

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Katedra agroekosystémů

Vedoucí katedry: doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ověření účinku biopreparátu na bázi entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* na mandelinku bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata* Say) v ekologickém a konvenčním zemědělství.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Peterka, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Rostislav Zemek CSc., BC AV ENTÚ

Autor bakalářské práce: Jana Šašková

České Budějovice 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana ŠAŠKOVÁ**

Osobní číslo: **Z15211**

Studijní program: **B4131 Zemědělství**

Studijní obor: **Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině**

Název tématu: **Ověření účinku biopreparátu na bázi entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* na mandelinku bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata* Say) v ekologickém a konvenčním zemědělství.**

Zadávací katedra: **Katedra agroekosystémů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Brambory (čeleď: Lilkovité Solanaceae) jsou v zemědělství jednou z nejdůležitějších pěstovaných komodit. Využívají se pro nejen pro přímou výživu, krmení hospodářských zvířat, či průmyslové zpracování (výroba škrobu, lihu) a dalších výrobků (vločky, lupínky, hranolky aj.). V osevním postupu jsou zařazovány jako zlepšující plodiny. V roce 2017 bylo v České republice sklizeno celkem 688 970 tun brambor (tj. 23 418 ha) a dosaženo průměrného výnosu 29,42 t . ha⁻¹. Spotřeba konzumních brambor se však dlouhodobě snižuje nejen v důsledků změn technologií krmení hospodářských zvířat, prasat a drůbeže, ale také z důvodu změny stravovacích návyků českých spotřebitelů (průměrná roční spotřeba brambor se v současné době pohybuje cca 70 kg/obyvatele).

Pro zajištění vysokých výnosů brambor lze využít soubor agrotechnických opatření (včasná jarní příprava půdy a výsadba hlíz, hnojení, ochranu proti chorobám, škůdcům, plevelům aj.), či výběr doporučených odrůd a zajištění optimálních podmínek pro růst a vývoj rostlin.

Cíl práce: Provedte aplikaci k ověření účinku biopreparátu na bázi entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* na mandelinku bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Zjistěte výsledný efekt účinku biopreparátu na výskyt mandelinky bramborové a současně vyhodnoťte dosažený výnos u jednotlivých pěstovaných odrůd brambor. Pokus založte na vybraném pokusném stanovišti.

Ke zpracování bakalářské práce využijte skripta *Technika zpracování bakalářských a diplomových prací* (Kareš J. a kol., 2007) a *Práce s VTI* (Milota J., Nýdl V., 1996).

Rozsah grafických prací: dle potřeby (tabulky, grafy, fotografická příloha)

Rozsah pracovní zprávy: 30-40 stran včetně příloh

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Diviš, J. a kol.: Pěstování rostlin. JU ZF v Českých Budějovicích, 2010.
- Dvořák, J., Smutný, V.: Herbologie: IO proti polním plevelům. Brno: MZLU, 2003.
- Faria, M. R. de & Wraight, S. P. 2007: Mycoinsecticides and mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. Biol. Control. 43: 237-256.
- Hamouz, P., Hamouzová, K.: Atlas klíčních rostlin. ČZU Praha. Kurent s.r.o., 2015.
- Hare, J. D. 1990: Ecology and management of the Colorado potato beetle. An. Rev. Ent. 35: 81-100.
- Hussein, H. M., Skoková Habuštová, O., Půža, V. & Zemek, R. 2016: Laboratory evaluation of *Isaria fumosorosea* CCM 8367 and *Steinernema feltiae* Ustinov against immature stages of the Colorado potato beetle. PLoS ONE 11(3): e0152399.
- Jursík, a kol.: Plevel. Biologie a regulace. Kurent s.r.o. ČZU Praha 2011.
- Jůzl M. a kol.: Rostlinná výroba - III (Okopaniny). MZLU Brno, 2000.
- Jůzl M., Elzner P.: Pěstování okopanin. AF MU v Brně, Astron studio CZ a.s. Praha 9., 2014
- Kasal P., Čepl J., Vokál B.: Hnojení brambor. VÚB, Havlíčkův Brod., 2010.
- Mikulka, J., Kneifelová, M. a kol.: Plevelné rostliny. Profi Press, s.r.o. Praha 2005.
- Stach, J.: Základní agrotechnika. Osevní postupy. ZF JU České Budějovice 1995.
- Zimmermann, G. 2008: The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. Biocontrol Sci. Technol. 18: 865-901.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Peterka, Ph.D.

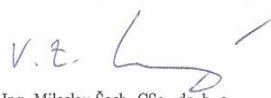
Katedra agroekosystémů

Konzultant bakalářské práce: Ing. Rostislav Zemek, CSc.


BC AV ENTÚ

Datum zadání bakalářské práce: 15. března 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2019


prof. Ing. Miloslav Soch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentův 1888, 370 05 České Budějovice


doc. Ing. Petr Konvalina, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 21. března 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Ověření účinku biopreparátu na bázi entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* na mandelinku bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata* Say) v ekologickém a konvenčním zemědělství“ vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedené v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne2019

.....

Jana Šašková

Poděkování

Děkuji touto cestou vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Peterkovi Ph.D. za vedení a odbornou pomoc poskytnutou při zpracování této práce, dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Rostislavu Zemkovi CSc. za odbornou pomoc a poskytnuté informace. Děkuji Ing. Janě Konopické za kultivaci entomopatogenní houby a přípravu preparátu. Děkuji také své rodině za pomoc a podporu při studiu.

Souhrn

Cílem práce bylo ověření účinku biopreparátu na bázi entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* (WIZE) Brown & Smith na mandelinku bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Na vybraném stanovišti byl založen maloparcelkový pokus se třemi odrůdami brambor. Kromě sledování vlivu přípravku na výskyt mandelinky bramborové a poškození rostlin bylo na konci pokusu provedeno vyhodnocení výnosu u jednotlivých pěstovaných odrůd. Výsledky experimentu uvádí jednotlivé grafy a přiložené tabulky.

Klíčová slova: mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*), brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum*), entomopatogenní houba, *Isaria fumosorosea*, ověření účinku biopreparátu.

Abstrakt

The aim of the work was to verify the efficacy of the biopesticide based on entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea* (WIZE) Brown & Smith against Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say). A small-scale experiment with three varieties of potatoes was carried out on selected site. In addition to monitoring of the effect of the fungus application on the occurrence of the pest and plant damage, yield of cultivated varieties was evaluated at the end of the experiment. The results are presented in the form of graphs and enclosed tables.

Keywords: Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, potato, *Solanum tuberosum*, entomopathogenic fungus, *Isaria fumosorosea*, efficacy of biopesticide.

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Literární část.....	9
2.1 Původ a historie bramboru hlíznatého.....	9
2.2 Biologická charakteristika bramboru	9
2.3 Zásady pěstitelské technologie	11
2.3.1 Zpracování půdy, výživa a hnojení.....	12
2.3.2 Příprava sadby a sázení.....	13
2.3.3 Ošetřování během vegetace a plevelu bramboru	13
2.3.4 Choroby a škůdci bramboru.....	15
2.3.5 Sklizeň a skladování brambor.....	18
2.4 Mandelinka bramborová, <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say.....	19
2.4.1 Rezistence mandelinky	21
2.5 Konvenční a ekologické zemědělství	21
2.6 Biologická ochrana	23
2.6.1 Bioinsekticidy registrované proti mandelince bramborové	25
2.6.2 Entomopatogenní hlístice	26
2.6.3 Entomopatogenní houby	27
2.6.4 <i>Isaria fumosorosea</i>	27
3. Cíl práce	29
4. Materiál a metodika.....	30
4.1 Charakteristika pokusného stanoviště	30
4.2 Vybrané odrůdy brambor	32
4.3 Biopreparát	32
4.4 Založení pokusu	33
4.5 Agrotechnická opatření	33

4.6 Aplikace biopreparátu	34
4.7 Monitorování výskytu mandelinky, metodika hodnocení poškození rostlin bramboru a stanovení infekce larev entomopatogenní houbou.....	37
4.8 Sklizeň a výnos.....	37
4.9 Statistická analýza dat	38
5. Výsledky	39
6. Diskuse.....	44
7. Závěr	46
8. Seznam zdrojů.....	47
8.1 Seznam literatury.....	47
8.2 Seznam internetových zdrojů	52
8.3 Seznam tabulek.....	53
8.4 Seznam grafů.....	54
8.5 Seznam obrázků	55
9. Příloha	58

1. Úvod

Brambor (čeled' lilkovité, Solanaceae) se řadí mezi čtyři nejvýznamnější plodiny pěstované na celém světě. Významnější je jen pšenice, rýže a kukuřice. V České republice jsou brambory druhou nejužívanější základní potravinou (Čepl a kol., 2017). V roce 2017, se v ČR podle ČSÚ brambory pěstovaly na ploše 29,4 tis ha, z toho 23,4 tis ha v zemědělském sektoru a 6,1 tis ha osázeli malopěstitelé. V Evropské unii v roce 2017 bylo osázeno 1 724 mil. ha⁻¹ (zdroj 7).

Z hlediska lidské výživy je u brambor ceněný obsah bílkovin, nízký obsah tuku a obsah polysacharidů (škrob a vláknina). Neméně jsou důležité minerální prvky, vitamíny C, B a antioxidanty, které chrání lidský organismus před působením volných radikálů, které mohou být příčinou závažných onemocnění, tzv. civilizačních chorob (Jůzl, Elzner, 2014).

V zemědělství jsou brambory důležitou součástí osevních postupů. Svým příznivým působením na půdu zlepšují pěstitelské podmínky následující plodiny, odplevelují půdu používanou agrotechnikou, či příznivě vyrovnávají poměr živin v půdě. V České republice se brambory pro krmné účely speciálně nepěstují, ale používají se odpady z konzumních, sadbových brambor anebo neprodejné přebytky (Diviš, 2010). Velmi omezená je produkce lihu, v souvislosti se vstupem ČR do EU došlo k určité regulaci výroby škrobu (Vokál a kol., 2013).

Nejvýznamnějším škůdcem bramboru, který může výrazně ovlivnit výnos hlíz, je mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata* Say). Působí nejvážnější škody v teplejších oblastech, v Polabí, jižní a jihovýchodní Moravě, kde často vytvoří za jeden rok dvě generace (Hausvater, Doležal 2013). Nejvýraznější škody způsobuje mandelinka bramborová především na listech a stoncích, mohou způsobovat holožírny (Doležal, Hausvater, 2018). Biologická ochrana proti mandelince využívá přirozených nepřátel. V našich podmínkách patří k nejčastějším predátorům hmyz. Mandelinku napadají také patogenní mikroorganismy, zvláště entomopatogenní houby. Nejen v České republice byly prokázány rezistentní populace mandelinky vůči účinným látkám insekticidů. Vývoj a využití mikrobiálních preparátů proti mandelince by mohlo být řešením problémů s rezistencí mandelinky bramborové a vytvoření alternativy k chemickým širokospektrálním insekticidům s využitím v ekologickém zemědělství a mohlo by přispět k udržitelné produkci brambor (Hussein a kol., 2016).

2. Literární část

2.1 Původ a historie bramboru hlíznatého

Původní oblastí bramboru jsou náhorní plošiny And v západní části Jižní Ameriky. Zde se vyvinuly dva základní botanické druhy *Solanum andigenum* a o něco později *Solanum tuberosum*, který se stal základem evropských brambor. Do Evropy se brambory dostaly se španělskými dobyteli v 16. století. Do Čech byly brambory nejprve dovezeny jako okrasná rostlina v 17. st. a o sto let později se začali pěstovat na poli (Kutnar, 2005).

Teprve po první světové válce se „zdecimované“ české bramborářství intenzivněji vyvíjelo. V tomto období (1923) byl založen státní bramborářský ústav v dnešním Havlíčkově Brodě, dnes Výzkumný ústav bramborářský v Havlíčkově Brodě (Diviš a kol., 2010). V současné době se novošlechtění brambor zabývají tyto šlechtitelské stanice: Sativa Keřkov, Selektá Pacov a Vesa Velhartice (Domkářová a kol., 2017).

2.2 Biologická charakteristika bramboru

Brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum* L.) je řazen do čeledi lilkovité (Solanaceae). Mezi další lilkovité hospodářsky významné plodiny se řadí rajče, paprika, lilek, petúnie a tabák. Jako jediný z lilkovitých vytváří brambor podzemní hlízy tloušťkou stolonů (Vokál a kol., 2013). Brambor se v podmínkách České republiky pěstuje jako jednoletá rostlina, rozmnožující se vegetativně i generativně. Pro zemědělské účely se každoročně množí z nově vytvořených hlíz.

Morfologie brambor

Nadzemní část trsu je složen z lodyh a listů. Počet lodyh, výška, postavení, větvení lodyhy je odrůdovým znakem. Na průřezu stonku je tvar nepravidelně obdélníkovitý, trojúhelníkovitý či oválný. Charakteristickým znakem je křídlení, tzv. vyrůstání hran (Vokál a kol., 2013). Listy jsou lichozpeřené a ochlupené. Na vrcholu lodyhy vyrůstá květní stopka, na které je uspořádáno květenství ve dvojvijanu. Plod je kulatá či oválná dvojpouzdrá bobule, která obsahuje 50-100 semen o velikosti 1-2 mm vejčitého tvaru (Diviš a kol., 2010).

Podzemní část trsu se skládá z bazální části stonků, které vyrůstají z matečné hlízy, dále z kořenů a stolonů (podzemní oddenky rostoucí horizontálně) vytvářející hlízy, ukládáním asimilátů z fotosyntézy. Hlíza plní funkci zásobního orgánu rostliny a zároveň je vegetativně rozmnožujícím orgánem (Jůzl, Elzner, 2014).

Růst a vývoj

Rozlišujeme dva typy růstu, které se navzájem střídají. Při dlouhivém růstu buňky zvětšují svůj objem příjmem vody a druhý je růst ukládáním asimilátů čili zvyšování hmotnosti (Vokál a kol., 2013). Růst rostliny bramboru lze rozdělit do několika fází uvedeno v tabulce 1.

Tabulka 1 - Fenologické termíny a intervaly bramboru - upraveno podle Rybáčka (1988)

Fenologický termín		Fenologický interval (období)	
Pořadí	Název	Pořadí	Název
1	vzejtí stonku		
2	výrazné prodloužení internodia	1-2	tvorba listové růžice
3	počátek tvorby pupat	2-3	narůstání natě
4	počátek kvetení	3-4	tvorba pupat (butonizace)
5	počátek tvorby bobulí	4-5	kvetení
6	počátek odumírání listů	5-6	tvorba bobulí
7	konec odumírání listů	6-7	odumírání listů
8	konec odumírání stonků	7-8	odumírání stonků
9	počátek hluboké dormance	8-9	preformace
10	konec hluboké dormance	9-10	hluboká dormance
11	konec dormance	10-11	postdormance
12	počátek klíčení	12-1	klíčení

Látkové složení hlíz bramboru

Hlízy brambor, mimo látek uvedených v tabulce 2, mohou obsahovat i látky škodlivé (alfa-chaconin a alfa-solanin) a látky cizorodé (těžké kovy, dusičnany, rezidua pesticidů), (zdroj12).

Tabulka 2 - Obsah významných látek v bramborové hlíze (Diviš a kol.,2010).

Látka	Obsah	
	V původní hmotě (%)	V sušině (%)
Voda	76,3	-
Sušina	23,7	-
Škrob	17,5	73,8
Celkový cukr	0,5	2,1

Hrubé dusíkaté látky	2,0 (N x 6,25)	8,4
Celkový tuk	0,1	0,4
Celkový popel	1,1	4,6
Vitamín C	15,000 mg %	63,6 mg %
Thiamin (B1)	0,110 mg %	0,4 mg %
Riboflavin (B1)	0,051 mg %	0,2 mg %
Solanin	7,5 mg %	35 mg %

Rozdělení brambor

Brambory se podle délky vegetační doby (od výsadby po odumření natě) rozdělují na (Jůzl, Elzner, 2014):

- velmi rané odrůdy (VR) 90-100 dní vegetace
- rané odrůdy (R) 100-110 dní vegetace
- polorané odrůdy (PR) 110-130 dní vegetace
- polopozdní a pozdní odrůdy (PP) nad 130 dní vegetace

Rozdělení odrůd podle varného typu (zdroj 13)

- **Varný typ A, AB, (BA)** - s velmi pevnou či pevnou, nerozvářivou, velmi slabě moučnatou, lojovitou dužninou jsou vhodné pro přípravu salátů, k opékání, k vaření ve slupce i bez slupky a k zapékání, tj. jako příloha.
- **Varný typ B, BC** - se středně pevnou až kyprou, slabě až středně moučnatou dužninou patří k univerzálnějším odrůdám a jsou vhodné pro přípravu téměř všech pokrmů z brambor, včetně těst a kaší, polévek a jako příloha.
- **Varný typ C, CB** - měkké, se silně moučnatou dužninou, vhodné pro přípravu těst, kaší a knedlíků.

2.3 Zásady pěstitelské technologie

Pro kvalitu konzumních brambor je důležité dodržování těchto zásad: výběr pozemku, příprava půdy, výživa a hnojení, vhodnost výběru odrůdy, příprava certifikované sadby, výsadba, agrotechnické ošetření porostu během vegetace, ochrana proti plevelům, škůdcům a chorobám, sklizeň, posklizňová úprava a skladování (Jůzl, Elzner, 2014).

