

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Metody regulace mandelinky bramborové v porostech
biobrambor**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Dominika Kolmanová

Vedoucí práce: Ing. Petr Dvořák, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Metody regulace mandelinky bramborové v porostech biobrambor“ vypracovala zcela samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce pana Ing. Petra Dvořáka, Ph.D. Použila jsem pouze literaturu a další informační zdroje, které uvádím na konci této práce.

V Praze dne

.....

Poděkování:

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za vedení při psaní této práce, za jeho odborné rady a připomínky.

Souhrn

Bakalářská práce se skládá ze dvou částí, přičemž první charakterizuje oblast ekologického zemědělství, pěstování biobrambor. Z patogenů vyskytujících se během vegetace je detailně zmíněna charakteristika, vývojový cyklus, ochranná opatření a metody regulace mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*) rozdělené na metody nepřímé (preventivní) a přímé. Nepřímé metody spočívají ve výběru vhodných odrůd, předkličování sadby, šlechtění brambor na rezistenci, intercroppingu a využívání osevních postupů. V oblasti přímé ochrany jsou popsány metody fyzikální, chemické, mechanické, agrotechnické a biologické.

Druhou částí práce je zhodnocení použitého mulče jako regulátoru mandelinky bramborové v experimentální části práce. Pro tyto účely byl založen maloparcelkový pokus na Výzkumné stanici katedry rostlinné výroby v Praze – Uhřetěvesi. Výsledkem tohoto pokusu bylo zjištění, že z hlediska regulace výskytu mandelinky bramborové byla nejlepší aplikace slámy jako mulče na povrch hrůbku v dávce 1,5 t/ha, kde byl zaznamenán nejmenší počet larev a brouků. Z hlediska výnosu konzumních hlíz se jako nejlepší varianta mulče osvědčila sláma v dávce 4,5 t/ha.

Klíčová slova: ekologické zemědělství, brambory, intercropping, mulč, bioinsekticidy, rostlinné extrakty

Summary

The Bachelor's thesis consists of two parts. The first part characterizes the area of organic farming and organic potatoes growing. The Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) is one of the pathogens encountered during the vegetation period. The thesis details its characteristics, life cycle, protective measures and control methods - divided into indirect (preventive) and direct methods. Indirect methods consist in selecting appropriate varieties, seeds pre-germinating, potato breeding for resistance, and the use of intercropping as well as crop rotation. Regarding direct control methods, the thesis describes physical, chemical, mechanical, agro-technological and biological methods.

The second part includes the evaluation of the applied mulch as the Colorado potato beetle regulator in the experimental part. For these purpose, a small-plot experiment was established on the research station of the Department of Crop Production in Prague - Uhřetěves. The results showed that, in terms of Colorado potato beetle regulation, the best solution was straw mulch applied on the surface of hilling in a dose of 1.5 t/ha - which recorded the lowest number of larvae and beetle. And in terms of yield of table potatoes, the experiment proved that the best option was straw mulch in a dose of 4.5 t/ha.

Key words: organic farming, potatoes, intercropping, mulch, bioinsecticide, plant extracts

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce.....	9
3	Lineární řešerše	10
3.1	Ekologické zemědělství	10
3.1.1	Ekologického zemědělství v ČR.....	10
3.1.2	Cíle ekologického zemědělství	11
3.1.3	Zásady pěstování rostlin v EZ	11
3.2	Brambory.....	12
3.2.1	Požadavky na prostředí.....	12
3.2.2	Postavení v osevním postupu.....	12
3.2.3	Nároky na stanoviště.....	13
3.2.4	Sadba, předkličování a výsadba.....	15
3.2.5	Ošetření během vegetace	16
3.2.6	Sklizeň	17
3.2.7	Posklizňové ošetření a skladování	18
3.3	Mandelinka bramborová	19
3.3.1	Historie mandelinky bramborové	19
3.3.2	Charakteristika	20
3.3.3	Vývojový cyklus	20
3.3.4	Prah škodlivosti.....	22
3.3.5	Monitoring a prognóza.....	23
3.4	Ochrana proti mandelince bramborové.....	24
3.4.1	Nepřímé (preventivní) metody.....	24
3.4.2	Přímé metody	26
4	Materiál a metody.....	34
5	Výsledky.....	36
5.1	Vliv mulče na výskyt mandelinky bramborové	36
5.2	Vliv mulče na obsah chlorofylu	37
5.3	Vliv mulče na výnos.....	38
6	Diskuze	39

