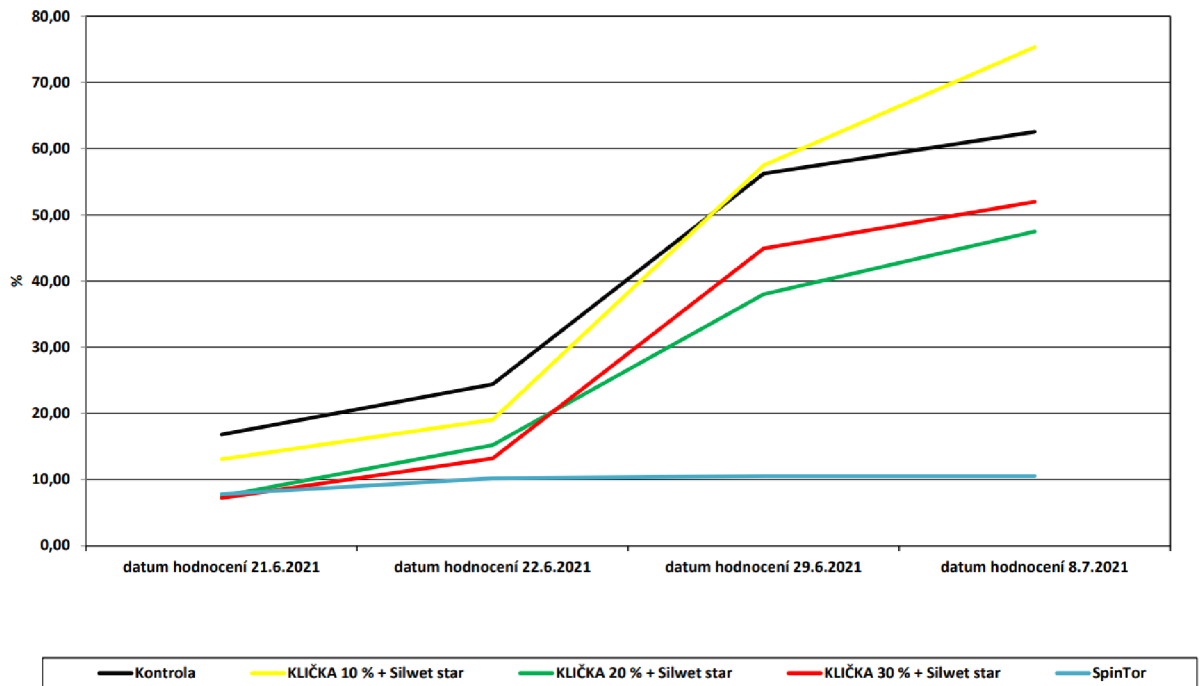
Výskyt škůdce byl plošný a vzhledem k chladnému jaru opožděný, ale vývoj byl urychlen v teplotně nadnormálním červnu. V pokusu se nevyskytly žádné stresové podmínky. První pokusná aplikace testovaným přípravkem se smáčedlem a standardem SpinTor byla provedena 21.06.2021 při převaze larev II. instaru po 9 dnech beze srážek. Po aplikaci následovaly tři srážkové dny. Podle požadavku zadavatele byla provedena ještě druhá aplikace 29.06.2021 testovaného přípravku. Účinnost zkoušených variant vyplývá z přiloženého grafu. Jelikož některé výsledky vykazovaly záporné hodnoty, nebyla účinnost biologických přípravků stanovena. Standard dosáhl účinnosti ve všech třech termínech hodnocení nad 96,94 % oproti neošetřené kontrole. V pokusu nebyla zjištěna fytotoxicita nebo jiné vedlejší účinky zkoušených přípravků.

Graf 4. Defoliace – u přípravků na bázi *Beauveria bassiana* a přípravku SpinTor.



Z grafu můžeme vyčíst zvýšený úbytek listové plochy žírem mandelinky bramborové u přípravků na bázi *Beauveria bassiana*. SpinTor přípravek vhodný pro ekologické zemědělství prokázal defoliaci 2,73 %.