Výběr pozemku a zařazení brambor v osevním postupu

Erozně ohrožené pozemky jsou nevhodné pro pěstování brambor. Sklonitost pozemku lze zjistit ve veřejném registru půdy ministerstva zemědělství LPIS.

Brambory jsou využívány v osevním postupu jako zlepšující a odplevelující plodiny, nenáročné na předplodinu. Nejčastěji se brambory hnojené hnojem zařazují mezi dvě obiloviny (Stach 1995). Optimální pěstování je se 4-5 letou pauzou, z důvodu zvýšenému výskytu plevelů, chorob a škůdců (Jůzl, Pulkrábek, Diviš a kol., 2000).

2.3.1 Zpracování půdy, výživa a hnojení

Brambory mají vysoké nároky na prokypřenou a provzdušněnou půdu. Příprava půdy začíná po sklizni předplodiny, většinou obilovin.

Podmínkou se mělce zkyprí půda do hloubky 100 mm, mimo jiné se zabrání vzejití plevelů a následné zničení orbou. Orbou se zapraví do hloubky 200-280 mm organická (hnůj) i minerální hnojiva (P, K). Ve většině oblastí se orba provádí do poloviny října (Jůzl, Elzner, 2014). Jarní operací je kypření do hloubky 100 mm a následně kypření na výslednou hloubku 200-220 mm. Termín se volí dle vlhkosti půdy a fázi vzcházení dvouděložných plevelů (Vokál a kol., 2013).

Technologie záhonového odkameňování půd před sázením brambor umožňuje, dobré prokypření a snížení obsahu kamenů v půdě (až o 90 %), čímž se snižuje mechanické poškození hlíz při sklizni (Vokál a kol., 2013).

Výživa a hnojení

Pro dobrý růst a vývoj potřebují brambory dostatek živin, především je důležitá tzv. stará půdní síla. Ta se vytváří pravidelným hnojením i střídáním plodin v osevním sledu. Průměrný odběr živin na 10 t hlíz spolu s nadzemní částí a kořeny jsou: 40-50 kg N, 8,8 kg P, 70 kg K, 22 kg Ca, a 8,4 kg Mg (Kasal, Čepl, Vokál, 2010).

Hnojení brambor statkovými hnojivy prospívá v přísunu organických látek a živin. Mají pozvolný účinek a působí dlouhodoběji. Doporučená dávka vyzrálého chlévského hnoje je 30 t. ha⁻¹ s aplikací na podzim. Kejda, s aplikací na jaře, skotu v dávce 45-60 t. ha⁻¹ u kejdy prasat, 30-35 t. ha⁻¹ a u kejdy drůbeže 15 t. ha⁻¹ (Vokál a kol., 2013). Společně s kejdou lze využít zelené hnojení nebo zaorávku slámy s dodáním dusíkatých hnojiv.

Dalšími organickými hnojivy jsou průmyslově vyráběné komposty, čistírenské kaly a digestát z bioplynových stanic (Vokál a kol., 2013).

Hnojení průmyslovými minerálními hnojivy se zajišťuje optimální množství živin rostlinám k zajištění výnosu anebo ke zvýšení úrodnosti půdy (Kasal, Čepl, Vokál, 2010). Stav živin v půdě, podle výsledků analýzy agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZP), se vyhodnocují s tabulkami (příloha 1-3) a určí se potřebná dávka N, P, K, Mg. Z pevných dusíkatých hnojiv se nejčastěji používá síran amonný, močovina, ledky, z kapalných hnojiv DAM-390 (Jůzl, Elzner, 2014).

2.3.2 Příprava sadby a sázení

Používáme certifikovanou sadbu, která zaručuje předepsané parametry odrůdy, odolnost vůči chorobám a kvalitu. Přípravu sadby rozlišujeme na mechanickou, biologickou a chemickou (Jůzl, Pulkrábek, Diviš a kol., 2000).

Sázíme do nakypřené, nezamokřené a prohráté půdy. Termín výsadby je odvislý od teploty půdy (6-8 °C), nejdéle však do 10. května ve vzdálenosti hrubků 750 mm (při technologii odkameňování ±1050 mm) a dle užitkového směru. Pro rané konzumní 50-65 tis. trsů na 1.ha⁻¹ (750 x 210-270 mm). Hloubka sázení by měla být, tak aby vrstva hlíny nad hlízami byla 100-150 mm (Vokál a kol., 2013). Výpočet potřeby sadby je uveden v příloze 4.

2.3.3 Ošetřování během vegetace a plevelu bramboru

Dvořák a Smutný (2003) uvádějí, že zdravý zapojený porost je dobře konkurenceschopný vůči plevelům. U širokořádkových plodin se používají tři druhy kultivací: plná mechanická kultivace, omezená kultivace a bezkultivační způsob.

Plná mechanická kultivace je soubor proorávek naslepo, vláčení a plečkování. U omezené kultivace se kombinuje plná mechanická kultivace (do vzejití porostu) a použití herbicidů. Vlácením (sít'ové brány), za suších podmínek lépe zasychají plevelé a podpoří se lepší vzcházení (Čepl, 2001).

Bezkultivační způsob se provádí u technologie pěstování v odkameněných řádcích s použitím herbicidů, kvůli rozdílným rozměrům řádků a kultivačních nástrojů (Jůzl, Elzner, 2014). Z herbicidních přípravků můžeme použít např. Sencor Liquit (úč. 1. metribuzin) s využitím doby aplikace, na jednoleté dvouděložné plevelé, preemergentně

či postemergentně (zdroj 1). V tabulce 3 jsou uvedeny významné plevele bramboru a jejich charakteristika.






Tabulka 3 - Plevelé bramboru (Mikulka, Kneifelová a kol., 2005).


Plevelé			
foto	český, latinský název	Hospodářský význam	Charakteristika plevelé
 <p>Obrázek 1</p>	<p>Ježatka kuří noha, <i>Echinochloa crus-galli</i> L.</p> <p>Čeď: Lipnicovité, Poaceae</p>	<p>Velmi významný plevel. Je označován jako 3. nejškodlivější plevel světa. Prevence a mechanická regulace (např. proorávka) nebo použití herbicidů.</p>	<p>Jednoletá pozdně jarní rostlina. Roste na vlhkých, výživných, humózních půdách a je rozšířena po celém světě. Převážně v řídkých porostech a v širokořádkových plodinách. Rozmnožuje se obilkami (několik tisíc).</p>
 <p>Obrázek 2</p>	<p>Laskavec ohnutý, <i>Amaranthus retroflexus</i> L.</p> <p>Čeď: Laskavcovité, Amaranthaceae</p>	<p>Velmi významný plevel, konkurenčně silný. Opakované vláčení během vegetace. V cukrovce opakované aplikace Betanal systémů. Rezistentní populace</p>	<p>Jednoletá pozdně jarní rostlina. Nesnáší zastínění, zapleveluje širokořádkové plodiny a prořídle porosty. Rozmnožuje se semeny (až 500 tis).</p>
 <p>Obrázek 3</p>	<p>Merlík bílý, <i>Chenopodium album</i> L.</p> <p>Čeď: Merlíkovité, Chenopodiaceae</p>	<p>Velmi významný plevel. Konkurenčně není příliš silný. Vychází po celou vegetační dobu. Regulace mechanická a aplikace Betanal, rezistentní populace.</p>	<p>Jednoletá pozdně jarní rostlina. Velké množství semen a nesnáší zastínění. Kosmopolitní druh, plevel širokořádkových plodin. Výskyt na orné půdě stoupá.</p>
 <p>Obrázek 4</p>	<p>Pet'our malou'borný, <i>Galinsoga parviflora</i> Cav.</p> <p>Čeď: Hvězdicovité Asteraceae</p>	<p>Méně významný plevel u zapojených porostů, problémovější u zeleniny. Mechanická regulace a použití herbicidů.</p>	<p>Jednoletá pozdně jarní rostlina. Vychází nepřetržitě při dostatku vláhy, regulace se provádí opakovaně.</p>
 <p>Obrázek 5</p>	<p>Pchá' rolní (oseť), <i>Cirsium arvense</i> L.</p> <p>Čeď: Hvězdicovité, Asteraceae</p>	<p>Velmi významný plevel s konkurenční vys. schopností. Medonosná rostlina. Regulace herbicidy ve fázi (listové růžice), velká regenerační schopnost.</p>	<p>Vytrvalá rostlina hlouběji kořenící s kořenovými výběžky. Rozmnožování generativní i vegetativní (převažuje na orné půdě). Vysoký výskyt na orné půdě.</p>

2.3.4 Choroby a škůdci bramboru




Ochrana proti chorobám spočívá v opatřeních, které je často nutné realizovat s předstihem, aby šíření původce choroby (škůdce) bylo včas zabráněno (Rasocha, Hausvater, 2001). V tabulkách 4-6 jsou uvedeny hospodářsky významné choroby bramboru.

Tabulka 4 - Virové choroby bramboru (Dědič 2014).


Virové choroby			
foto	Český název, synonyma- zkratka	Význam, příznaky, projevy, choroby	Zdroj choroby
 Obrázek 6	Virová svinutka brambor , Potato leafroll Luteovirus-PLRV	Těžká virová choroba, snižuje výnos až o 90%, prvotní příznaky žloutnutí listů, po okraji zčervenalé, kožovité svíjející se listy.	Infikovanou sadbou, za vegetace persistentní cirkulativní přenos mšicemi zvláště Mšice broskvoňová (<i>Myzus persicae</i>).
 Obrázek 7- (čárkovitost)	Y virus bramboru , Nekrotická mozaika, Potato virus Y-PVY	Těžká virová choroba, mozaika, kadeřavost, zakrslost, opad listů nekrózy. Hlízy mají nekrotickou kroužkovitost. Výnos snížen 80%.	Infikovaná sadba, přenos velkým počtem druhů mšic. Mechanický přenos.
 Obrázek 8	A virus bramboru , Mírná mozaika, Potato virus A-PVA	Těžká virová choroba způsobuje mírnou mozaiku spojenou se zvlněním listů, nebo bez příznaků. Snížení výnosu až o 40%.	Přenos infikovanou sadbou, nepersistentní přenos velkým počtem druhů mšic, mechanicky přenos (obtížně). Vážnější v kombinaci s jinými viry.
 Obrázek 9- (zakřívání a deformace)	M virus bramboru , Lžicovitá mozaika, Potato virus M-PVM	Lehká virová choroba. Slabé či žádné příznaky infekce způsobuje zakřívání, skvrnitost, mozaiku, lžicovité svinování listů.	Přenos infikovanou sadbou, nepersistentní přenos mšicemi, mechanicky přenos.
 Obrázek 10 - (mozaika)	X virus bramboru , Mozaika bramboru, Potato virus X-PVX	Lehká virová choroba. Kombinované infekce s dalšími viry působí velké ztráty.	Přenos infikovanou sadbou, mechanicky a mšicemi.








 <p>Obrázek 11- (mozaika)</p>	<p>S virus Bramboru, Potato virus S- PVS</p>	<p>Lehká virová choroba téměř bez příznaků. Zhrubnutí listů, prohloubení žilek případně bronzovitost.</p>	<p>Přenos infikovanou sadbou, nepersistentní přenos mšicemi, mechanicky přenos.</p>
--	---	---	---

Tabulka 5 - Bakteriální choroby bramboru (Vokál a kol., 2013).

Bakteriální choroby			
foto	Český název, původce	Význam, příznaky, projevy, choroby	Zdroj choroby
 <p>Obrázek 12</p>	<p>Bakteriální kroužkovitost bramboru, <i>Clavibacter michiganensis</i></p>	<p>Díky karanténním podmínkám nezpůsobuje výrazné škody. Rostlina postupně žlutne, vadne a nekrotizuje. Hlízy na řezu hnědé cévní svazky.</p>	<p>Infikovaná sadba, při podezření se musí zlikvidovat podle předepsané karanténní metodiky.</p>
 <p>Obrázek 13</p>	<p>Aktinobakterální obecná strupovitost bramboru, <i>Streptomyces scabiei</i></p>	<p>Poškozuje vzhled hlíz, zhoršuje skladovatelnost a ovlivňuje klíčivost sadby. Příznakem jsou korkovité strupy na slupce bramboru.</p>	<p>Běžně se vyskytují v půdě, proniká do hlíz již od 5 mm jejich velikosti.</p>
 <p>Obrázek 14</p>	<p>Bakteriální černání stonku a měkká hniloba hlíz bramboru, <i>Pectobacterium carotovorum,</i> <i>Pectobacterium atrosepticum,</i> <i>Dickeya chrysanthemi</i></p>	<p>Významná choroba ve vlhkých teplých letech způsobuje rozsáhlé škody. Příznakem je černání stonku nad povrchem půdy, postupně celý stonek odumírá. Dužina hlíz se mění v hnědou kašovitou hmotu.</p>	<p>Infikovaná sadba, přenos možný mechanizací, vodou i hmyzem.</p>

Tabulka 6 - Houbové choroby bramboru.





Houbové choroby			
	Český název, původce	Význam, příznaky, projevy, choroby	Zdroj choroby
 <p>Obrázek 15</p>	<p>Plíseň bramboru, <i>Phytophthora infestans</i> (Hausvater, Doležal, Dejmlová, 2011)</p>	<p>Nejzávažnější choroba. Rychle se šíří za vlhka, tepla. Příznaky žlutozelené skvrny na okraji listů, později hnědou a nekrotizují.</p>	<p>Oospory v půdě, infikovaná sadba, infikované natě. Nevhodné pro skladování.</p>

 <p>Obrázek 16</p>	<p>Rakovina bramboru, <i>Synchytrium endobioticum</i> (Dviš a kol., 2010)</p>	<p>Závažná choroba, karanténní charakter. Silná deformace orgánů a tvorba nádorů.</p>	<p>Spory houby přežívající v půdě až 30 let.</p>
 <p>Obrázek 17</p>	<p>Hnědá a terčovitá skvrnitost bramboru, <i>Alternaria solani</i> (terčovitá skvrnitost), <i>Alternaria alternata</i> (hnědá skvrnitost), (Vokál a kol., 2013)</p>	<p>Méně závažná choroba. Na listech se vytvářejí žluté pak hnědé skvrny nekrózy, totéž u hlíz</p>	<p>Původci mají mnoho hostitelů, přezimují v půdě a na rostlinných zbytcích. K infekci dochází při sklizni.</p>
 <p>Obrázek 18</p>	<p>Vložkovitost hlíz bramboru, <i>Rhizoctonia solani</i>, (Hausvater, Doležal, Dejmalová, 2011)</p>	<p>Příznaky nekrózy žloutnutí listů následné dřívější odumírání. Hlízy jsou deformovány s rozprasky.</p>	<p>Zdroj infekce je půda a infikovaná sadba.</p>
 <p>Obrázek 19</p>	<p>Stříbřitost slupky bramboru, <i>Helminthosporium solani</i>, (Hausvater, Doležal, 2008)</p>	<p>Vada vzhledu hlíz, hlavně u mytých odrůd ovlivňující prodejnost. Na hlízách světle hnědé skvrny získávají stříbrný vzhled.</p>	<p>Napadení především z infikované sadby.</p>
 <p>Obrázek 20</p>	<p>Vodnatá hniloba brambor, <i>Pythium ultimum</i>, (Vokál a kol., 2013)</p>	<p>Nečekaná lokální choroba objevující se po sklizni. Rozklad hlíz při uvolňování většího množství vody.</p>	<p>Zdroj z půdy. Šíření mechanickým poškozením při sklizni.</p>
 <p>Obrázek 21</p>	<p>Fusarií hniloba bramboru, <i>Fusarium coeruleum</i> (Vokál a kol., 2013)</p>	<p>Nejběžnější skládkovou hnilobou. Hlízy jsou napadeny mechanickým poškozením. Nejdříve v hlíze nekrotické skvrny, hnilobné léze.</p>	<p>Fusaria nejsou schopna napadat hlízy s neporušenou slupkou, téměř vždy po mechanickém poškození.</p>
 <p>Obrázek 22</p>	<p>Fomová hniloba bramboru, <i>Phoma foveata</i> (Vokál a kol., 2013)</p>	<p>Skládková choroba (silný ročník spjat s chladem a vlhkým počasím). Na slupce tvoří propadlé zvětšující se skvrny.</p>	<p>Zdrojem je infikovaná sadba a mechanické poškození.</p>

Škůdci bramboru

Významní škůdci bramboru a jejich charakteristika a škodlivost, jsou uvedeny v tabulce 7.

Tabulka 7 - Škůdci bramboru (Vokál a kol., 2013).

Škůdci bramboru			
	Český a latinský název	Charakteristika	Škodlivost
 Obrázek 23	Drátovci, <i>Elateridae</i>	Drátovci jsou larvy brouka kovaříka. Vývoj larvy trvá 3-5 let. Živí se rostlinnými zbytky v půdě.	Poškozují podzemní části rostlin, v hlízách vytváří četné chodbičky vyplněné trusem. Ochrana agrotechnickými opatřeními.
 Obrázek 24	Mšice, <i>Aphidoidea</i>	Hmyz velký 1-6 mm se savým ústrojím, může být okřídlený či bezkřídlý, rozmnožuje se partenogenezí i pohlavním rozmnožováním.	Nejvýznamnějšími přenašeči virových onemocnění (kromě viru PVX). Ochrana insekticidy hlavně v množitelských porostech.
 Obrázek 25	Hád'átko bramborové, <i>Globodera rostochiensis</i> W.	Drobný půdní červ s nitkovitým tělem. (samičky nabývají tvaru cysty, v nichž jsou stovky larev)	Škodí sáním na kořenech. Karanténní škůdce. Ochrana je stanovena karanténními předpisy.
 Obrázek 26	Mandelinka bramborová, <i>Leptinotarsa decemlineata</i> Say	Dospělý brouk přezimuje v půdě, má čtyři larvální stádia. V teplých oblastech mohou založit i druhou generaci.	Hospodářsky nejvýznamnější škůdce bramboru. Larvy i dospělci škodí žírem rostlin i vyčnávajících hlíz.