7	Závěry a doporučení	40
8	Seznam použité literatury	41

1 Úvod

Ekologické zemědělství (EZ) je jakési souznění s přírodou a lidé vydávající se po této cestě, hledají alternativy jak přírodu co nejvíce ušetřit při jejím využívání. Myšlenkou ekologického zemědělství je pokud možno co nejvíce zredukovat používání syntetických přípravků. Nevylučuje to ovšem jejich úplnou absenci v tomto oboru.

Na konci roku 2014 byla v České Republice plocha orné půdy ekologického zemědělství 51 622 ha, z čehož 262,19 ha zabírají okopaniny. Z okopanin zabírají brambory (*Solanum tuberosum*) 253,19 ha, což je 96,5 % a 2,53 % z celkové výměry orné půdy pro EZ (MZe, 2015).

Práce je zaměřena na regulaci mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*) brouka z čeledi (*Chrysomelidae*) Mandelinkovití (Bogdanov a Kařkov, 1949) v porostech biobrambor. Tento brouk klade vajíčka ve snůškách na spodní stranu listu po 20 - 30 kusech, nejvíce škodí v larválním stádiu. Napadení tímto broukem se vyznačuje výrazným žírem listů, v nejhorších případech i holožírem natě (FiBL, 2007). Regulace mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*) se dělí na nepřímé (preventivní) a přímé metody ochrany. Nepřímé metody jsou používány jako preventivní ochrana, či předcházení výskytu škůdce. Patří sem předklíčování sadby, výběr vhodné a odolné odrůdy, intercropping (použití obsevů), šlechtění brambor na rezistenci a střídání plodin v osevním postupu. Jako metody přímé jsou zde popsány metody agrotechnické, fyzikální, termické, mechanické a biologické. Všechny tyto přímé i nepřímé metody jsou v práci stručně charakterizovány a některé také obohaceny o vědecké výzkumy autorů zabývajících se touto problematikou.

Součástí práce je praktická část, ve které je popsán provedený pokus regulace Mandelinky bramborové s použitím mulče.

Zpracovávané téma jsem si vybrala s ohledem na mé bakalářské studium v oboru ekologického zemědělství a vlastního zájmu v této problematice.

2 Cíl práce

Cílem práce je zhodnocení počtu brouků a larev mandelinky bramborové na porostu brambor v podmínkách ekologického zemědělství. Zjistit a podrobně charakterizovat možné regulace tohoto brouka a jejich postupy. Dále charakterizovat způsoby aplikace vybraných látek, které se dají použít v ekologickém zemědělství a popsat jejich použití a přínosy při použití v porostu. Pomocí nasbíraných informací sestavit doporučení pro pěstitele brambor v ekologickém zemědělství.

3 Lineární rešerše

3.1 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství je směr, jehož začátky sahají až do první poloviny 20. století. Po druhé světové válce se začaly projevovat špatné stránky konvenčního zemědělství, které pomohlo odhalit kontrolované ekologické zemědělství během zelené revoluce. Začaly se rozvíjet různé alternativy, které se od sebe vzájemně odlišovaly převážně v péči o půdu a výživu rostlin (Dvorský a Urban, 2014).