Graf 5. Vývoj procenta defoliace (úbytek listové plochy žírem mandelinky) od 21.6.2021 do 8.7.2021, datum aplikace: 21.6.2021



6 Diskuze

V práci byly zkoumány účinnosti vybraných přípravků. V prvním pokusu byly zkoumány chemické přípravky a v druhém pokusu byly sledovány biologické preparáty na bázi *Beauveria bassiana*.

6.1 Pokus s insekticidními přípravky

V prvním pokusu je z výsledků zřejmé, že nejlepší účinnost vyšla u účinných látek spinod A + D (SpinTor) a cyantraniliprol (Benevia, účinnost nad 92,90 %). Přípravek SpinTor (účinnost na 96,67 %) je vhodný i do ekologického zemědělství, a přesto má velmi vysokou účinnost, proto by se dalo říct, že je po srovnatelný s chemickými insekticidy. Dobrou účinnost prokázal také přípravek Coragen 20 SC (85,51 % a 97,50 %) s účinnou látkou (chlorantraniliprol). Nízkou účinnost byla prokázána u přípravků Karate se Zeon technologií 5CS (45,02 %) a Decis Mega (23,36 %).

Podle Doležala et al. (2012) na jižní Moravě, v Žabčicích byly provedeny polní pokusy v letech 2010 až 2012. Zkoumány byly účinnosti chemických a biologických přípravků proti mandelince bramborové. Z přípravků zařazených do pokusu v letech 2010-2012, se aplikovaly tři stejné přípravky i v roce 2021, a to Mospilan 20 SP, Neem Azal T/S a SpinTor. Ve všech minulých letech (2010-2012) dosáhla účinnost přípravku SpinTor po druhém hodnocení na 100 %. Porovnávali to s rokem 2021 zjistíme, že účinnost po druhém hodnocení mírně klesla na 98,53 %, ale stále si SpinTor drží velmi vysokou účinnost proti mandelince bramborové. Mospilan 20 SP si během let 2010 až 2012 po druhém hodnocení drží účinnost od 91,31 % do 99,31 %. V roce 2021 se zaznamenala po druhém hodnocení nižší účinnost (47,69 %) Mospilanu než v předešlých letech. Neem Azal dosáhl účinnosti po druhém hodnocení 87,72 % (v roce 2010), 69,15 % (v roce 2011), 100 % (v roce 2012) a 64,66 % (v roce 2021, v Žabčicích).

V roce 2020 byla zkoumána účinnost u botanického insekticidu Neem Azalu T/S s koncentrací 0,3 %, účinnost byla 81,8 % pro larvy a 63,7 % pro dospělé jedince 7. den po ošetření. Při nízké koncentraci 0,1 % měl Neem Azal T/S nedostatečný účinek a účinnost byla pouze 59,3 % a 29,8 % 7. den po ošetření u larev a dospělců (Atanasova & Vasilev 2021). Z výsledků podle Doležala et al. (2012) i podle Atanasové & Vasileva (2021) je zřetelné, že účinnost Neem Azalu T/S je kolísavá.

Podle Doležala et al. (2012) v letech 2010 až 2012 byla také hodnocena defoliace. V roce 2010 se vyhodnotily hodnoty defoliace -3,30 % (SpinTor) a -2,50 % (Neem Azal T/S). U těchto variant, kde jsou záporné hodnoty, došlo k přírůstkům listové plochy. U Mospilanu 20 SP byly zaznamenány velmi nízké hodnoty defoliace 0,50 %. V roce 2011 se vyhodnotily záporné hodnoty jenom u přípravku SpinTor (-0,50 %), u Mospilanu 20 SP (0,25 %) a Neem Azalu T/S

(1,75 %) byly hodnoty defoliace velmi nízké. V roce 2012 všechny tyto tři přípravky měly také velmi nízkou defoliaci do 2,50 %. V roce 2021 se mírně zvýšilo procento úbytku listové plochy žírem mandelinky bramborové ve srovnání s předešlými lety (Mospilan 10,07 %, Neem Azal 7,80 % a SpinTor 2,73 %).

Szendrei & Byrne (2012) tvrdí, že všechny testované přípravky dokázaly výrazně snížit výskyt larev mandelinky bramborové, mezi nímž byl i chemický přípravek Benevia. U tohoto přípravku postačila jedna aplikace pro potlačení škůdce. V Žabčicích v roce 2021 se již také potvrdila účinnost přípravku, hned po jednom dnu aplikace byla hodnocena účinnost insekticidu na 92,90 %.