2.3.5 Sklizeň a skladování brambor

Sklizeň brambor se třídí do několika fází.

1. příprava porostu na sklizeň- přerušení vegetace (omezení chorob, vyzrálост a velikost hlíz), (Diviš a kol., 2010).
2. sklizeň
3. posklizňová a tržní úprava

Technologie sklizně:

- Přímá jednofázová sklizeň:
 - Vyorávání brambor a ruční sběr

- Sklizeň přívěsnými vyorávacími nakladači
- Sklizeň přívěsným či samojízdným sklízečem s rozdělením hrud a kamenů
- Dělená dvoufázová sklizeň – vyorávačem jsou hlízy ukládány do meziřádku a později po osušení sklízečem sklizeny a odvezeny (Vokál a kol., 2013).

Posklizňová úprava spočívá v oddělení příměsí od hlíz. Tržní úprava se mění v čase podle poptávky zákazníků. Dnes jsou trendem myté, čisté, suché hlízy v menších baleních (Vokál a kol., 2013).

Skladování brambor

Brambory se skladují v bramborárnách volně ložené nebo v paletách při teplotě 3-4 °C u konzumních brambor (Vokál a kol., 2013).

Pro skladování je zapotřebí dodržovat tyto zásady (Diviš a kol., 2010):

- osušení hlíz po dobu 24-36 hodin
- hojení ran a vydýchání hlíz po dobu 10-14 dní při teplotě 14-16 °C s větráním
- zchlazování hlíz o 2-5 °C než je teplota hlíz
- v období před vyskladněním je nutné ohřát hlízy na 10-12 °C

2.4 Mandelinka bramborová, *Leptinotarsa decemlineata* Say

Historie






Mandelinka byla objevena v 19. století, objevil ji Thomas Nuttall, popsána a pojmenována byla Thomasem Say ze vzorků získaných z Rocky Mountains v Coloradu. Postupně se šířila po kontinentu severní Ameriky a na obchodních lodích byla zavlečena do Evropy. V Československu byla zpozorována v roce 1945. V 50. letech byla mandelinka využita k silné protizápadní propagandě komunistického režimu. V současnosti je mandelinka považována za nejvýznamnějšího škůdce na světě. Její výskyt je ve všech vyspělých bramborářských zemích světa s výjimkou Austrálie a Nového Zélandu (Hausvater, Doležal, 2013).



Životní cyklus

Úspěšné přezimování a vývoj mandelinky závisí na dostatku potravy na podzim a průběhu zimy. Z prohráté půdy, od půli května, vylézají ze země první brouci. Vyhledají potravu a páří se, může dojít k oplození samic již na podzim. Žlutá vajíčka v počtech 30-35 kusech klade samička na spodní stranu listu. Po 10 dnech při 20°C se líhnou larvy. Larvy prodělávají čtyři vývojová stádia tzv. instary (tabulka 8) v průběhu až 4 týdnů. Průměrná plodnost samičky je 500 vajíček (Vokál a kol., 2013).

Dospělé larvy se kuklí v zemi, kam zalézají do hloubky 5-12 cm. Dospělci se líhnou přibližně za 14 dní, ihned zahajují žír a páří se. Životní cyklus mandelinky je odvislý od klimatických podmínek (2-3 měsíce). Ve zvláště teplejších oblastech mohou zakládat i druhou generaci. Ve spojených státech amerických (USA) ve státě Kentucky mandelinka utvoří plně dvě generace a v příhodných podmínkách může založit i třetí generaci (Bessin, 2003).

Tabulka 8 - Vývojová stádia mandelinky bramborové (obrázek 27-30, 35, 36 foto autor, obrázek 31 Hausvater, Doležal, 2013).

foto vývojová stádia	popis
 Obrázek 27	snůška vajíček na spodní straně listu a dospělá samice
 Obrázek 28	larvy I. instaru
 Obrázek 29	larvy II. instaru
 Obrázek 30	larva III. instaru
 Obrázek 31	larva IIII. instaru

	<p>Obrázek 35</p>	<p>předkukla</p>
	<p>Obrázek 36</p>	<p>kukla</p>

Nejvýraznější škody způsobuje mandelinka bramborová především na listech a stoncích. V období, kdy má nedostatek potravy se přesouvá na hlízy, jedná se především o dospělé druhé generace. Největší žír způsobují larvy nejstarších vývojových stádií, méně pak dospělí brouci a mladší larvy. Larvy mohou způsobovat až holožírny. Dospělci přezimují v půdě v hloubce od 10-40 cm (Hausvater, Doležal, 2013).

2.4.1 Rezistence mandelinky

U tohoto škůdce s velkou flexibilitou a adaptabilitou na chemické látky, dochází k rezistenci vůči účinným látkám ze stejné skupiny a současně také může být rezistentní vůči dvěma i více skupinám účinných látek insekticidů (Doležal, Hausvater, 2018).

Dlouhodobě sledovaná historie rezistence mandelinky dokumentuje necitlivost k 54 různým účinným látkám ve všech skupinách insekticidů, toto číslo celosvětově stoupá (Huseth a kol., 2018). K postupnému zvyšování rezistence mandelinky v ČR dochází od roku 2010 u účinných látek pyretroidy i organofosfáty a od roku 2017 u acetamidpridu i thiaclopridu. Z neonikotinoidů v roce 2017 zajišťoval dostatečnou ochranu brambor pouze thiamethoxam, avšak již s patrným trendem snižování účinnosti (Kocourek, Stará, 2018).

2.5 Konvenční a ekologické zemědělství

V konvenčním zemědělství (KZ) se od roku 2014 ve státech Evropské unie (EU) povinně využívá tzv. integrovaná ochrana rostlin (IO) dle směrnice EU č.128/2009/ES a novelizovaného zákona o rostlinolékařské péči 326/2004 Sb. platného v ČR (Hnízdil, 2014).

Integrovaná ochrana bramboru proti mandelince

Zahrnuje soubor preventivních opatření, přímé ničení škůdce nechemickými nebo chemickými metodami, či jejich kombinací. Z preventivních opatření se jedná především: střídání plodin v osevním sledu, pěstování brambor na stejném pozemku nejdříve jednou za čtyři roky, agrotechnické zásahy, výběr vhodných odrůd, monitoring škůdce, promyšlené použití pesticidů, dodržování antirezistentní strategie.

Chemické metody regulace škůdců jsou velmi účinné, avšak výběr vhodného přípravku může být v praxi pro zemědělce složitý, z důvodu dodržení antirezistentní strategie vůči populaci mandelinky (Venclová, 2018).

Použití insekticidu by mělo být navázáno na hospodářsky významný výskyt mandelinky (tzv. práh škodlivosti) při počtu 100 jarních brouků, 14 ohnisek larev či při výskytu 5000 larev na 1 ha (Doležal, Hausvater, 2011). Nejúčinnější aplikace insekticidů je proti larvám ve 2-3. instaru (zdroj 2). Informace o použití přípravku jsou vyznačeny na etiketách produktu a seznamu registrovaných přípravků dostupný on-line na Ústřední a kontrolní ústav zemědělský (ÚKZÚZ), (zdroj 11).

Insekticidy se dělí na (zdroj 10)

- **systémové-** jsou rozváděny po celé rostlině
- **hloubkově působící-** mohou částečně pronikat do okolních pletiv (například na neošetřenou stranu listu)
- **kontaktní-** působí pouze po přímém kontaktu se škůdcem
- **požerové-** působí po požití potravy kontaminované účinnou látkou přípravku
- **fumigační-** působí vdechnutím.

V současné době je v České republice povoleno pro ochranu polních porostů proti mandelince 23 přípravků z těchto skupin účinných látek (uvedeny jsou registrované přípravky a do spotřebování zásob, velkobalení),(Kocourek, Stará, 2018):

- 1) **pyretroidy** (Alfamethrin, Bestseller 100 EC, Bulldock 25 EC, Decis Mega, Decis protec, Fast M, Fury 10 EW, Karate se Zeon technologií 5 CS, Mavrik 2 F, Scatto a Vaztak Active),
- 2) **neonikotinoidy** (Actara 25 WG, Biscaya 240 OD, Calypso 480 SC, Mido 20 SL, Mospilan 20 SP, Monceren G - moření sadby),
- 3) **organofosfáty v kombinaci s pyretroidy** (Dascor, Nurelle D),
- 4) **limonoidy** (NeemAzaI-T/S),

- 5) **spinosiny** (Spintor),
- 6) **ryanoidy** (Benevia, Coragen 20 SC)

Mezi nechemické metody regulace mandelinky patří fyzikální a biologické metody. K fyzikálním metodám se řadí spalování, vysávání mandelinky, zakrývání rostlin bramboru plastovými kryty, vytváření pastí a sběr brouků (Delahaut 1997). V ČR se provádí sběr brouků (ničení brouků, larev i vajíček) na malých plochách. Z biologických přímých metod lze v IO bramboru proti mandelince využít biologické přípravky (Spintor, NeemAzal-T/S), (Hnízdil, 2014).

Ekologické zemědělství

Současný počet ekologických podnikatelů (subjektů) se blíží k 5600, z toho 4600 ekologických zemědělců představující velký trh s biologickými insekticidy (zdroj 6).

EZ se řídí zákony a předpisy: nařízením Rady (EHS) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů, nařízením Komise (ES) č. 889/2008 prováděcí pravidla k nařízení (824/2007) a č. 1235/2008 udávající normy o ekologické produkci a označování ekologických produktů ze třetích zemí, národní zákon o ekologickém zemědělství č. 242/2000 Sb. a prováděcí vyhláška č. 16/2006 Sb. (Dvorský, Urban, 2014).

V systému ekologického zemědělství (EZ) řadíme brambory k nejnáročnějším pěstovaným plodinám, z důvodu početnosti a náročnosti operací, náchylnosti k zaplevelení, chorobám a škůdcům, ekonomice pěstování. Rozdíly v ochraně rostlin, v systému pěstování brambor v EZ oproti KZ je zákaz používání geneticky modifikovaných organismů (GMO), používání přípravků chemické ochrany rostlin, průmyslově vyráběných minerálních hnojiv a aj. Kvalita a zdraví půdy, agrobiocenóza, zvířat, produktů a tím i lidské zdraví se řadí na první místo hodnot hospodaření v systému EZ (Hradil, 2011). Zákaz používání chemických látek musí být vyvážen důsledným dodržováním zásad a opatření pro vhodný růst a vývoj rostlin (Vokál a kol., 2013).

2.6 Biologická ochrana

Biologická ochrana (BO) se v poslední době velmi rychle vyvíjí. Nezastupitelnou úlohu má zejména při ochraně ekologicky pěstovaných plodin. BO proti škůdcům

využívá přirozených nepřátel, antagonistických organismů, nebo produktů připravených za využití živých organismů, pro udržení četnosti populací škůdců na tolerovatelné úrovni (Kabíček, 2014). Biologická regulace škůdců probíhá buď přirozeně, působením volně žijících antagonistů nebo uměle, použitím účelně produkovaných antagonistů. Zatím nejefektivnější je použití v dlouhodobých kulturách jako vinice, sady či ve sklenících, zde je možné zajistit vhodnější podmínky pro vývoj bioagens.

Rozdělují se na:

1. mikroorganismy- bakterie, houby, viry a viroidy, řasy, prvoci
2. makroorganismy- parazitoidi, parazité a predátoři z kmene členovců Arthropoda, hmyz, roztoči, pavouci; dále entomopatogenní (parazitické) hlístice z kmene Nematoda (Koubová, 2009).

Obecně akceptovaná strategie v biologické ochraně rostlin je strategie podpory, ochrany a konzervace přirozeně se vyskytujících přirozených nepřátel. V praxi jsou podporováni makroorganismy (např: rostlinné pásy, biokoridory), méně pak mikroorganismy.

Biologické insekticidy

Bioinsekticidy jsou preparáty na přírodní anebo biologické bázi, které působí převážně na vybraného škůdce a mají minimální vliv na další necílové organismy. Mikrobiální insekticidy (biopreparáty) postrádají aktivní schopnost vyhledávání a potenciálního hostitele dosahují pasivními prostředky. Makrobiální insekticidy (bioagens) aktivně reagují na prostředí a přítomnost potenciálních hostitelů. Regulují především živočišné škůdce, kteří poškozují rostliny nebo rostlinné produkty (Landa a kol., 2008).

Uvedení na trh nového bioinsekticidu není snadné a stojí nemalé úsilí a peníze. Biopřípravky jsou vedeny v seznamu povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu rostlin členských zemí EU (Matyjaszczyk, 2018). Na trhu jsou i jiné biologické přípravky, které mají obdobnou účinnost, ale nejsou vedeny jako přípravky na ochranu rostlin, ale jako tzv. pomocné přípravky či jsou uvedeny v registru hnojiv (Prokinová 2017).

V seznamu přípravků na ochranu rostlin v ČR jsou uvedeny biologické insekticidní přípravky na bázi

- virů (Carpovirusine, Madex),
- parazitoidů (Tricholet, Aphidius ervi, Dacnusa-System aj.),
- parazitických hlístic (Nemaplus, Larvanem, Dianem aj.),
- predátorů (Spidex, Biolaagens - TP, Orius-System, Macrolophus-System aj.),
- bakterií (Lepinox Plus) nebo botanických látek (NeemAzal-T/S).

Cílovými škůdci jsou nejčastěji molice, svilušky, třásněnky, mšice, ale i zavíječ kukuřičný, černopáska bavlníková nebo mandelinka bramborová. Insekticidní přípravky na bázi entomopatogenních hub nejsou v současné době v ČR registrovány (Ondráčková, 2017).

Významnou a často opomíjenou pomoc nám nabízejí volně žijící druhy dravého hmyzu (slunéčko- *Coccinella septempunctata*, dravá ploštice- *Perillus bioculatus*), (Kabiček, 2014). Tyto dravé ploštice, se přirozeně vyskytují na středozápadě USA, kde jsou běžně využívány v praxi proti mandelince (Hough-Goldstein, Keil, 1991).

2.6.1 Bioinsekticidy registrované proti mandelince bramborové

V České republice, proti mandelince bramborové jsou v současné době používány již dva zmiňované registrované bioinsekticidní přípravky: Spintor a Neem Azal T/S, využívané především v ekologickém zemědělství.

Spintor

Účinnou látkou je spinosad, která se získává fermentací z aktinomycet *Sacharopolyspora spinosa* vyskytující se v půdě (Mayes a kol., 2003). Působí jako požerový a kontaktní přírodní insekticid. Na trhu je přípravek k dispozici ve formě suspenzního koncentrátu. Proti mandelince bramborové se aplikuje postřikem, v dávce 1,5 ml /3-5 l vody /100 m² (0,15 l/ha), přednostně na stádia L1- L2. Ve vyšších dávkách (1,5ml/3 l vody) spolehlivě hubí i brouky mandelinky bramborové, min. interval 7 dní, postřik opakujeme max. 2x (zdroj 1). Nevýhodou spinosadu je jeho negativní vliv na opylovače a nepůsobí na savý hmyz (mšice), (zdroj 3).

Neem Azal T/S

Rostlinný přípravek extrahovaný z rostliny *Azadirachta indica*, s účinnou látkou azadirachtin, ve formě emulgovaného koncentrátu (zdroj 9). Aktivní substance proniká do listů a je částečně systemicky distribuována v rostlině. Škůdce se kontaminuje orálně požerem nebo sáním a zastavuje požerovou aktivitu. Podle výskytu škůdce (larvální stupeň L1-L3), aplikujeme 2,5 ml/ 0,3-0,7 l vody/10 m² 2x, v ochranné lhůtě 4 dny (zdroj 1).

Dříve byl v ČR používán registrovaný bioinsekticid **Boverol** na bázi entomopatogenní houby *Beauveria bassiana*. Boverol byl primárně určen pro použití při regulaci populací larev mandelinky, ale také při regulaci jiných škůdců, např. zavíječe kukuřičného, obaleče jablečného aj. Přípravku skončila registrace v roce 1997 (Koubová, 2009). V Evropské unii jsou běžně používané přípravky na bázi houby *Beauveria bassiana* (např. Mycotrol).

Další využívaný přípravek k regulaci larev, byl **Novodor FC** s půdní bakterií *Bacillus thuringiensis*, ssp. *tenebrionis* proti larvám mandelinky, kterému také skončila registrace v roce 2008 (zdroj 26). Novodor FC používají běžně pěstitelé v Německu, Francii, Belgii a dalších státech západní Evropy (Kuthan, Trubská, 2017).

2.6.2 Entomopatogenní hlístice

Entomopatogenní hlístice jsou spojeny se specifickými symbiotickými bakteriemi rodu *Xenorhabdus* a *Photorhabdus*. Tyto bakterie hlístic mají schopnost infikovat hmyz a bylo prokázáno, že entomopatogenní hlístice infikují a zabíjejí mandelinku. Lepších výsledků v regulaci mandelinky, bylo dosaženo při použití kombinace entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* a hlístic, kde mortalita larev dosahovala až 98%. (Zemek a kol., 2016). V současné době, se pro ochranu rostlin produkují tyto druhy hlístic: *Steinernema carpocapsae*, *S. feltiae*, *S. riobravis*, *S. scapterisci*, *S. kraussei*, *Heterorhabditis bacteriophora* a *H. megidis* a *Phasmarhabditis hermaphrodita*, které se s úspěchem používají k regulaci škůdce (Nermuť a kol., 2012).