Směr ekologického zemědělství má dnes jasná pravidla, zásady a omezení, která jsou kontrolována a dodržována. Tyto pravidla eliminují rizika poškození životního prostředí a organismů žijící v symbióze s ním (Dvorský a Urban, 2014). Je šetrnější k životnímu prostředí, zvířatům a také lidskému zdraví. Je to hospodaření, které zahrnuje více práce oproti konvenčnímu zemědělství, ale díky kterému máme kvalitnější a bezpečnější produkty. Tento způsob hospodaření se spoléhá na místní zdroje (Šarapatka a kol., 2006).

Zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství je platný od 1. 1. 2001. Tento zákon určuje pravidla hospodaření v ekologickém zemědělství, produkci biopotravin a stará se o jejich označení. Zemědělci v tomto oboru mohou své produkty označovat jako EKO či BIO (Šarapatka a kol., 2006).

3.1.1 Ekologického zemědělství v ČR

Ekologické zemědělství zajišťuje Ministerstvo zemědělství (MZe), zde byl pro tyto účely vytvořen i samostatný odbor Environmentální a ekologické zemědělství. MZe tak zajišťuje dozor nad ekologickým zemědělstvím, systémem zavedených kontrol. Provádí se tzv. úřední kontroly, které zajišťuje ÚKZÚZ. Dále jsou kontrolou ČR pověřeny MZe další čtyři privátní kontrolní a certifikační organizace, mezi které patří Bureau Veritas Czech republic, spol. s.r.o., KEZ o.p.s., Biokont CZ a s.r.o., ABCERT AG. Tyto organizace

každoročně kontrolují registrované ekofarmy, obchodníky, distributory a výrobce (Dvorsky a Urban, 2014).

V ekologickém zemědělství bylo ke konci roku 2014 zapojeno (registrováno) 3 866 ekofarem na ploše 494 tis. ha, což znamená zhruba 11,7 % z celkové plochy zemědělské půdy (MZe, 2016).

Dle ročenky ekologického zemědělství ČR ke konci roku 2014 byly zjištěny tyto údaje: Plocha pro ekologické zemědělství činila 472 397,70 ha a z toho bylo 51 622,22 ha orné půdy. Bylo zjištěno 219 ekofarem pěstujících brambory s celkovou plochou brambor 253,19 ha a jejich průměrným výnosem 11,55 t/ha (MZe, 2015).

3.1.2 Cíle ekologického zemědělství

Mezi cíle ekologického zemědělství patří: Produkce krmiva o vysoké nutriční hodnotě, dostatečném množství a odpovídající kvalitě bioproduktů. Zajištění vyhovujících podmínek pro hospodářská zvířata a jejich fyziologické a etologické potřeby. Zákaz používání chemicko-syntetických přípravků a rychle rozpustných průmyslových hnojiv. Eliminace použití neobnovitelných zdrojů a fosilní energie. Pravidelné udržování půdní úrodnosti, ochrana přírody a její biodiverzity (Dvorský a Urban, 2014).

3.1.3 Zásady pěstování rostlin v EZ

Každý zemědělec by měl znát důkladně biologické zákonitosti, jelikož u ekologického zemědělství není možné používat podpůrné prostředky jako jsou např. pesticidy, regulátory růstu a lehce rozpustná minerální hnojiva. Mělo by se brát v úvahu, že rostliny jsou v době konverze zvláště náchylné na škodlivé činitele. Uvolňování živin, speciálně dusíku z půdy, je pomalejší než v konvenčním zemědělství a méně regulovatelné. Střídání plodin je hlavní zásadou, která se musí dodržovat. Dalším kritériem je výběr odrůdy v souvislosti s půdními a klimatickými podmínkami. Jsou používána organická hnojiva, která se aplikují vícekrát po malých dávkách a mohou být doplněna povolenými minerálními hnojivy. Porost by měl být důkladně a pravidelně kontrolován a dle potřeby prováděna předběžná a včasná opatření. Kontrola se doporučuje i v průběhu

sklízne. Také by mělo být zajištěno kvalitní posklizňové ošetření, mezi které se řadí třídění, čištění a vhodné uložení (Šarapatka a kol., 2006).