V Turecku byly testovány účinky insekticidů proti mandelince bramborové. Přípravek Coragen 20 SC s účinnou látkou chlorantraniliprol zaznamenal, že dospělci mandelinky s 68,8 % úmrtností i při dvojitě dávce byly tolerantnější k chlorantraniliprolu ve srovnání s jinými testovanými stádii brouka. V doporučené dávce se prokázala 50 % úmrtnost imaga mandelinky, u larev 1. a 2. stádia 93,8 % úmrtnost a u larev 3. a 4. stádia se prokázala 81,3 % úmrtnost škůdce (Özdemir et al. 2021). V polním pokusu v Žabčicích se Coragen 20 SP řadil mezi tři nejlepší přípravky s velmi dobrou účinností, v druhém hodnocení dosahoval účinnosti až 97,50 %.

6.2 Pokus s přípravky na *Beauveria bassiana*

Do druhého polního pokusu byly zařazeny testační biologické preparáty, které obsahovaly různý podíl houby *Beauveria bassiana*. Tyto přípravky byly aplikovány spolu se smáčedlem Silwet star. V polním pokusu s přípravky na bázi *Beauveria bassiana* byla hodnocena účinnost přípravků a defoliace mandelinky bramborové, která se u těchto přípravků pohybovala od 40,3 do 62,3 %.

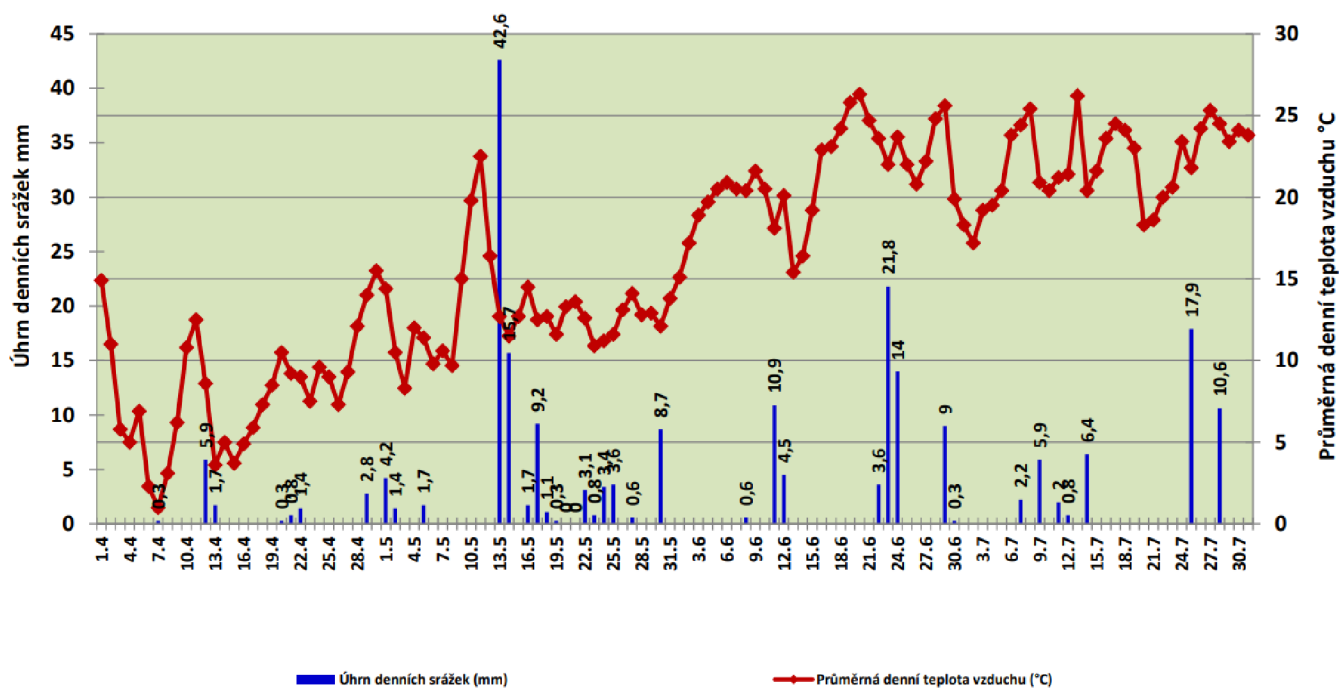
Podle Žemka et al. (2021) byla provedena studie, která měla za účel získat nové kmeny entomopatogenní houby *Beauveria bassiana* a posoudit jejich účinnost proti dospělým *L. decemlineata* v laboratorních podmínkách. Dvanáct kmenů bylo izolováno z mrtvol mandelinky bramborové shromážděných na bramborových polích v České republice. Testovaní brouci byli ošetřeni suspenzemi konidií v koncentraci 1×10^7 spory na mililitr a jejich přežití bylo zaznamenáno denně po dobu tří týdnů. Výsledky biologických testů ukázaly, že všechny nové nativní kmeny byly patogenní pro dospělé *L. decemlineata* a způsobily úmrtnost až 100 % na konci zkušebního období.