2.6.3 Entomopatogenní houby

Diverzita entomopatogenních hub souvisí s rozmanitostí hmyzích druhů. Entomopatogenní druhy hub působí jako obligátní nebo fakultativní původci onemocnění mnoha druhů hmyzu (Landa a kol., 2008). Tyto houby se vyskytují kosmopolitně nejen v mírném pásu, ale i v subtropích a tropech (Kubátová, 2017). Podle výsledků výzkumů se vyskytují entomopatogenní houby téměř po celém světě a tvoří jakýsi stabilizační prvek půdy.

Pro aktivní uplatnění biologické ochrany, se ve světě využívají především entomopatogenní houby rodu:

- *Beauveria* (např. přípravky Mycotrol, Nutri-Life Myco-Force),
- *Metarhizium* (např. přípravky Biocane, Bio-Blast, Met52 EC),
- *Isaria* (např. přípravky Mycomite, NoFly, PreFeRal[®]WG) a
- *Lecanicillium* (např. přípravky Mycotal, Mealikil, Vertalec, Ecocill).

Beauveria bassiana a *Isaria fumosorosea* (dříve *Paecilomyces fumosoroseus*) (Hypocreales: Cordycipitaceae) jsou polyfágní druhy hub. Mají jedno z nejširších spekter hostitelů z ostatních druhů hub (Landa a kol., 2008). Mohou napadat všechny vývojová stádia hmyzu, i když méně infikují dospělé a vajíčka.

Předností entomopatogenních hub je jejich neškodnost vůči životnímu prostředí a většinou i vůči obratlovcům. Oproti chemickým širokospektrálním insekticidům nemají negativní účinky na necílové organizmy (užitečný hmyz). Další předností je velmi malá pravděpodobnost vzniku rezistence cílových škůdců.

Nevýhodou je závislost účinnosti na podmínkách prostředí, zvláště na teplotě a vzdušné vlhkosti. Nevýhodou bývá také považována delší doba potřebná k usmrcení cílového organismu ve srovnání s chemickými přípravky, jedná se řádově o dny až týdny u „mykoinsekticidů“, oproti hodinám u chemické ochrany (Ondráčková, 2017).

2.6.4 *Isaria fumosorosea*

Po více jak 30 letech byla *Isaria fumosorosea* převedena z rodu *Paecilomyces* do rodu *Isaria*. Jsou známy další druhy *Isaria farinosa*, *P. lilacinus* a *P. variotii*. *Isaria fumosorosea* vyskytující se v půdě, vodě, rostlinách byla izolována z více jak 40 druhů

vnímavých členovců (ploštice, rovnokřídli, třásnokřídli, stejnokřídli, motýli, brouci a dvoukřídli) a dostala se do popředí zájmu jako možný biopreparát proti významným hmyzím škůdcům zemědělských plodin (Zemek a kol., 2016). *Isaria fumosorosea* je široce polyfágní, entomofágní a akarifágní druh houby. Může se vyvíjet mykoparaziticky na některých druzích rzí (*Uromyces dianthi*) a padlí (*Sphaerotheca fuliginea*), (Landa a kol., 2008).

Vývojový cyklus

První fází jsou naklíčené konidie houby, které se uchytí a poruší kutikulu hostitele pomocí svých enzymů. Klíčení závisí na abiotických podmínkách (vzdušné vlhkosti, teplotě). V druhé fázi vývoje tlakem koncové špičky hyfy prorůstá patogen do hostitele, kde v dutině rychle kolonizuje tkáň a přechází z vláken na tělíška „blastospor“, která se rychle namnožují, pučí. Postupně vyplní celého hostitele a „mumifikují“ ho. Houba usmrtí hostitele tím, že produkuje toxické metabolity. Poslední fází je růst mycelia na povrchu hostitele, dochází k vývoji konidií nové generace (zdroj 10). Vývojový cyklus trvá ve sklenicích 3-5 dní a v běžných venkovních podmínkách 7-21 dní s optimální teplotou 20-30 °C s vlhkostí více než 90% (Landa a kol., 2008).

Isaria fumosorosea a další druhy v rodu produkují toxin beauvericin. Sloučeninu, která paralyzuje hostitelské buňky. Vnímový hmyz vystavený blastosporám a konidím *I. fumosorosea* vykazuje pokles růstu a vysokou míru mortality až 97 % larev (Hussein a kol., 2016).

3. Cíl práce

Cílem práce bylo ověřit účinek biopreparátu na bázi entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* na mandelinku bramborovou a současně vyhodnotit výnos u jednotlivých pěstovaných odrůd. K tomuto účelu byl založen na vybraném pokusném stanovišti maloparcelkový pokus.

4. Materiál a metodika

Metodický postup byl stanoven na základě cíle práce. Pozemek, na kterém byl založen pokus, je součástí Zemědělské fakulty Jihočeské university v Českých Budějovicích a je užíván v režimu konvenčního hospodaření. Maloparcelkový pokus založen ve spolupráci s Biologickým centrem AVČR v Českých Budějovicích. Aplikace neregistrovaného přípravku na ochranu rostlin byla povolena ÚKZÚZ (povolení příloha 5) s maximální dávkou přípravku $0,075 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ a aplikací na výměru menší než 27 m^2 . Pokus proběhl ve vegetačním období v roce 2018.

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Tabulka 9 - Charakteristika stanoviště (zdroj 4)

Kraj	Jihočeský
Výrobní oblast	bramborářská ovesná – B3
Nadmořská výška	380 m. n. m.
Půdní typ	kambizem pseudo-glejová (hnědá půda oglejená)
Půdní druh	písčitohlinitý
Expozice	0
Skeletovitost	1
Klimatický region	mírně teplý, mírně vlhký (MT2)
Roční průměrná teplota vzduchu	7,8 °C
Roční úhrn srážek	550 - 650 mm
Výměra parcely	8803 m ²

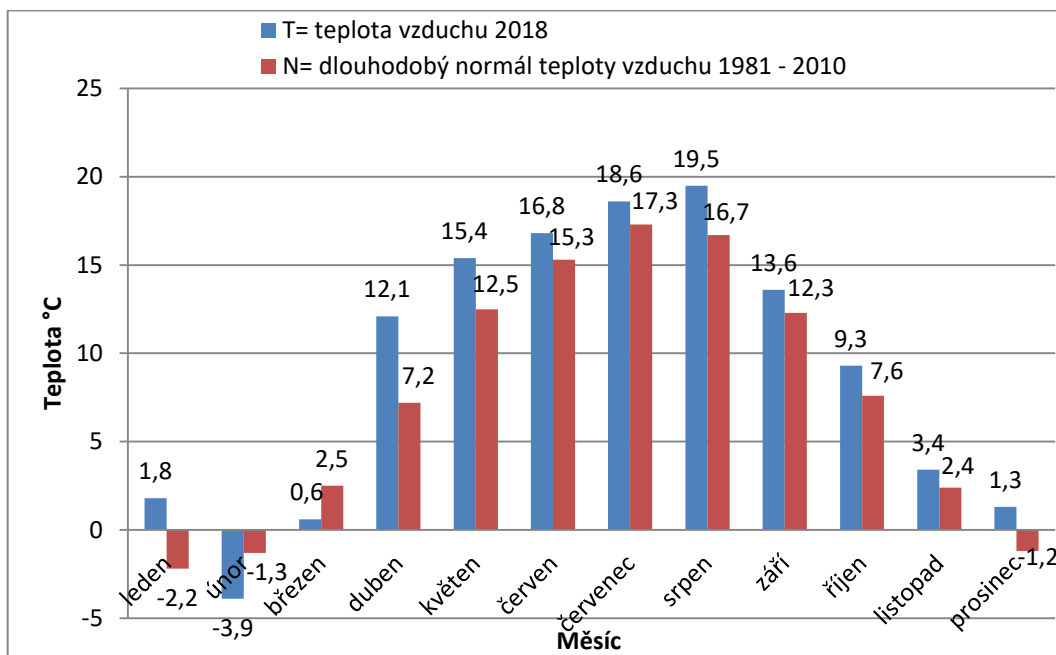
Obrázek 32 - Mapa pokusného stanoviště (zdroj 4)



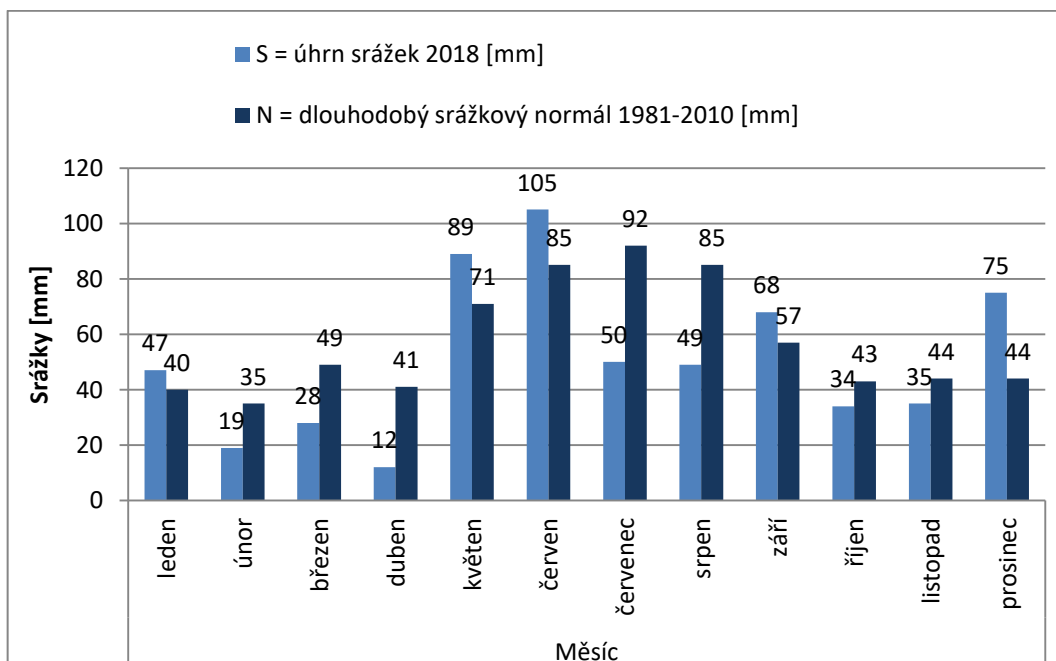
Teplotní a srážkové poměry pro Jihočeský kraj

Na grafu 1 jsou znázorněny průměrné teploty za rok 2018 a porovnány s dlouhodobým normálem teplot vzduchu v letech 1981-2010 pro Jihočeský kraj (zdroj 5). Graf 2 znázorňuje porovnání úhrnu srážek v roce 2018 s dlouhodobým normálem úhrnu srážek v letech 1981-2010 pro Jihočeský kraj (zdroj 5).

Graf 1 - Teplotní poměry.



Graf 2 - Srážkové poměry.



4.2 Vybrané odrůdy brambor

Bellarosa je velmi raná konzumní odrůda varného typu B. Odrůda se vyznačuje odolností proti napadení virovými chorobami a odolností hlíz proti mechanickému poškození. Rostlina střední výšky se středně velkým květenstvím. Tvar hlízy je středně oválný s tmavě žlutou dužninou (Hamouz a kol., 2017), (foto příloha 6- odrůdy).

Bionta je pozdní odrůda, vhodná pro smažené výrobky varného typu BC. Počáteční růst natě středně rychlý, nárůst hlíz pomalý. Počet hlíz pod trsem střední. K napadení rakovinou bramboru je silně náchylná, proti napadení hádčátkem bramborovým je rezistentní. Předností je vysoký výnos, odolnost proti napadení virovými chorobami a odolnost proti napadení plísní bramboru na nati (zdroj 8).

Rosara je velmi raná konzumní odrůda s červenou hladkou slupkou varného typu AB. Hlízy jsou středně velké, oválné s tmavě žlutou dužninou. Odolná proti napadení virovými chorobami a vyniká nízkou náchylností k mechanickému poškození. Rezistentní hádčátku bramborovému a rakovině brambor. Rostlina je nízká až střední s malým květenstvím (zdroj 8).

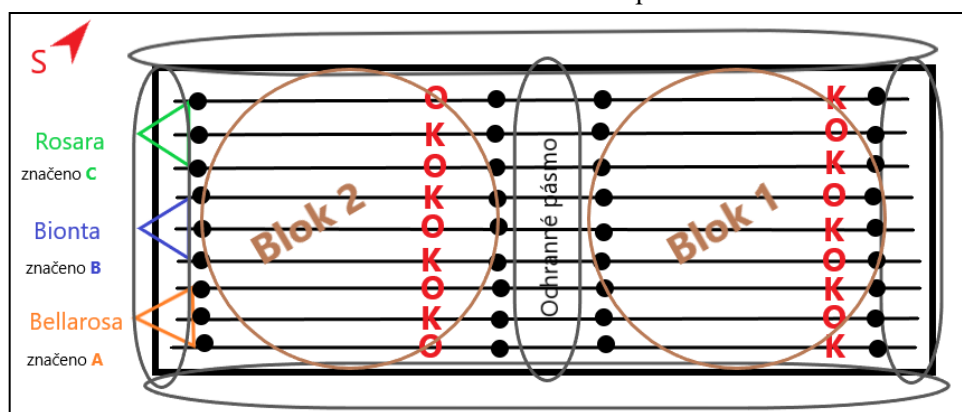
4.3 Biopreparát

Jako biopreparát byla použita vodní suspenze blastospor entomopatogenní houby *I. fumosorosea* kmene českého původu CCM 8367, který je uložen ve Sbírce mikroorganismů v Brně jako patentová kultura (Prenerová a kol. 2015). U tohoto kmene byly prokázány insekticidní a akaricidní účinky (Hussein a kol. 2013, Zemek a kol. 2016) včetně vysoké účinnosti proti mandelince bramborové (Hussein a kol. 2016). Blastospory houby byly získány submerzní kultivací na standardním tekutém živném médiu PDB (Sigma-Aldrich, Německo), které je pro kultivaci vhodné (Konopická a kol., 2017). Kultivace probíhala ve skleněných baňkách o objemu 1 l na orbitální třepačce při 200 otáčkách za minutu a teplotě 25°C po dobu čtyř dnů. Po kultivaci bylo odstraněno případné mycelium filtrací přes gázu a spočítána koncentrace blastospor pomocí Neubauerovy počítací komůrky. Následně byla koncentrace v suspenzi adjustována na hodnotu 1×10^8 blastospor ml^{-1} a přidáno smáčedlo Tween 80® o koncentraci 0,05% (v/v).

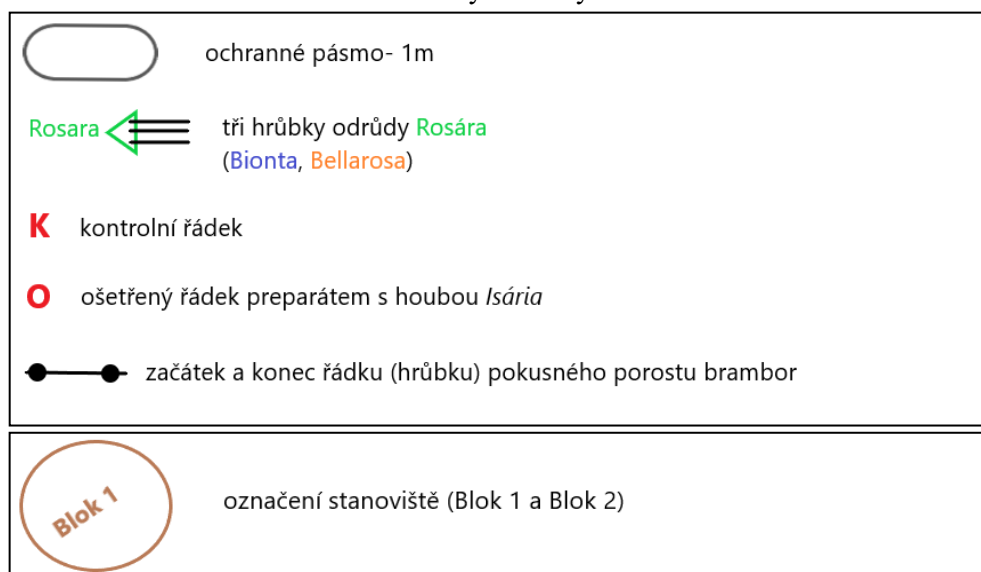
4.4 Založení pokusu

Na stanovišti byly vysázeny tři odrůdy (Bellarosa, Bionta a Rosara) ve dvou blocích (Blok 1 a Blok 2). Každá odrůda byla vysázena ve třech řádcích (opakování), (obrázek 39 a 40), (foto příloha 7). Okolo celého pokusu a mezi Bloky 1 a 2, byla ponechána ochranná pásma široká 1m. Tato pásma byla ponechána bez ošetření. Celková pokusná ošetřená plocha byla 27 m².

Obrázek 33 - Nákres k založení pokusu.



Obrázek 34 - Vysvětlivky k nákresu.