3.2 Brambory

Brambory patří mezi jednoleté nebo vytrvalé lilkovité (*Solanaceae*) rostliny, které se v našich oblastech rozmnožují hlízkami neboli vegetativně. Hlízky jsou zdužnatělé podzemní části stonku. Velikost, tvar a barva hlízk je často závislá na odrůdě. Rostlina bramboru má lichozpeřené listy, je trsnatá s přímou lodyhou. Květy mají většinou bílou barvou, ale je možné setkat se i s nafialovělou, namodralou či žlutou barvou (Dostálek, 2000). Výnos brambor kolísá v závislosti na ochraně proti škodlivým činitelům, průběhu počasí, výživě a kvalitě sadby dané odrůdy (Vokál a kol., 2004).

3.2.1 Požadavky na prostředí

Vysoké výnosy jsou dosahovány v oblastech, kde i v nejteplejším měsíci není průměrná teplota vyšší než 18,5 °C (Diviš a kol., 2011). Vhodná teplota vzduchu je 6 - 7,5 °C, ve vegetačním období je průměrná teplota 12,5 - 13,6 °C. Roční srážky se pohybují okolo 700 - 800 mm za rok, z toho 60 - 70 % za vegetační období (Dostálek, 2000). Výnosy hlízk dosahují vyššího výnosu v oblastech s minimálními rozdíly mezi denními a nočními teplotami. Z hlediska tvorby květu patří brambory mezi rostliny dlouhodobí, zatím co z pohledu nasazování hlízk mezi krátkodobí. Pro růst natě je nejlepší teplota 20 - 25 °C. Růst natě se však může zastavit v případě, že teplota překročí 30 °C. Pro růst hlízk je optimální teplota půdy mezi 6 - 20 °C. Nad 20 °C se růst hlízk brzdí, ale i naopak, pod 6 °C se růst zastaví (Diviš a kol., 2011).

3.2.2 Postavení v osevním postupu

Brambory patří ke zlepšujícím plodinám v osevním postupu. Pěstují se po sobě alespoň po 4 letech. Tento odstup je důležité dodržovat zejména z hlediska regulace chorob, plevelů a škůdců. Pokud jsou pro brambory dobře zabezpečené živiny, jejich

náročnost na půdu není tak veliká (Diviš a kol., 2011). Z hlediska živin je pro brambory nejdůležitější jejich příjem krátce po vzejití. To znamená, že nejlepší předplodiny pro brambory jsou ty, které po sobě zanechávají v půdě dostatečné množství organického materiálu. Brambory potřebují předplodiny, které se podílejí na zlepšování struktury půdy a půdní úrodnosti. Mezi vhodné předplodiny řadíme luskoviny, jednoleté vikvovité píceiny a jednoleté jetelotrávy. Po bramborách se doporučuje pěstovat pícniny nebo obilniny, protože dokáží dobře využívat přístupný dusík, který po sobě zanechají brambory v půdě. Pro plodiny pěstované po bramborách stačí jen šetrné zpracování půdy (bez pluhu), jelikož brambory zanechávají pozemek dostatečně prokypřený a velmi čistý (FiBL, 2007; Diviš a kol., 2011).

3.2.3 Nároky na stanoviště

Pro brambory je vhodná provzdušněná půda, zejména u kořenů. Půda by měla obsahovat dostatečnou zásobu organických látek. Mezi nevhodné půdy patří utužené a podmáčené. Mezi nejvhodnější se řadí písčitohlinité, hlinitopísčité a propustné půdy, kde by svahovitost měla být maximálně 8 ° (Vokál a kol., 2004). Půdní reakce (pH) se pohybuje kolem 5,5 - 6,5 s vyrovnaným vodním režimem bez kamenů (FiBL, 2007). Pěstování brambor opakovaně po sobě, by mohlo vést k zamoření ornice háďátkem bramborovým (*Globodera rostochiensis*) a mandelinkou bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata*), ale hlavně většímu tlaku stále se vyskytujících chorob u brambor. Mezi tyto choroby patří: plíseň bramboru (*Phytophthora infestans*), vločkovitost hlíz (*Rhizoctonia solani*), rakovina brambor (*Synchytrium endobioticum*) a obecné strupovitost brambor (*Streptomyces scabies*). Abychom se vyhnuli přemnožení těchto chorob a škůdců, je požadován 4 - 5-ti letý odstup (přestávky) i při množení sadby (Šarapatka a kol., 2006).