Baki et al. (2021) testoval a hodnotil patogenitu 14 izolátů *Beauveria bassiana* proti různým stádiím mandelinky bramborové v laboratorních podmínkách. Čtyři izoláty byly patogeničtější, nejvyšší úmrtnost byla prokázána u larev mandelinky. Larvy 1. a 2. instáru však byly náchylnější k izolátům plísní než larvy 3. a 4. instáru. Úmrtnost larev ve všech čtyřech stádiích se prokázala

nad 91,7 %, u dospělých jedinců se zaznamenala úmrtnost mezi 93,3 a 96,7 %. Výsledky naznačují, že 4 izoláty *B. bassiana* měly potenciál pro biologickou kontrolu proti mandelince bramborové.

Podle Žemka et al. (2021) i podle Bakiho et al. (2021) dokáže houba *Beauveria bassiana* zlikvidovat mandelinku bramborovou *L. decemlineata* velmi účinně. Některé výsledky našeho polního pokusu v Žabčicích neprokázaly účinnost biologického přípravku na bázi *Beauveria bassiana*. Jak tvrdí Doležal et al. (2012) přípravky, kde je základem entomofágní houba *Beauveria bassiana*, jejíž účinnost závisí více na průběhu povětrnostních podmínek. Proto o polním pokusu v Žabčicích v roce 2021 lze tvrdit, že vysoké teploty a sucho v době aplikace biologického přípravku mohly způsobit jeho neúčinnost.

Graf 6. Přehled průměrných denních teplot vzduchu a úhrnu denních srážek od 1.4.2021 do 31.7.2021 na lokalitě Žabčice – automatická meteorologická stanice.



Když budeme porovnávat meteorologickou charakteristiku vegetačního období v roce 2021 v lokalitě pokusu Žabčice s dlouhodobým průměrem z let 1961 až 1990, zjistíme, že sledované vegetační období (duben–červenec) roku 2021 se vyznačovalo studeným jarem a teplotně nadnormálními letními měsíci. Největší úhrn srážek za toto sledované období je 42,6 mm, které spadlo dne 13.5. 2021.

Dne 21.6. 2021 během aplikace přípravků byla teplota vzduchu minima 27,7 °C a maxima 29,6 °C. Během aplikace nebyly zaznamenány žádné srážky. Poslední srážky před aplikací spadly 12.6. 2021. První dešť po aplikaci byl 22.6. 2021 s 3,6 mm.

Aplikace přípravků dne 29.6. 2021, v tento den byly zaznamenány minimální teploty vzduchu 24,9 °C a maximální teploty vzduchu 27 °C. Během aplikace nespady žádné srážky, ale v průběhu celého dne je zaznamenáno 9 mm srážek. Poslední srážky před aplikací spadly 24.6. 2021.

7 Závěr

Byla vyzkoušena a zhodnocena účinnost insekticidních přípravků s různými účinnými látkami a biologických přípravků na bázi *Beauveria bassiana*.