4.5 Agrotechnická opatření

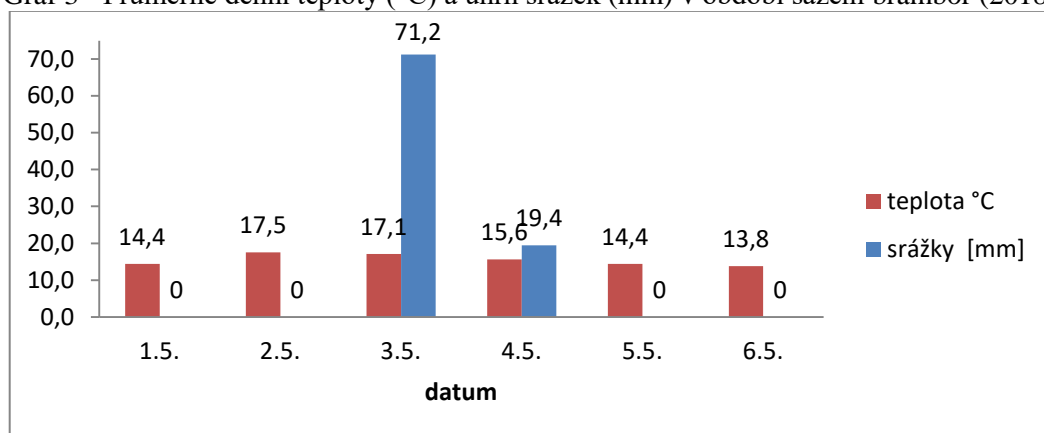
Na podzim po sklizni obilniny byla provedena podmítka a následně hluboká orba. Na jaře byla půda zkyprěna hloubkovým kypříčem. Půda byla přihnojena minerálními

hnojivem NPK v dávce 110 kg N. ha⁻¹. V průběhu vegetace byla provedena mechanická regulace plevelů.

Sázení brambor

Sázení brambor bylo provedeno ručně dne 2. 5. 2018. V grafu 3 jsou uvedeny průměrné denní teploty a úhrn srážek v době sázení, které byly naměřeny v univerzitní meteorologické stanici v Českých Budějovicích nacházející se v těsné blízkosti pokusného pozemku. Certifikovaná sadba o velikosti 2,5-6 cm se sázela ve vzdálenosti řádků 750 mm a v řádku 300 mm do hloubky 80 mm.

Graf 3 - Průměrné denní teploty (°C) a úhrn srážek (mm) v období sázení brambor (2018).



4.6 Aplikace biopreparátu

Pracovní postup při postřiku

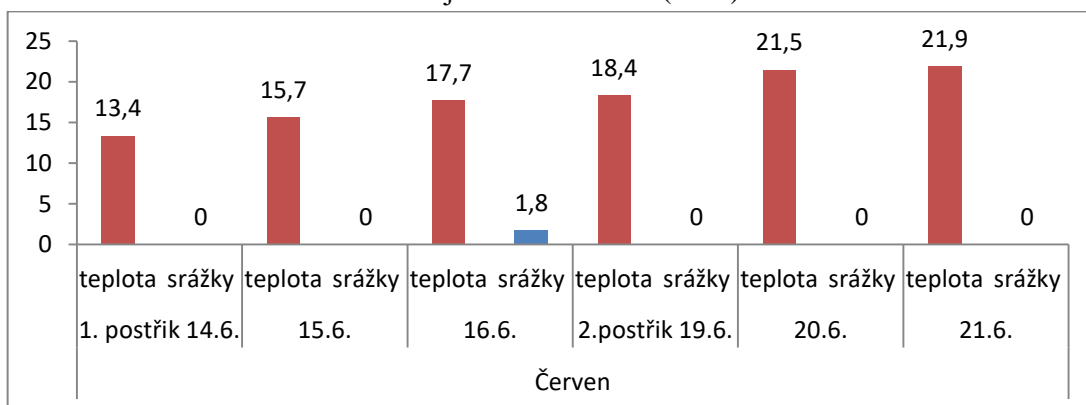
Pro aplikaci byly použity dva ruční postřikovače Voda se smáčedlem (0,05% Tween 80®) pro ošetření kontrolní varianty (označení řádků K) byla aplikována postřikovačem Premier PLUS (8 litrů) od výrobce Hozelock. Pro aplikaci biopreparátu (označení řádků O) byl použit postřikovač Sprayer typ 50Q (5 litrů), výrobce Nohel Garden. Naředění preparátu bylo provedeno v poměru 1l koncentrované suspenze (1×10^8 blastospor ml⁻¹) blastospor do 4 l vody se smáčedlem, čímž se dosáhlo aplikační koncentrace 2×10^7 blastospor ml⁻¹ postřikové kapaliny. Postřik byl prováděn tak, aby byly ošetřované rostliny dostatečně smáčeny. Proti nežádoucímu úletu biopreparátu při aplikaci byly použity ochranné bariéry z plastových desek o rozměrech 80×130 cm (foto příloha 9). Celkem bylo použito 10l vody pro ošetření kontroly a 10l suspenze

biopreparátu pro postřik ošetřené varianty. Při aplikaci byly dodrženy zásady bezpečnosti práce a použity ochranné pomůcky pracovníka.

Teplotní, srážkové a vlhkostní poměry v období aplikace preparátu proti mandelince

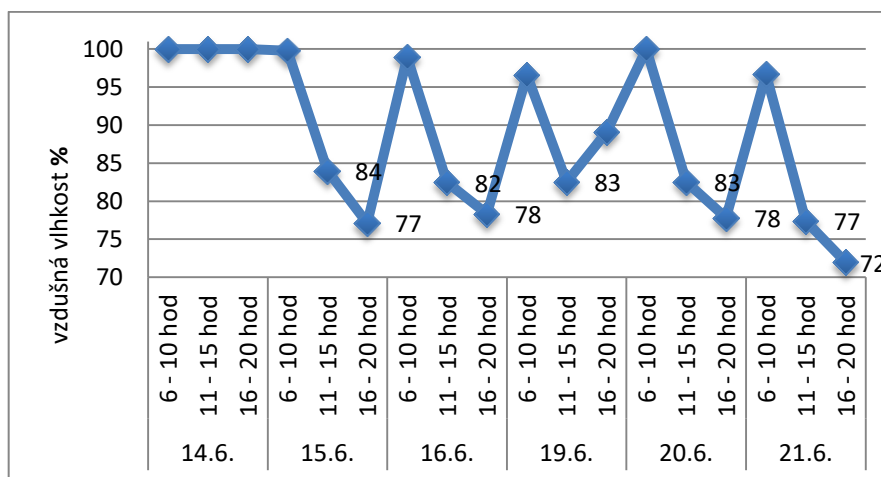
Průměrné denní teploty (viz. graf 4) v den první aplikace dosahovaly 13,4 °C, nulové srážky při 100% vlhkosti (viz. graf 5). V následujících dvou dnech průměrná teplota stoupla až na 17,7 °C a vzdušná vlhkost v odpoledních hodinách (16-20 hod) klesla až k 77%.

Graf 4 - Průměrné denní teploty (°C) a denní úhrn srážek (mm) v době aplikace preparátu a následujících dvou dnech (2018).



Průměrné denní teploty v den druhého postřiku (19. 6.) dosahovaly 18,4 °C s nulovými srážkami a průměrná vlhkost (16-20 hod) dosahovala 88%. V následujících dvou dnech průměrná teplota stoupla na 21,9 °C s nulovými srážkami a vzdušná vlhkost klesla až na 72%.

Graf 5 - Průměrná denní vzdušná vlhkost (%) v období aplikace preparátu.



Termíny provedených kontrol porostu včetně provedených aplikací biopreparátu.

- Kontrola č. 1 byla provedená dne 3. 5. po výsadbě brambor. Při lokálním přívalu srážek v době od 17:00 hod do 18:00 hod spadlo 60,2 mm srážek na m². Na pokusném pozemku nebyly zaznamenány výrazné škody (foto příloha 7).
- Kontrola č. 2 provedená 10. 5. porost před vzejitím brambor.
- Kontrola č. 3 provedená 21. 5. začátek vzházení brambor. Provedeno ošetření proti vzházejícím plevelům s ručním pletím a okopávka hrůbků brambor.
- Kontrola č. 4 provedená 31. 5. první monitorování výskytu mandelinky bramborové (ks), (foto příloha 8).
- Kontrola č. 5 provedená 13. 6. mechanická proorávka brambor s použitím stroje s hrobkovacími tělesy.
- Kontrola č. 6 provedená 14. 6. druhé monitorování výskytu mandelinky (ks) a následné ruční pletí (foto příloha 9).
- **Aplikace preparátu č. 1** dne 14. 6. v 13:00 hod, oblačno, teplota 14,5 °C, 100% vzdušná vlhkost, rychlost větru 1,3m . s⁻¹, 0 mm srážek, (foto příloha 9).
- Kontrola č. 7 provedená 18. 6. nebyl zpozorován vývoj houbového onemocnění na žádných vývojových stádiích mandelinky ani mortalita (foto příloha 10).
- **Aplikace preparátu č. 2** dne 19. 6. ve 20:00 hod., jasno, teplota 19,7 °C, 88 % vzdušná vlhkost, rychlost větru 1,3m . s⁻¹, 0 mm srážek, (foto příloha 11).
- Kontrola č. 8 provedená 21. 6. nebyl zpozorován vývoj houbového onemocnění na žádných vývojových stádiích mandelinky ani mortalita. Odběr vzorku larev pro kultivaci v laboratoři pro zjištění infekce houbou *Isaria*.
- Kontrola č. 9 provedená 26. 6. provedeno ruční pletí plevelů a třetí monitorování výskytu mandelinky (ks).
- Kontrola č. 10 provedená 14. 7. čtvrté monitorování výskytu mandelinky (ks). Nebyl zpozorován vývoj houbového onemocnění na žádných vývojových stádiích mandelinky ani mortalita.
- Sklizeň pokusu. Vyorání brambor bylo provedeno 9. 8. u odrůd Bellarosa a Rosara a u odrůdy Bionta byla sklizeň provedena 11. 9. 2018, (foto příloha 12).

4.7 Monitorování výskytu mandelinky, metodika hodnocení poškození rostlin bramboru a stanovení infekce larev entomopatogenní houbou

Pozorování výskytu mandelinky (kontroly 31. 5. a 14. 6.) před ošetřením biopreparátem bylo zaznamenáno na sčítací archy s uvedením počtů jednotlivých vývojových stádií brouka (snůšky vajíček, larvy, dospělci) a nebylo hodnoceno poškození rostlin škůdcem.

Kontroly stavu porostu a monitorování výskytu škůdce po ošetření vodou či biopreparátem byly provedeny 21. 6. a 14. 7. Do sčítacích archů byly zaznamenány počty jednotlivých vývojových stádií (snůšky vajíček, larvy I a II, larvy III a IV, dospělci) a bylo hodnoceno poškození rostlin škůdcem. Pro hodnocení poškození rostlin byla použita metodika podle Cutlera a kol., (2006), která je založena na indexu poškození listové plochy: 0 = žádné poškození; 1 = do 10 % poškození; 2 = 11-25 % poškození; 3 = 26-50 % poškození; 4 = 51-75 % poškození; 5 = 76-100 % poškození (foto příloha 13, 14, a 15).

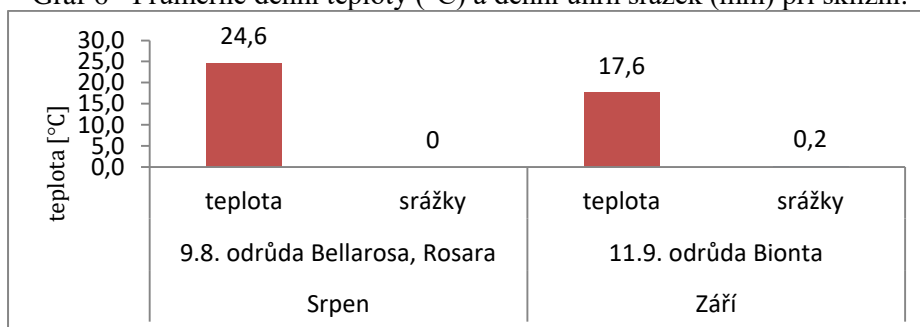
Pro ověření infekce larev mandelinky houbou *I. fumosorosea* byl z každého opakování odebrán vzorek 8 larev čtvrtého, příp. třetího instaru. Na jednu odrůdu a variantu ošetření bylo tak použito 24 larev, které byly přeneseny do laboratoře a umístěny do misek polystyrenové kultivační destičky (24-well plate, Orange Scientific), na jejichž dně byl vložen terčík filtračního papíru o průměru 14 mm, který byl zvlhčen 100 µl sterilní destilované vody (foto příloha 17). Celkový počet testovaných larev byl 144. Destičky s larvami byly umístěny do termostatu s konstantní teplotou 25 °C. Po týdně inkubace byla provedena kontrola na přítomnost mykózy.

4.8 Sklizeň a výnos

Sklizeň hlíz bramboru byla provedena ručně. Z každého řádku byly vybrány tři náhodné trsy, ručně vykopány, označeny a zváženy, vždy podle odrůd na digitální váze s přesností na gramy.

Odrůda Bellarosa a Rosara byla sklizena 9. 8. po 100 dnech vegetace. Průměrné denní teploty a srážky při sklizni jsou uvedeny v grafu 6. Odrůda Bionta byla sklizena 11. 9. po 133 dnech vegetace (foto příloha 12).

Graf 6 - Průměrné denní teploty (°C) a denní úhrn srážek (mm) při sklizni.



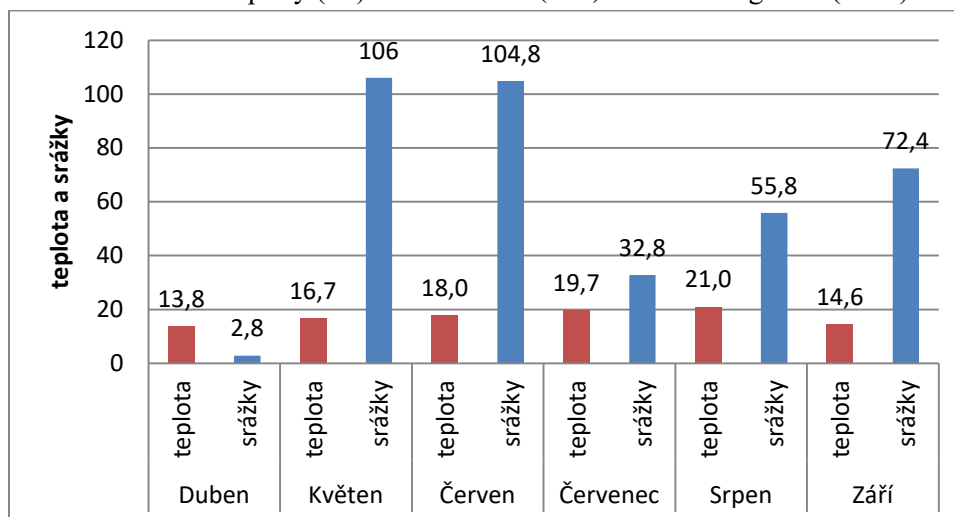
4.9 Statistická analýza dat

Vliv ošetření, odrůdy a času na populační hustotu jednotlivých stádií mandelinky a index poškození listové plochy byl statisticky vyhodnocen pomocí více faktorové multivariátní analýzy rozptylu pro opakovaná měření (repeated measures MANOVA). Vliv odrůdy a ošetření na výnos hlíz byl vyhodnocen pomocí dvoufaktorové analýzy rozptylu (ANOVA). Normalita dat byla ověřena Shapiro-Wilk testem a dle potřeby byla data normalizována transformací podle vzorce $X' = \sqrt{X + 0,5}$ (Zar, 1996). Výpočty byly provedeny pomocí testu normality (PROC UNIVARIATE) a zobecněných lineárních modelů (PROC GLM) ve statistickém programu SAS/STAT (SAS Institut, 2000).

5. Výsledky

Teplotní a srážkové poměry v období vegetace jsou zaznamenány v grafu 7, hodnoty byly naměřeny v univerzitní meteorologické stanici, Na Sádkách v Českých Budějovicích.

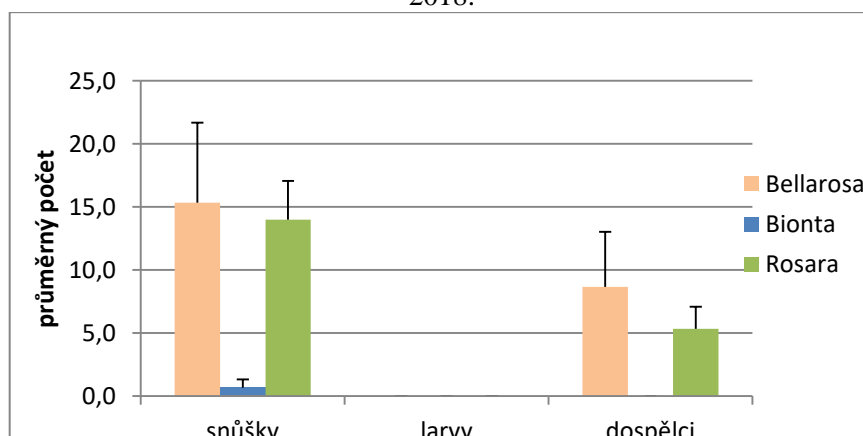
Graf 7 - Průměrné teploty (°C) a úhrn srážek (mm) v období vegetace (2018).



Výskyt mandelinky bramborové

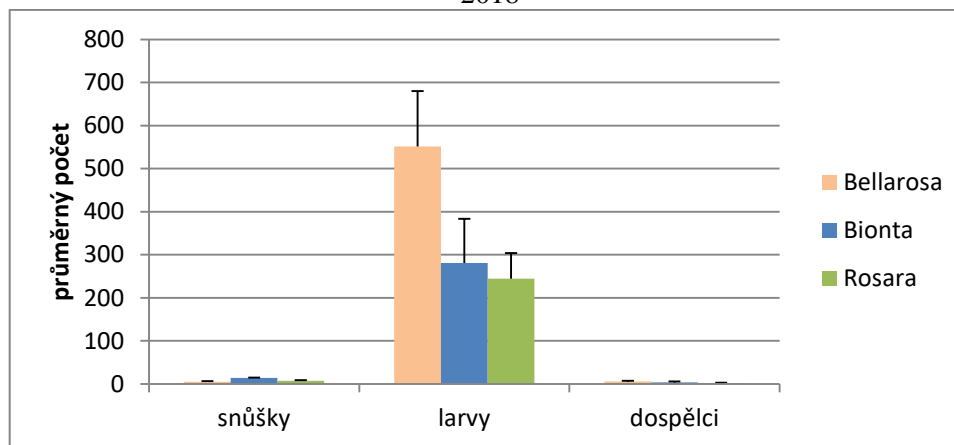
Výskyt mandelinky bramborové byl prvně monitorován k 31. 5. před ošetřením biopreparátem proti mandelince. V grafu 8 jsou uvedeny tři kategorie škůdce, které byly pozorovány. Nevětší výskyt dospělců a snůšek vajíček byl zaznamenán u raných odrůd Bellarosa a Rosara.

Graf 8 - Počty snůšek vajíček, larev a dospělců (průměr ± SE) mandelinky bramborové k 31. 5. 2018.



Za čtrnáct dní (14. 6.), byla provedena další kontrola v den před 1. aplikací biopreparátu (viz. graf 9), kdy byl zjištěn velký výskyt larev. Podle grafů 8 a 9 můžeme říci, že mandelinky preferovaly odrůdu Bellarosa.

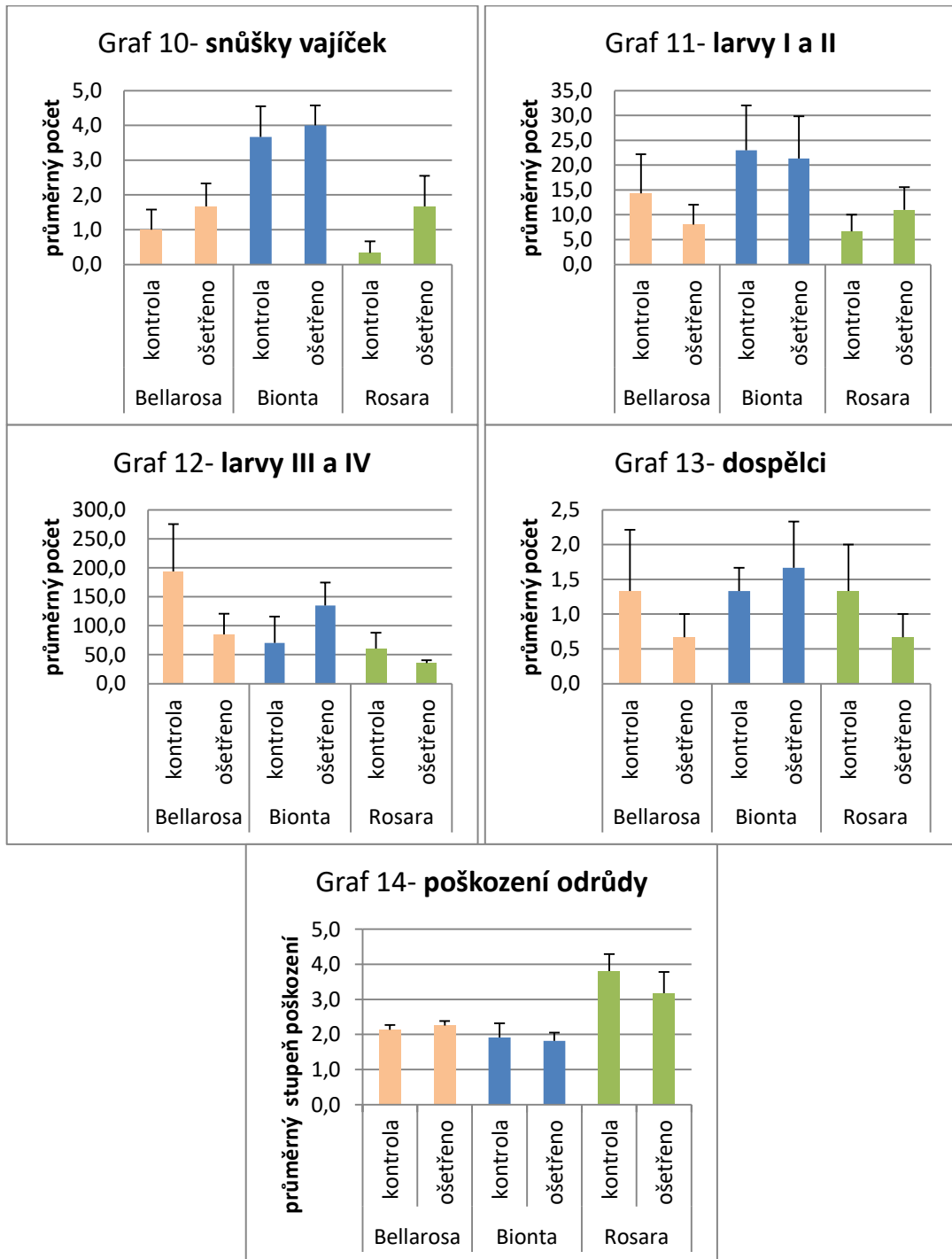
Graf 9 - Počty snůšek vajíček, larev a dospělců (průměr ± SE) mandelinky bramborové k 14. 6. 2018



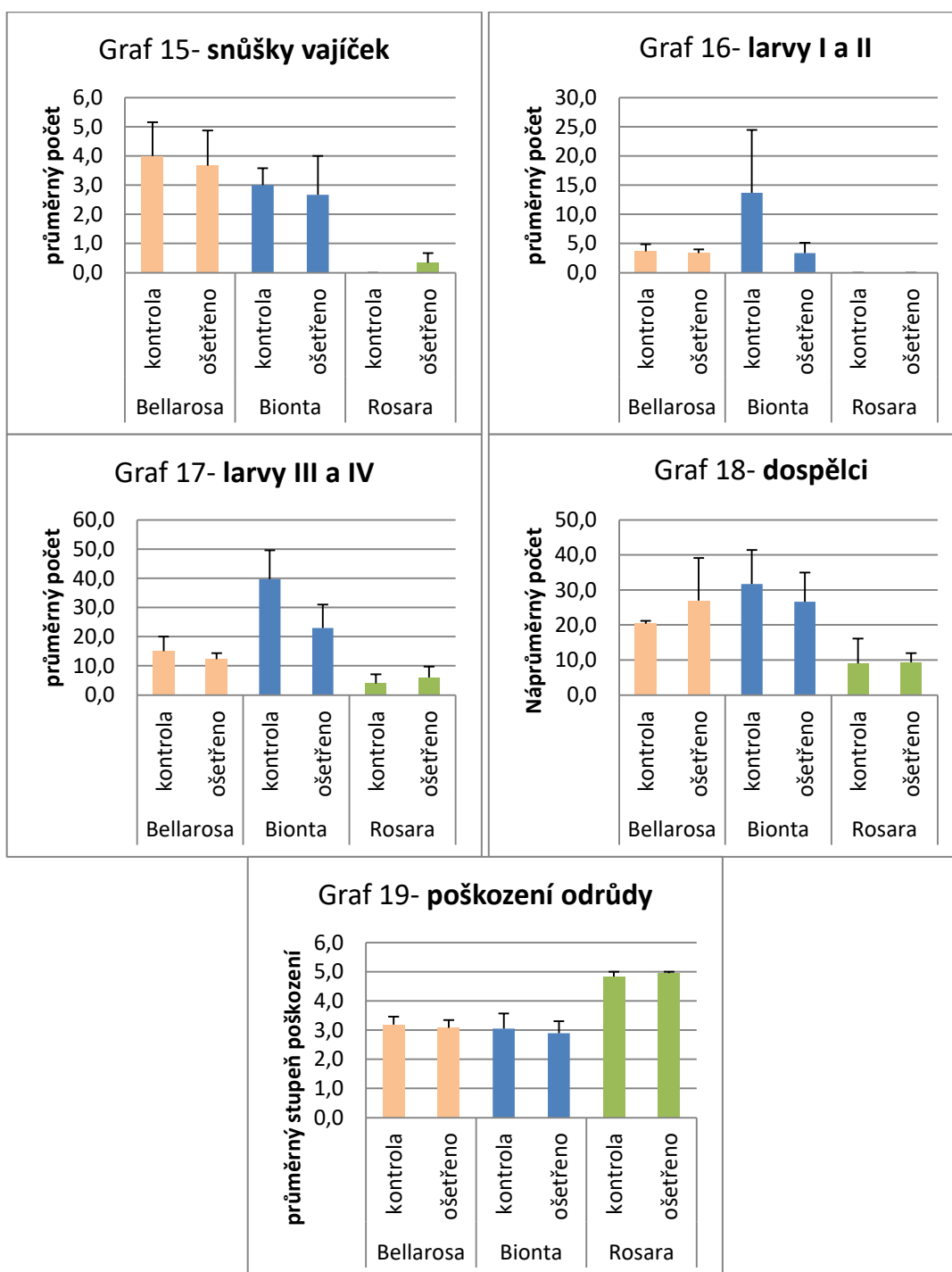
Další výskyt mandelinky byl pozorován 26. 6., který je uveden v grafech 10-13 a v grafu 14 je znázorněn stupeň poškození odrůdy. Největší výskyt larev III a IV instaru byl pozorován u odrůdy Bellarosa na kontrolním řádku a v průměru dosahoval téměř 200 ks. Odrůda Rosara byla již brzy poškozena. Poškození dosahovalo téměř 4. stupně u kontrolního řádku, proto se mandelinky vyskytovaly především na odrůdě Bellarosa a Bionta.

Poslední monitorování bylo provedeno 14. 7., tj. 25 dní po 2. aplikaci biopreparátu (19. 6.). Pozorován byl výskyt mandelinky uvedený v grafech 15-18 a v grafu 19 je uveden stupeň poškození odrůdy. Průměrný počet larev u kategorie larvy I, II a larvy III, IV byl v kontrolních řádcích vyšší, oproti ošetřeným řádkům u odrůdy Bionta. U odrůdy Bellarosa byl zaznamenán největší výskyt snůšek, téměř bez rozdílu u kontrolního a ošetřeného řádku. Odrůda Rosara dosahovala stupně poškození listů č. 5.

Grafy 10-14 – Počty snůšek, larev a dospělců (průměr ± SE) mandelinky bramborové k 26. 6. 2018.



Graf 15-18 - Počty snůšek, larev a dospělců (průměr ± SE) mandelinky bramborové k 14. 7. 2018.



Multivariátní analýza dat (MANOVA) odhalila statisticky vysoce významný vliv odrůdy (Wilk's $\lambda = 0,4262$; $F_{10,214} = 11,38$; $P < 0,0001$) a období hodnocení (Wilk's $\lambda = 0,2421$; $F_{5,107} = 67,01$; $P < 0,0001$) na hustotu škůdce a index poškození rostlin, avšak vliv ošetření biopreparátem nebyl statisticky průkazný (Wilk's $\lambda = 0,9432$; $F_{5,107} = 1,29$;

P=0.2745). Kultivace larev mandelinky v laboratoři nepotvrdila nákazu entomopatogenní houbou u žádné z variant pokusu.

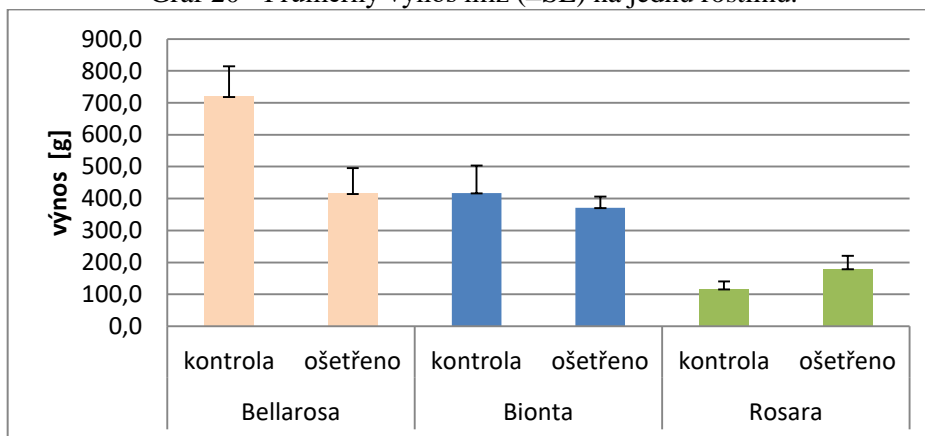
Výskyt plevelů, chorob, dalších škůdců a přirozených nepřátel

Na pokusném pozemku byly zaznamenány tyto plevele: ježatka kuří noha (50 % výskytu), pcháč rolní (29 %), laskavec ohnutý (14 %) a ostatní plevele (7 %). Z chorob byly pozorovány plíseň bramborová a svinutka bramboru. Vyskytující se škůdci: mandelinka bramborová, mšice broskvoňová. Vyskytující se přirození nepřátelé škůdců se na pokusném pozemku nacházelo sluněčko sedmítečné (larvy, dospělci).

Výnos hlíz

Nejvyšší průměrný výnos byl zaznamenán u odrůdy Belarosa v kontrolní variantě, který činil 719 g. V ošetřené variantě u odrůdy Bellarosa činil výnos 415 g, což je o 42 % méně než u kontrolní varianty. U odrůdy Bionta byl výnos nižší o 302 g, tj. 42 % v kontrolní variantě a v ošetřené variantě byl výnos nižší o 44g tj. 10,7 % než u odrůdy Bellarosa. Nejnižší výnos vykazovala odrůda Rosara, jak v kontrolní variantě o 603 g tj. 83,8 % tak i ošetřené variantě o 236 g tj. 57 % oproti odrůdě Bellarosa. Odrůda Rosara byla značně defoliovaná a již 26. 6. dosahovala 4. stupně poškození (4. stupeň = 51-75 % poškození).

Graf 20 - Průměrný výnos hlíz (\pm SE) na jednu rostlinu.



Výše výnosu byla statisticky významně ovlivněna odrůdou bramboru (ANOVA; F = 23,61; P < 0,0001). Vliv preparátu na zvýšení výnosu nebyl statisticky prokazatelný u žádné odrůdy (ANOVA; F = 1,29; P=0.2616). Výraznější rozdíly ve výnosu jsou mezi odrůdami Bellarosa a Rosara.

6. Diskuse

Všeobecně již známým faktem, který uvádí Hausvater a Doležal (2010) je, že nejrozšířenějším nebezpečným škůdcem bramboru je mandelinka bramborová, která působí rozsáhlé škody a může způsobovat až holožírý. Silné poškození rostlin mandelinkou s výraznou ztrátou listové plochy se také potvrdilo v tomto pokusu u odrůdy Rosara. Raus (2008) uvádí ve své práci, že mandelinka se při výběru potravy řídí čichem. Těkavé látky obsažené v listech bramboru (nejčteněji vyskytující se sloučeniny hexenol a hexanal) mohou mandelinku stimulovat k žíru. Listy však mohou naopak obsahovat i obranné látky (alkaloidy např: tomatin). Množství a poměr těchto látek obsažených v odrůdách může být jedna z příčin statisticky významného vlivu odrůdy na výskyt jednotlivých stádií mandelinky ve sledovaném pokusu.

Maharijaya a Vosman (2015) ve své práci uvádí, že křížení komerčních odrůd s divoce rostoucími odrůdami *Solanum berthaultii*, *Solanum tarijense* a *Solanum neocardenasii*, by mohly být využívány ve šlechtění odrůd odolných vůči mandelince. Tyto rostliny jsou porostlé trichomy, které při dotyku vylučují odpuzující látky pro mandelinku, některé mohou vylučovat i toxické látky (např: glykoalkaloidy). Divoce rostoucí druhy brambor jsou bohatým zdrojem rezistence vůči hmyzím škůdcům, nicméně je potřeba zvážit také možné negativní následky při tomto šlechtění, jako např: vysoký obsah glykoalkaloidů v hlízách bramboru, které jsou pro lidské zdraví škodlivé, či mohou negativně působit na přirozené nepřátele.