Do první části polního pokusu byly zařazeny insekticidní přípravky s účinnými látkami – Benevia (cyantraniliprol), Coragen 20 SC (chlorantraniliprol), Decis Mega (deltamethrin), Karate se Zeon technologií 5 CS (lambda-cyhalothrin), Mospilan 20 SP (acetamiprid), NeemAzal T/S (azadirachtin) a SpinTor (spinosin A + D).

Do druhé části polního pokusu byly zařazeny testační přípravky označeny jako KLIČKA 10 %, KLIČKA 20 %, KLIČKA 30 %, které byly aplikovány spolu se smáčedlem Silwet star. KLIČKA (10 %, 20 %, 30 %) je biologický preparát s různým obsahem houby *Beauveria bassiana*. Silwet star obsahuje účinné látky allyloxypolyethyleneglycol a heptamethyltrisiloxan.

První část polního pokusu – pomocí vzorce Hendersona-Tiltona byla vyhodnocena účinnost v jednotlivých termínech. Nejvyšší účinnost se prokázala u přípravků Coragen 20 SC, Spintor a Benevia, kde jsme zaznamenali hodnocení účinnosti nad 85,51 %. Přípravky, které prokázaly velmi nízkou účinnost jsou Karate se Zeon technologií 5 CS (s 45,02 % účinností) a Decis Mega (s 23,36 % účinností).

Druhá část polního pokusu s přípravky na bázi *Beauveria bassiana* – jelikož některé výsledky vykazovaly záporné hodnoty, nebyla účinnost biologických přípravků stanovena.

Protože se účinnost biologického přípravku na bázi *Beauveria bassiana* nepotvrdila, tudíž biologický přípravek nefunguje. Nelze potvrdit hypotézu, zda *Beauveria bassiana* dokáže snížit výskyt mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*) pod ekonomický práh škodlivosti.

8 Literatura

- Agromanuál. 2022. Decis Mega. Agromanuál. Dostupné z <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/insekticidy/insekticid/decis-mega> (cit. únor 2022).
- Agromanuál. 2022. Mospilan 20 SP. Agromanuál. Dostupné z <https://www.agromanual.cz/cz/pripravky/insekticidy/insekticid/mospilan-20-sp> (cit. únor 2022).
- Agromanuálshop.cz. 2022. Spintor 25ml. Agromanuálshop.cz. Dostupné z <https://agromanualshop.cz/spintor-25ml/> (cit. únor 2022).
- Atanasova D, Vasilev P. 2020. Efficacy of some bioinsecticides against the Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae) under laboratory conditions. *Journal of BioScience and Biotechnology* **9 (2)**: 61-64.
- Baki D, Tosun HS, Eler F. 2021. Efficacy of indigenous isolates of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin (Deuteromycota: Hyphomycetes) against the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Egyptian Journal of biological pest control*. **31 (1)**: 56.
- Böhmer B, Wohanka W. 2003. Atlas chorob a škůdců okrasných rostlin, ovoce a zeleniny. Nakladatelství Brázda s.r.o. Praha.
- Bowen WT. 2003. Water Productivity and Potato Cultivation. Pages 229-237 in Kijne JW, Barker R, Molden D, editors. *Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement*. CAB International. USA.
- Cagáň L, Praslička J, Huzsár J, Šrobárová A, Roháčík T, Hudec K, Tancik J, Bokor P, Tóth P, Tóthová M, Barta M, Eliašová M. 2010. *Choroby a škodcovia poľných plodín*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Nitra.
- Cagáň L, Uhlík V. 1999. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* Strains Isolated from *Ostrinia nubilalis* Hbn. (*Lepidoptera: Pyralidae*) to Original Host Larvae and to Ladybirds (*Coleoptera: Coccinellidae*). *Plant Protection Science* **35 (3)**:108-112.
- Dhang P. 2018. Methodology in Pest Control – Insecticide Formulations. Page(s) 92-97 in Dhang P, editor. *Urban pest control: a practitioner's guide*. CABI Publishing. United Kingdom.
- Doležal P, Hausvater E, Dejmalová J, Sedláková V. 2012. Účinnost chemických a biologických přípravků proti mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata* Say, 1824) v letech 2010-2012 v České republice. [Vědecké práce]. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod. Havlíčkův Brod.
- Doležal P, Hausvater E. 2020. Ochrana brambor proti mandelince bramborové. *Praktické informace* **77**:2-15.