Kocourek a Stará (2018) uvádí, že dlouhověká koevoluce mandelinky s rostlinami čeledi lilkovitých má za následek resistenci mandelinky k insekticidům, která je založena na adaptaci či detoxikaci účinných látek. Kocourek a kol. (2015) ve svém pokusu hodnotí resistenci vůči neonikotinooidům (Mospilan 20 SP, Calypso 480 SC a Actara 25 WG) u tří populací mandelinky (larvy 2. instaru) na stanovištích Karlštejn, Litoměřice a Praha-Ruzyně. Prokázalo se riziko rozvoje rezistence k přípravkům Calypso 480 SC a Actara 25 WG zejména u populace z lokality Ruzyně, kde mortalita larev klesla pod 80%. U přípravku Mospilan 20 SP byla zjištěna mortalita 36,7% (Ruzyně) a tím i riziko rezistence, (93,3% mortalita Karlštejn). Rostoucí resistenci škůdců vůči insekticidům oddaluje či může potlačit využívání biologické ochrany rostlin. Jednou z možností BO rostlin proti mandelince je například využití predátora *Perillus bioculatus* (dravá ploštice). Tyto dravé ploštice, se přirozeně vyskytují na

středozápadě USA, kde jsou běžně využívány v praxi proti mandelince (Hough-Goldstein, Keil, 1991). V ČR není registrovaný preparát s tímto predátorem (ÚKZUZ). Tyčinkovité půdní bakterie *Bacillus thuringiensis* byly využívány v ČR, pro BO rostlin do roku 2008, kdy skončila registrace přípravku Novodor FC (zdroj 26). Využití entomopatogenní houby *Isaria fumosorosea* v kombinaci s entomopatogenními hlísticemi prokázalo v laboratorních pokusech mortalitu larev až 98% (Zemek a kol., 2016).

Koubová (2009) uvádí ve své práci, že předností entomopatogenních hub je velmi malá pravděpodobnost vzniku rezistence cílových škůdců. Wraight a Ramos (2005) uvádí, že při použití entomopatogenní houby *Beveria Bassiana* (přípravek Mycotrol) činila mortalita larev méně než 25% a v kombinaci s použitím bakterie *Bacillus thurnigiensis* (přípravek Novodor) činila mortalita až 85%. Výsledky polního pokusu s houbou *Isaria* nevykazují téměř žádnou účinnost vůči mandelince.

Nevýhodou entomopatogenních hub, jak uvádí Ondráčková (2017), je závislost účinnosti na podmínkách prostředí, zvláště na teplotě a vzdušné vlhkosti, či delší doba potřebná k usmrcení cílového organismu ve srovnání s chemickými přípravky. Landa a kol., (2008) uvádí, že optimální teploty pro vývoj entomopatogenních hub jsou 20-30°C (krátkodobě 40-45°C) s vysokou vlhkostí. Klimatické podmínky ve vegetačním období roku 2018 byly hodnoceny jako tropické a způsobily extrémní, téměř plošné sucho v ČR (Venclová 2018). Extrémní sucho bylo zaznamenáno také na pokusném pozemku JČU v Českých Budějovicích. Tyto podmínky jsou zřejmě příčinou velmi nízké účinnosti použitého biopreparátu v těchto pokusech. Pro zvýšení účinku by bylo možné v dalších testech aplikovat odolnější konidie nebo bioagens formulovat do přípravku s látkami, které chrání spory proti UV záření a jejich vysychání.

7. Závěr

Polními pokusy bylo zjištěno, že:

1. Existují velké rozdíly mezi odrůdami v atraktivitě/rezistenci vůči mandelince bramborové.
2. Aplikace *Isaria fumosorosea* kmene CCM 8367 ve formě blastosporové suspenze nebyla dostatečně účinná k potlačení výskytu mandelinky.
3. Příčinou nízké účinnosti byly s největší pravděpodobností abiotické podmínky nevhodné pro rozvoj infekce, tj. zejména nízká vzdušná vlhkost a vysoké teploty v době trvání pokusu.
4. Významné rozdíly byly zjištěny u výnosu hlíz bramboru mezi odrůdami. Ošetření biopreparátem nemělo na výši výnosu signifikantní vliv.
5. Pro dosažení vyššího efektu biopreparátu doporučuji zahájit ošetření bezprostředně po zjištění prvních snůšek mandelinky, použít látky chránící spory houby proti UV záření, zkrátit časový interval mezi ošetřeními, zvýšit počet ošetření případně též zvýšit koncentraci blastospor *I. fumosorosea* v postřikové suspenzi.

8. Seznam zdrojů

8.1 Seznam literatury

BESSIN R., Colorado potato beetle management, University of Kentucky Entomology, 2003, dostupné online na [<https://entomology.ca.uky.edu/ef312>]

ČEPL J., ČÍŽEK M., DOMKÁŘOVÁ J., CHLAN M., KRÁLÍČEK J., RŮŽEK P., ŠANTRŮČEK L., ZVOLÁNEK J., Stabilita produkce brambor, 2017, Český bramborářský svaz Havlíčkův Brod, Vydává Agrární komora ČR, str. 9

ČEPL J., Ochrana brambor proti plevelům, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001, Praha, ISBN 80-7271-094-X

DELAHAUT K. A., Colorado potato beetle, 1997, University of Wisconsin- Extension, College Agricultural and Life Science, online dostupný na [<http://learningstore.uwex.edu/Assets/pdfs/A3678.pdf>]

DĚDIČ P., Hlavní virové choroby bramboru v ČR, 2014, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, ISBN 978-80-86940-55-7

DIVIŠ J. a kol. 2010, Pěstování rostlin, Jihočeská universita v Českých Budějovicích, ISBN 978-80-7394-216-8

DOLEŽAL P., HAUSVATER E., článek Mandelinka bramborová nejvýznamnější škůdce bramborové natě, Časopis Agromanuál, 2018, dostupné online na [<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/mandelinka-bramborova-nejvyznamnejsi-skudce-bramborove-nate>]

DOMKÁŘOVÁ J. a kol., České odrůdy konzumních brambor, 2017, Poradenský svaz bramborářský kroužek Havlíčkův Brod, ČMŠSA Praha, str. 7

DVORSKÝ J., URBAN J., Základy ekologického zemědělství, 2014, Vydává ÚKZUZ, 2. vydání, ISBN 978-80-7401-098-9, STR. 13

DVOŘÁK J., SMUTNÝ V., Herbologie- IO proti polním plevelům, 2003, MZLU v Brně, ISBN 80-7157-732-4, str. 104

- HAMOUIZ K. a kol., Rané brambory-pěstitelský rádce, 2007, ČZU v Praze, Kurent, ISBN 978-80-903522-9-2, str. 13
- HAUSVATER E., DOLEŽAL P., DEJMALOVÁ J., Plíseň bramboru, 2011, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, ISBN 978-80-86940-34-2
- HAUSVATER E., DOLEŽAL P., DEJMALOVÁ J., Vločkovitost hlíz bramboru a možnosti ochrany, 2011, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, ISBN 978-80-86940-32-8
- HAUSVATER E., DOLEŽAL P., Ochrana brambor proti mandelince bramborové, 2013, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, ISBN 978-80-86940-50-2
- HAUSVATER E., DOLEŽAL P., Stříbřitost slupky bramboru, 2008, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, ISBN 978-80-86940-18-2
- HNÍZDIL M., Jak je to s povinností uplatňovat zásady IOR, Časopis Zemědělec 2014, online dostupný na [<https://zemedelec.cz/jak-je-to-s-povinnosti-uplatnit-zasady-integrované-ochrany-rostlin/>]
- HOUGH-GOLDSTEIN J., KEIL C. B., Prospects for Integrated Control of the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) Using *Perillus bioculatus* (Hemiptera: Pentatomidae) and Various Pesticides, Journal of Economic Entomology, 1991, Pages 1645–1651, online dostupný na [<https://doi.org/10.1093/jee/84.6.1645>]
- HUSET A.S., GROVES R. L., CHAPMAN S. A., ALYOKHIN A., KUHAR T. P., MACRAE I. M., SZENDREI Z., NAULT B., Managing Colorado Potato Beetle Insecticide Resistance: New Tools and Strategies for the Next Decade of Pest Control in Potato, Journal of Integrated Pest Management, 2014, online dostupný na [<https://doi.org/10.1603/IPM14009>]
- HUSSEIN H. M., ZEMEK R., SKOKOVÁ HABUŠTOVÁ O., PŮŽA V., Laboratory Evaluation of *Isaria fumosorosea* CCM 8367 and *Steinernema feltiae* Ustinov against Immature Stages of the Colorado Potato Beetle, 2016; 11(3): e0152399, 2016 Mar 25, online dostupný na [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4807784/>]

- HUSSEIN H. M., ZEMEK R., SKOKOVÁ HABUŠTOVÁ O., PRENEROVÁ E., ADEL M. (2013) Laboratory evaluation of a new strain CCM 8367 of *Isaria fumosorosea* (syn. *Paecilomyces fumosoroseus*) on *Spodoptera littoralis* (Boisd.). Archives of Phytopathology and Plant Protection 46: 1307-1319.
- HHRADIL R., Biodynamické zemědělství, PRO-BIO LIGA, Praha 2011, ISBN-978-80-904223-4-6
- JÚZL M., ELZNER P., 2014, Pěstování okopanin, Mendlova universita v Brně, ISBN 978-80-7509-196-3
- JÚZL M., PULKRÁBEK J., DIVIŠ J., a kol., 2000, Rostlinná výroba III- Okopaniny, ISBN 80-7157-446-5
- KASAL P., ČEPL J., VOKÁL B., Hnojení brambor, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, 2010, ISBN 978-80-86940-24-3, str. 2
- KOCOUREK F., STARÁ J., Rostoucí rezistence mandelinky bramborové vůči insekticidům v ČR, Časopis Agromanuál 2018, online dostupný na [https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/rostouci-rezistence-mandelinky-bramborove-vuci-insekticidum-v-cr]
- KOCOUREK F., a kol., Metodika pro hodnocení rezistence škůdců k zoocidům pomocí biologických metod a antirezistentní strategie pro zabránění výskytu rezistence, 2015, VÚRV Praha- Ruzyně, ISBN: 978-80-7427-190-8
- KONOPIČKÁ J., BOHATÁ A., ZEMEK R., ČURN V. (2017) The effects of natural substrates and artificial media on the production of conidiospores and blastospores of entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea*, strain CCM 8367. Microbial and Nematode Control of Invertebrate Pests. IOBC/WPRS Bulletin 129: 58-64
- KOUBOVÁ D., brožura Využití hub v biologické ochraně rostlin proti škůdcům, 2009, online dostupný na [http://www.bio-info.cz/uploads/download/Vyuziti_hub_v_biologicke_ochrane_rostlin.pdf]
- KUBÁTOVÁ A., Nerovný souboj, Časopis Živa, 5/2017, str 250 [http://ziva.avcr.cz/2017-5/entomopatogenni-houby-nerovny-souboj.html]

- KUTHAN A., TRUBSKÁ J., Biopesticidy u nás a ve světě, článek v časopise Agromanuál, 2017, online dostupný na [https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/biopesticidy-u-nas-a-ve-svete]
- KUTNAR F., Malé dějiny brambor, 2005, Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, Etnologický ústav AV ČR, Nové tiskárny Pelhřimov, ISBN 80-902567-9-1, ISBN 80-86559-30-0, ISBN 80-85010-58-5, str. 31
- LANDA Z., BOHATÁ A., KALISTA M., Záměrné využívání autochtonních kmenů vybraných druhů entomopatogenních hub, 2008, vydavatel EF JČU ČB, ISBN: 978-80-7394-149-9
- MAHARIJAYA A., VOSMAN B., Managing the Colorado potato beetle; the need for resistance breeding, 5/2015, Published Web of Science, [Springerlink.com]
- MATYJASCZYK E., Plant protection means used in organic farming throughout the European Union, Pest management science, 3/2018 pages 505-510, [https://doi.org/10.1002/ps.4789]
- MAYES M. A., THOMPSON G. D., HUSBAND B., MILES M., Spinosad toxicity to pollinators and associated risk, 2003,179:37-71, online dostupný na [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15366583]
- MIKULKA J., KNEIFELOVÁ M. a kol., 2005, Plevelné rostliny, Praha, ISBN 80-86726-02-9
- NERMUŤ J., PŮŽA V., MRÁČEK Z., Entomopatogenní a moluskoparazitické hlístice-neviditelní půdní zabijáci, časopis Živa AVČR, vydavatelství Academia, 1/2012, str. 10-13
- ONDRÁČKOVÁ E., Entomopatogenní houby v ochraně rostlin proti škůdcům, 2017, časopis Agromanuál, online dostupný na [https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/entomopatogenni-houby-v-ochrane-rostlin-proti-skudcum]

- PRENEROVÁ E., ZEMEK R., VOLTER L., WEYDA F. (2015) Strain of entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea* CCM 8367 (CCEFO.011.PFR) and the method for controlling insect and mite pests. EPO patent, No. EP2313488
- PROKINOVÁ E., Využití biologické ochrany rostlin v systému ekologického pěstování plodin, Časopis Agromanuál, 9/2017, dostupný [<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/vyuziti-biologicke-ochrany-rostlin-v-systemu-ekologickeho-pestovani-plodin>]
- RAUS J., Bakalářská práce: Agroklimatologické aspekty vývoje mandelinky bramborové, 2018, MZLU v Brně, str. 11
- RASOCHA V., HAUSVATER E., Choroby a škůdci, Časopis Úroda, online dostupný na [<https://uroda.cz/choroby-a-skudci-brambor/>]
- SAS Institute. 2000. The SAS System for Linux, Release 8. 2. SAS Online doc. Version 8. Cary, North Carolina: SAS Institute.
- STACH J., Základní agrotechnika, 1995, Jihočeská universita v Českých Budějovicích, ISBN 80-7040-117-6, str. 56
- VENCLOVÁ B., Rezistence mandelinky bramborové k insekticidům v ČR vzrůstá, časopis Úroda, 5/2018, vydavatelství Profi Press Praha, str. 86-91
- VENCLOVÁ B., Brambory z pohledu letošního roku, časopis Úroda, 11/2018, vydavatelství Profi Press Praha
- VOKÁL B., a kol., Brambory, šlechtění, pěstování, užití, ekonomika, 2013, vydavatelství Profi Press Praha, ISBN 978-80-86726-54-0
- WRAIGHT S. P., RAMOS M. E., Synergistic interaction between *Beauveria bassiana*- and *Bacillus thuringiensis tenebrionis*-based biopesticides applied against field populations of Colorado potato beetle larvae, Journal of Invertebrate Pathology Volume 90, Issue 3, November 2005, Pages 139-150
- ZAR, J. H., 1996. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

ZEMEK R., KOPAČKA M., ŠIMÁČKOVÁ K. (2016) Evaluation of *Isaria fumosorosea* efficacy for the control of spider mites. IOBC-WPRS Bulletin. Proceedings of the Fifth Working Group Meeting, Castello de la Plana, Spain, September 7-10, 2015, 120: 93-97.

ZEMEK R., PŮŽA V., SKOKOVÁ HABUŠTOVÁ O. , 2016, Využití mikroskopických hub a parazitických hlístic k hubení mandelinky bramborové, Akademický bulletin AV ČR, Praha, 7-8/2016, str. 12-14.

8.2 Seznam internetových zdrojů

1. Agromanuál, popis přípravků, citace 2. 10. 2018, dostupné online na [<https://www.agromanualshop.cz/>]
2. Atlas škůdců, Agromanuál, citace 23. 1. 2019, online dostupný na [<https://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/mandelinka-bramborova>]
3. Bio-info, Rostlinnými extrakty a bakteriemi proti mandelince bramborové, časopis Top Agrar, 2009, č. 6, s. 58, citace 6. 12. 2018, online dostupný na [<http://www.bio-info.cz/zpravy/roslinnymi-extrakty-a-bakteriemi-proti-mandelince>]
4. BPEJ, Charakteristika stanoviště, citace 2. 1. 2019, online dostupný na [<https://bpej.vumop.cz/55301>]
5. ČHMÚ, Teplotní a srážkové poměry, citace 26. 1. 2019, online dostupný na [<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace>]
6. Eagri, ekologické subjekty, citace 3. 12. 2018, online dostupný na [<https://eagri.cz/public/app/eagriapp/EKO/Prehled/StatistikaPocetEP.aspx>]
7. Eagri, statistické údaje komodity, citace 6. 12. 2018, online dostupný na [http://eagri.cz/public/web/file/537378/Zakladni_statisticke_udaje_komodity_Brambory_a_skrob_za_2017.pdf]
8. Oseva Agro, Sadba katalog odrůd, citace 26. 1. 2019, online dostupný na [<http://www.oseva-agro.cz/index.php/okopaniny>]
9. Seznam registrovaných přípravků na ochranu rostlin, online vyhledávání, citace 6. 12. 2018, online dostupný na [<http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/Vyhledavani.aspx>]

10. Učební texty JČU ZF České Budějovice, Katedra speciální produkce rostlinné, sekce rostlinolékařství, citace 24. 1. 2019, dostupné online na [<http://rl.zf.jcu.cz/ruzne.php>]
11. ÚKZUZ, etikety přípravků na ochranu rostlin, citace 23. 1. 2019, online dostupný na [<http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/pripravky-na-or/etikety-pripravku-na-or.html>]
12. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o., Rizikové látky s negativním vlivem na jakost potravin, citace 1. 10. 2018, dostupné online na [<http://www.vubhb.cz/cs/zahradkari-a-spotrebitele/rizikove-latky>]
13. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o., Varné typy brambor, citace 1. 10.2018, dostupné online na [<http://www.vubhb.cz/cs/zahradkari-a-spotrebitele/varne-typy-brambor>]

8.3 Seznam tabulek

Tabulka 1- Fenologické termíny a intervaly bramboru (Rybáček 1988)

Tabulka 2- Obsah významných látek v bramborové hlíze (Diviš a kol., 2010)

Tabulka 3- Nejvýznamnější plevelé bramboru (Mikulka, Kneifelová a kol., 2005)

Tabulka 4- Virové choroby bramboru (Dědič 2014)

Tabulka 5- Bakteriální choroby (Vokál a kol., 2013)