- Douda O. 2018. Hospodářsky významné druhy fytoparazitických hádčatek na území ČR. Agromanuál. Dostupné z <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/hospodarsky-vyznamne-druhy-fytoparazitickyh-hadatek-na-uzemi-cr> (cit březen 2022).
- Dušková L, Kopřiva J. 2009. Ochrana rostlin proti chorobám a škůdcům. Grada Publishing a.s. Praha.
- FMC. 2022. Benevia. An Agricultural Sciences Company. Available from <https://www.fmccrop.nz/Products/Insecticides/Benevia> (accessed February 2022).
- FMC. 2021. Coragen 20 SC Insektisit An Agricultural Sciences Company. Available from <https://www.fmcturkey.com.tr/bitki-koruma-urunleri/coragen174-20-sc-1> (accessed February 2022).
- Food Safety. 2021. Some facts about neonicotinoids. Available from [Neonicotinoids \(europa.eu\)](https://neonicotinoids.europa.eu) (accessed February 2022).
- Fryč D. 2015. Mšice na bramborách: výskyt, význam, škodlivost a ochrana proti nim. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Opava.
- Geng Ch, Watson GB, Sparks TC. 2013. Chapter Three – Nicotinic Acetylcholine Receptors as Spinosyn Targets for Insect Pest Management. *Advances in Insect Physiology* **44**:101-210.
- Häni F, Popow G, Reinhard H, Schwarz A, Tanner K, Vorlet M. 1993. *Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin: Příručka ochrany rostlin v integrované produkci*. Scientia. Praha.
- Hausvater E, Doležal P. 2014. Metodika integrované ochrany brambor proti mandelince bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*). *Praktické informace* **53**:2-19.
- Hausvater E, Doležal P, Baštová P. 2020. Škodliví činitelé bramboru poškozující hlízy. *Praktické informace* **79**:2-23.
- Hausvater E, Doležal P. 2019. Nejdůležitější škodliví činitelé bramboru. *Praktické informace* **73**:2-27.
- Henderson CF, Tilton EW. 1955. Tests with acaricides against the brow wheat mite. *Journal of Economic Entomology* **48**:157-161.
- Hudec K, Gutten J. 2007. *Encyklopedie chorob a škůdců: Komplexní ochrana vaší zahrady*. Computer Press. Brno.
- Chikh-Ali M, Karasev AV. 2015. Potato Mosaic and Tuber Necrosis. Pages 94-107 in Tennant P, Fermin G, editors. *Virus diseases of tropical and subtropical crops*. Department of Plant, Soil and Entomological Sciences, University of Idaho, USA.
- Imperial College. 2018. Insecticides Post-1950. Pages 77-96 in Matthews GA, editor. *A History of Pesticides*. Imperial College. London.
- Kazda J. 2014. *Škůdci polních plodin*. Profi Press s.r.o. Praha 2 Vinohrady.