Tabulka 6- Houbové choroby bramboru

Tabulka 7- Škůdci bramboru (Vokál a kol., 2013)

Tabulka 8- Vývojová stádia mandelinka bramborová

Tabulka 9- Charakteristika stanoviště (BPEJ)

8.4 Seznam grafů

- Graf 1- Teplotní poměry, citace 24. 1. 2019,[<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace>]
- Graf 2- Srážkové poměry, citace, 24. 1. 2019 [<http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zakladni-informace>]
- Graf 3- Průměrné denní teploty (°C) a úhrn srážek (mm) v období sázení brambor, údaje z meteorologické stanice JČU, Na Sádkách
- Graf 4- Průměrné denní teploty (°C) a denní úhrn srážek (mm) v období aplikace preparátu, údaje z meteorologické stanice JČU, Na Sádkách
- Graf 5- Průměrná denní vlhkost při aplikaci preparátu, údaje z meteorologické stanice JČU, Na Sádkách
- Graf 6- Průměrné denní teploty (°C) a denní úhrn srážek (mm) v období sklizně, údaje z meteorologické stanice JČU, Na Sádkách
- Graf 7- Průměrné denní teploty (°C) a denní úhrn srážek (mm) během vegetace, údaje z meteorologické stanice JČU, Na Sádkách
- Graf 8- Počty larev a dospělců ke dni 31. 5. 2018
- Graf 9- Počty larev a dospělců ke dni 14. 6. 2018
- Graf 10, 11, 12, 13 14- Výskyt mandelinky a poškození rostlin ke dni 26. 6. 2018
- Graf 15, 16, 17, 18 a 19- Výskyt mandelinky a poškození rostlin ke dni 14. 7. 2018
- Graf 20- Průměrný výnos hlíz na jednu rostlinu

8.5 Seznam obrázků

Obrázek 1- Ježatka kuří noha, citace 23. 1. 2019

[<http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=546>]

Obrázek 2- Laskavec ohnutý, citace 23. 1. 2019

[https://www.vurv.cz/weeds/cz/html/rezistentni_plevele/amaranthus_retroflexus_laskavec_ohnuty.html]

Obrázek 3- Merlík bílý, citace 23. 1. 2019

[<https://botany.cz/cs/chenopodium-album/>]

Obrázek 4- Pet'our maloúborný, citace 23. 1. 2019

[http://www.e-herbar.net/main.php?g2_itemId=13172]

Obrázek 5- Pcháč rolní oset, citace 23. 1. 2019

[<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/plevele/regulace-plevelu-pred-sklizni-obilnin-a-predskliznove-aplikace>]

Obrázek 6- Virová svinutka brambor, citace 23. 1. 2019 (autor Šašková 2018)

Obrázek 7- Y virus brambor, citace 23. 1. 2019,

[http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=2730&typ=html]

Obrázek 8- A virus brambor, citace 23. 1. 2019

[<http://www.vubhb.cz/cs/knihovna/prakticke-informace>]

Obrázek 9- M virus brambor, citace 23. 1. 2019

[<http://www.vubhb.cz/cs/knihovna/prakticke-informace>]

Obrázek 10- X virus brambor, citace 23. 1. 2019

[<http://www.vubhb.cz/cs/knihovna/prakticke-informace>]

Obrázek 11- S virus brambor, citace 23. 1. 2019

[<http://www.vubhb.cz/cs/knihovna/prakticke-informace>]

Obrázek 12- Bakteriální kroužkovitost, citace 23. 1. 2019

[http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=2873&typ=html]

Obrázek 13- Strupovitost brambor, citace 23. 1. 2019

[http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=2873&typ=html]

Obrázek 14- Bakteriální černání stonku a měkká hniloba hlíz bramboru, citace 23. 1. 2019

[http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=2873&typ=html]

Obrázek 15- Plíseň bramboru, citace 23. 1. 2019

[<http://www.vubhb.cz/cs/knihovna/prakticke-informace/plisen-bramboru>]

Obrázek 16- Rakovina bramboru, citace 23. 1. 2019

[<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/zmeny-ve-spektru-a-hospodarskem-vyznamu-skodlivych-cinitelu-u-brambor>]

Obrázek 17- Hnědá a terčovitá skvrnitost bramboru, citace 23. 1. 2019

[<https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/hneda-skvrnitost-listu-bramboru>]

Obrázek 18- Vločkovitost bramboru, citace 23. 1. 2019

[<http://www.vubhb.cz/cs/knihovna/prakticke-informace/vlockovitost-hliz-bramboru-a-moznosti-ochrany>]

Obrázek 19- Stříbřitost slupky bramboru, citace 23. 1. 2019

[<http://www.vubhb.cz/cs/knihovna/prakticke-informace/stribritost-slupky-bramboru-2008>]

Obrázek 20- Vodnatá hniloba bramboru, citace 23. 1. 2019

[<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/choroby/zmeny-ve-spektru-a-hospodarskem-vyznamu-skodlivych-cinitelu-u-brambor>]

Obrázek 21- Fusariová hniloba bramboru, citace 23. 1. 2019

[<https://www.agromanual.cz/cz/atlas/choroby/choroba/fusariova-hniloba-brambor>]

Obrázek 22- Fomová hniloba bramboru, citace 23. 1. 2019

[<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/sklizen-a-skladovani/skladovani/skladkove-choroby-brambor>]

Obrázek 23- Drátovci, citace 23. 1. 2019

[<https://www.agromanual.cz/cz/atlas/skudci/skudce/dratovci>]

Obrázek 24- Mšice, citace 23. 1. 2019

[<https://www.irozhlas.cz/fotogalerie/5936017?fid=6159069>]

Obrázek 25- Hád'átko bramborové, citace 23. 1. 2019

[http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=2990&typ=html]

Obrázek 26- Mandelinka bramborová (foto autor)

Obrázek 27- Mandelinka bramborová, dospělec a snůška, (foto autor)

Obrázek 28- Larva I. Instaru, (foto autor)

Obrázek 29- Larva II. Instaru, (foto autor)

Obrázek 30- Larva III. Instaru, (foto autor)

Obrázek 31- Larva IIII. Instaru (VÚBHB), citace 23. 1. 2019 2018

[<http://www.vubhb.cz/cs>]

Obrázek 32- mapa pokusného pozemku, citace 2. 10. 2018

[<https://bpej.vumop.cz/55301>]

Obrázek 33- nákres k založení pokusu, (foto autor)

Obrázek 34- vysvětlivky k nákresu, (foto autor)

9. Příloha

Příloha 1- tabulka hodnocení obsahu jednotlivých živin v orné půdě- Mehlich III.

Příloha 2- tabulka doporučené dávky dusíku v minerálních hnojivech.

Příloha 3- tabulka doporučené dávky P₂O₅, K₂O a MgO v minerálních hnojivech.

Příloha 4- tabulka výpočet potřeby sadby.

Příloha 5- povolení pokusu *Isaria fumosorosea*- ÚKZUZ

Příloha 6- foto odrůdy brambor 2. 5. 2018 (foto autor).

Příloha 7- foto založení pokusu a sázení hlíz bramboru 2. 5. 2018.

Příloha 8- foto kontrola 31. 5. 2018, rostliny bramboru.

Příloha 9- foto aplikace preparátu č. 1. a pletí porostu dne 14. 6. 2018.

Příloha 10- foto porost po aplikaci preparátu 18. 6. 2018.

Příloha 11- foto aplikace preparátu č. 2 dne 19. 6. 2018 a kontrola 26. 6. 2018.

Příloha 12- foto sklizeň 9. 8. 2018 a sklizeň 11. 9. 2018

Příloha 13- foto stupeň poškození- odrůda Belarosa.

Příloha 14- foto stupeň poškození- odrůda Bionta.

Příloha 15- stupeň poškození- odrůda Rosara.

Příloha 16- foto sporulující kultura *I. fumosorosea* na PDA médiu.

Příloha 17- foto ověření infekce larev mandelinky houbou *I. fumosorosea*

Příloha 1- Tabulka hodnocení obsahu jednotlivých živin v orné půdě- Mehlich III- (Kasal, Čepl, Vokál, 2010).

Obsah	Fosfor (mg.kg-1)	Draslík (mg.kg-1)			Hořčík (mg.kg-1)		
		Půda			Půda		
		lehká	střední	těžká	Lehká	střední	těžká
Nízký	do 50	do 100	do 105	do 170	do 80	do 105	do 120
Vyhovující	51-80	101-160	106-170	171-260	81-135	106-160	121-220

Dobrý	81-115	161-275	171-310	261-350	136-200	161-265	221-330
Vysoký	116-185	276-380	311-420	351-510	201-285	266-330	331-460
Velmi vysoký	nad 185	nad 380	nad 420	nad 510	nad 285	nad 330	nad 460

Příloha 2- Tabulka doporučené dávky dusíku v min. hnojivech (Kasal, Čepl, Vokál, 2010).

Dávka hnoje (t. ha ⁻¹) nebo ekvivalentního množství statkového hnojiva	Délka vegetační doby zvolených odrůd	Dávka N (kg. ha ⁻¹)		
		množitelské porosty	brambory konzumní a pro potravinářské výroby	brambory pro výrobu škrobu
Bez hnoje	velmi rané a rané	110	120	120
	polorané	90	110	110
	polopozdní a pozdní	70	100	100
20	velmi rané a rané	90	110	100
	polorané	80	100	90
	polopozdní a pozdní	70	90	80
40	velmi rané a rané	80	100	90
	polorané	70	90	80
	polopozdní a pozdní	60	80	70
60	velmi rané a rané	70	90	80
	polorané	60	80	70
	polopozdní a pozdní	60	70	60

Příloha 3- Tabulka doporučené dávky P₂O₅, K₂O a MgO v minerálních hnojivech (kg č. ž. ha⁻¹), (Kasal, Čepl, Vokál, 2010).

Dávka hnoje (t. ha ⁻¹) nebo ekvivalentního množství statkového hnojiva	Obsah v půdě						
	P ₂ O ₅		K ₂ O			MgO	
	vyhovující a dobrý	nízký	dobrý	vyhovující	nízký	vyhovující a dobrý	nízký
Bez hnoje	70	90	100	140	180	50	70
20	80	100	80	120	160	50	70
40	90	110	60	100	140	50	70
60	100	120	40	80	120	50	70

Příloha 4- Tabulka výpočet potřeby sadby (Jůzl, Elzner, 2014)

$Ps = (0,01 \times C) / A \times D$ <p>s – potřeba sadby v t.ha⁻¹ C – průměrná hmotnost hlízy v gramech</p> <ul style="list-style-type: none"> • malá < 50 gramů • střední 50-80 gramů • velká > 80 gramů <p>A – vzdálenost řádků v metrech D – vzdálenost hlíz v řádku v metrech</p> $D = 100 / A \times H$ <p>H – požadované množství hlíz na hektar</p>
--

Příloha 5. Povolení pokusu *Isaria fumosorosea*- ÚKZUZ



ÚSTŘEDNÍ KONTROLNÍ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝ
Hroznová 2
656 06 Brno
www.ukzuz.cz
ID DS: ugbaq7
IČO: 00020338
DIČ: CZ00020338

Biologické centrum AVČR, v.v.i.
Entomologický ústav
Braníšovská 31
370 05 České Budějovice
IČO: 60077344

Útvar: OPOR
Vyřizuje: Ing. Ivana Minářová
E-mail: ivana.minarova@ukzuz.cz
Telefon: +420 545 110 444
Adresa: Zemědělská 1a, 613 00 Brno
Spisová zn.: SZ UKZUZ 034837/2018/05502
Č. j.: UKZUZ 036382/2018
Datum: 9. 4. 2018

ROZHODNUTÍ

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (dále jen „ÚKZUZ“), Hroznová 2, 656 06 Brno, jako příslušný orgán ve smyslu § 72 odst. 1 písm. c) zákona č. 326/2004 Sb., o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“), a v návaznosti na článek 54 nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 v platném znění, na základě

- žádosti ze dne **28.03.2018**, doručené dne **04.04.2018** vedené pod identifikačním číslem **1318008051**,
- podané Biologické centrum AVČR, v.v.i., Entomologický ústav
Braníšovská 31
370 05 České Budějovice
(dále jen „žadatel“)
- ve věci povolení pokusu nebo zkoušky prováděné pro účely výzkumu nebo vývoje,

povoluje provedení pokusu nebo zkoušky přípravku *Isaria fumosorosea*
za těchto podmínek:

Přípravek:
Entomopatogenní houba *Isaria fumosorosea* kmene CCM 8367 – identifikován ve shora uvedeně žádosti

Podmínky pro použití přípravku:

Plodina (jiný objekt)	Maximální dávka na ha,t	Typ pokusu
brambor	0,075 l/ha	Maloparcelkový

1/2

Vymezení množství přípravku:

Ne více než **200 g** za sezonu.

Plocha, která smí být přípravkem pro daný účel ošetřena:

Ne více než **27 m²** za sezonu.

Platnost tohoto povolení skončí dnem 31.12.2020.

Další podmínky:

Držitel tohoto rozhodnutí bezodkladně oznámí ÚKZUZ případy, kdy v souvislosti s použitím přípravku došlo k poškození zdraví lidí a složek životního prostředí.

Po dobu platnosti rozhodnutí je jeho držitel povinen oznamovat na ÚKZUZ každoročně, min. 3 pracovní dny před zahájením pokusů, aktuální místa jejich založení (název a adresa subjektu), pokud budou prováděny, včetně kontaktů na odpovědné osoby. (Zahájením pokusů se rozumí provedení aplikace)

Držitel tohoto rozhodnutí je povinen zajistit likvidaci rostlin z ošetřených ploch pokusů nebo zkoušek a oznámit na místně příslušné pracoviště ÚKZUZ 3 pracovní dny předem datum a místo likvidace. Záznam popř. doklad o provedení likvidace, je-li prováděna např. ve spalovně, musí být na vyžádání předložen pracovníkům ÚKZUZ.

Správní poplatek podle položky 85 písm. A) Sazebníku k zákonu č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, byl zaplacen:

Druh úhrady	Poplatek	Uhrazen dne	Z účtu	Výpis číslo
Kolkem	1000	04.04.2018		

Odůvodnění:

ÚKZUZ posoudil výše uvedenou žádost podle článku 54 odst. 1 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 a rozhodl, jak je uvedeno ve výrokové části tohoto rozhodnutí.

Poučení:

Proti tomuto rozhodnutí lze podat odvolání do 15 dnů ode dne jeho doručení, nejpozději však do 15 dnů po uplynutí desátého dne ode dne, kdy bylo nedoručené a uložené rozhodnutí připraveno k vyzvednutí, a to k Ministerstvu zemědělství České republiky, odbor rostlinných komodit, prostřednictvím ÚKZUZ, sekce zemědělských vstupů, odboru přípravků na ochranu rostlin, Zemědělská 1a, 613 00 Brno.

Ing. Pavel Minář, Ph.D.
ředitel OPOR

2/2

Příloha 6- odrůdy brambor 2. 5. 2018 (foto autor).



Příloha 7- založení pokusu 2. 5. 2018 (foto autor) a 3. 5. 2018- kontrola.



Příloha 8- kontrola 31. 5. 2018- rostliny bramboru, (foto autor).



Příloha 9- aplikace preparátu č. 1. a pletí porostu dne 14. 6. 2018 (foto autor).



Příloha 10- porost po aplikaci preparátu 18. 6. 2018 (foto autor).



Příloha 11- (foto autor)

aplikace preparátu č. 2 dne 19. 6. 2018

kontrola 26. 6. 2018



Příloha 12- sklizeň 9. 8. 2018- Be, Ro (foto autor)
odrůda Bellarosa odrůda Rosara

sklizeň 11. 9. 2018- Bionta
odrůda Bionta



Bellarosa

Rosara

Bionta



Příloha 13- stupeň poškození- odrůda Bellarosa (foto autor).

1. stupeň



3. stupeň



5. stupeň



Příloha 14- stupeň poškození- odrůda Bionta (foto autor).

1. stupeň



3. stupeň



5. stupeň



Příloha 15- stupeň poškození- odrůda Rosara (foto autor).

1. stupeň



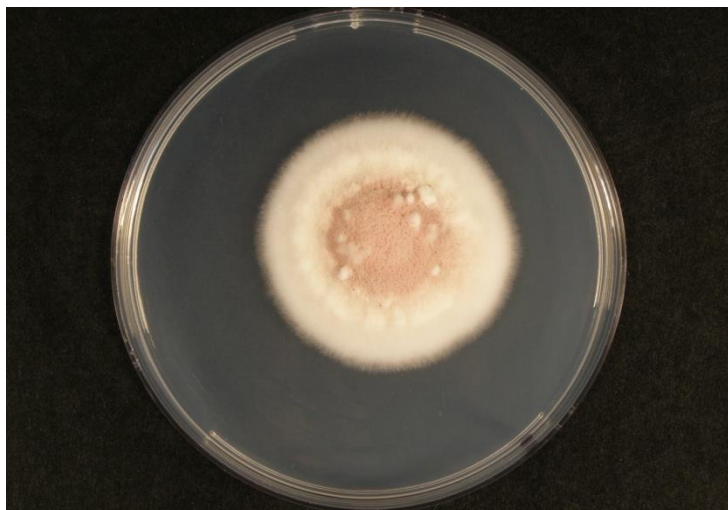
3. stupeň



5. stupeň



Příloha 16- sporulující kultura *I. fumosorosea* na PDA médiu (foto autor).



Příloha 17- ověření infekce larev mandelinky houbou *I. fumosorosea*