- Kocourek F, Stará J, Horská T, Hovorka T, Seidenglanz M, Kolařík P, Havel J, Hrudová E. 2020. Biologické metody hodnocení rezistence škůdců k insekticidům a antirezistenční strategie. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Krik WW, Wharton PS. 2014. Fungal and Bacterial Disease Aspects in Potato Production. Pages 167-191 in Navarre R, Pavek MJ, editors. The potato: botany, production and uses. CAB International, United States Department of Agriculture. USA.
- Kúdela V, Bartoš P, Čača Z, Dirlbek J, Frič F, Lebeda A, Šebesta J, Ulrychová M, Valášková E, Veselý D. 1989. Obecná fytopatologie. Academia. Praha.
- Matthews GA. 2018. Resistance to pesticides. Pages 147-164 in Matthews GA, editor. A history of pesticides. Imperial College, London.
- Ošetřeno.cz. 2022. Neem Azal T/S – proti savým a žravým škůdcům. Ošetřeno.cz. Dostupné z <https://www.osetreno.cz/Neem-Azal-T-S-proti-savym-a-zravym-skudcum-d115.htm#detail-anchor-description> (cit. únor 2022).
- Özdemir E, Inak E, Evlice E, Yüksel E, Delialioğlu RA, Susurluk IA. 2021. Effects of insecticides and synergistic chemicals on the efficacy of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Rhabditida: Steinernematidae) against *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Crop Protection*. **144**: 1-7.
- Pinto CPG. 2020. Diamides: Mode of action and insect resistance. Pages 83-88 in Pinto CPG, editors. *Impacto. Excelência e Produtividade das Ciências Agrárias*. Brasil.
- Rod J, Hluchý M, Zavadil K, Prášil J, Somssich I, Zacharda M. 2005. *Obrazový atlas chorob a škůdců zeleniny střední Evropy: Ochrana zeleniny v integrované produkci včetně prostředků biologické ochrany rostlin*. Biocont Laboratory spol s.r.o. Brno.
- Saranraj P, Jayaprakash A. 2017. Agrobenevolent entomopathogenic fungi – *Beauveria bassiana*: A review. *Indo – Asian Journal of Multidisciplinary Research (IAJMR)* **3** (2):1051-1087.
- Syngenta. 2022. Letáky a katalogy. Dostupné z <https://view.publitas.com/syngenta/07-brambory-a-zelenina-2022/page/36-37> (cit. únor 2022).
- Szendrei Z, Byrne AM. 2012. Field Evaluations of Registered and Experimental Insecticides for Managing Colorado Potato Beetle on Potatoes. Department of Entomology. Michigan State University.
- Tarquini M. 2017. *Beauveria bassiana* (bio-insetticida naturale). ColtivoBio. Available from <https://www.coltivobio.com/beauveria-bassiana-bioinsetticida-naturale/> (accessed March 2022).
- Teixeira LA, Andaloro JT. 2013. Diamide insecticides: Global efforts to address insect resistance stewardship challenges. *Pesticide Biochemistry and Physiology* **106(3)**: 76-78.
- Tichá K. 2001. *Biologická ochrana rostlin*. Grada Publishing spol s.r.o. Praha.

- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press s.r.o. Praha.
- Volák B, Čepel J, Hausvater E, Rasocho V. 2003. Pěstujeme brambory. Grada Publishing a.s. Praha.
- Volák B, Bárta J, Bártová V, Čepel J, Čížek M, Doležal P, Domkářová J, Dohanyos M, Faltus M, Greplová M, Hamouz K, Hausvater E, Homolka P, Horáčková V, Hůla J, Kasal P, Kopačka V, Koukalová V, Mayer V, Melzoch K, Opatrný Z, Patáková P, Paulová L, Polzerová H, Rajchl A, Rychtera, Šantrůček L, Šárka E, Ševčík R, Tajovský M, Vejchar D, Zámečník J. 2013. Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Profi Press s.r.o. Praha.
- ÚKZÚZ. 2022. Přípravky na OR. Dostupné z https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/#rlp|so|skudci|detail:c18ccd9cb e2ba381e37b810d0c263e14|prip (cit. únor 2022).
- Wang C, Xu H, Pan X. 2020. Management of Colorado potato beetle in invasive frontier areas. *Journal of Integrative Agriculture*. **19** (2):360-361.
- Waters TD, Jensen AS. 2014. Insect Pests of Potato. Pages 133-145 in Navarre R, Pavek MJ, editors. *The potato: botany, production and uses*. CAB International. United States Department of Agriculture USA.
- Zellner M, Institut für Pflanzenschutz. 2017. Integrierter Pflanzenschutz: Kartoffelschädlinge und Virosen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL). Freising-Weihenstephan.
- Zídek T, Lokaj Z, Moudrý J, Rozsypal R, Rusek J, Veselý D. 1992. *Nechemická ochrana rostlin*. Zemědělské nakladatelství Brázda. Praha.
- Žemek R, Konopická J, Jozová E, Habušťová OS. 2021. Virulence of *Beauveria bassiana* Strains Isolated from Cadavers of Colorado Potato Beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. *Insects*. **12** (12): 1077.

9 Samostatné přílohy

Obrázek 1. Kolonie vajíček mandelinky bramborové.



Obrázek 2. Larvy III. instaru.



Obrázek 3. Imago mandelinky bramborové.



Obrázek 4. Napadená mandelinka bramborová houbou *Beauveria bassiana*.



(Tarquini 2017)