U brambor je potřeba dbát i na regulaci ostatních škůdců a chorob mezi něž patří:

Virózy, kterým lze předcházet použitím zdravého osiva uznané sadby a dobrým výběrem odrůd méně náchylnějších k virózám (Šarapatka a kol., 2006).

Houbové choroby, mezi které patří hlavně plíseň bramboru (*Phytophthora infestans*), vločkovitost hlíz (*Rhizoctonia solani*), obecná strupovitost

(*Streptomyces scabies*) a další (Šarapatka a kol., 2006). Aby se předešlo výskytu plísní bramboru (*Phytophthora infestans*), je vhodné: volit odolnější odrůdy, dodržovat dostatečný odstup brambor na stejném pozemku, nevytvářet hustý porost, chránit hlízy optimálním nahrnutím ornice, nevysazovat brambory na údolní pozemky a výsadba zdravých hlíz. Místo pro jejich pěstování by mělo být v souladu s dostatečným prouděním vzduchu. Jako ochrana v ekologickém zemědělství je nejvíce používána měď, která účinkuje jako kontaktní fungicid a jeli aplikován dostatečný povlak, chrání nať (Diviš a kol., 2011). Pro eliminaci vločkovitosti hlíz (*Rhizoctonia solani*) byly zaznamenány pozitivní účinky po použití hydroxidu hořečnatého ($Mg(OH)_2$). Patří sem také nepřímá opatření jako je včasná sklizeň, kvalitní agrotechnika, sadba s nízkým výskytem sklerocií a volba vhodných pozemků. V případě obecné strupovitosti (*Streptomyces scabies*) se mezi ochranu řadí znalost pozemků, volba odrůdy s nízkou náchylností k chorobě a agrotechnická opatření (Šarapatka a kol., 2006).

Hmyzí škůdci brambor jsou drátovci (*Elateridae*), háďátka bramborové (*Globodera rostochiensis*) a mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*). Drátovci neboli larvy kovaříků (*Elateridae*) jsou polyfágní škůdci vyžírající dírky a hluboké chodbičky na hlízách, které poté vyplňují trusem. K vyššímu výskytu poškození brambor drátovcem dochází ke konci vegetace. Larva se vyvíjí 3 - 5 let a nejvíce poškozuje hlízy v posledních dvou letech vývoje. Jako prevence a předcházení výskytu těchto škůdců se doporučuje včasná sklizeň, odplevelování pozemku, nezařazování brambor po víceletých píceňkách a trvalých travních porostech, intenzivní obdělávání půdy a použití plodin, které tyto škůdci méně napadají - řepku, hořčici a luskoviny (Diviš a kol., 2011). U háďátka bramborového (*Globodera rostochiensis*) se musí zabránit přenosu zamořené půdy či sadby a dodržovat 4 letý odstup pěstování brambor po sobě na stejném pozemku s použitím odolných odrůd (Dostálek, 2000).

Skládkové choroby, jejichž hlavní zapříčinění je poškození hlíz během sklizně, následná manipulace a napadení plísní bramboru. Aby se těmto chorobám předešlo je doporučeno zabránit mechanickému poškození během třídění brambor i během sklizně, vybírání vhodných a odolných odrůd a používání zdravého osiva. Mezi tyto choroby se řadí mokrá bakteriální hniloba (*Erwinia carotovora*) a skupinou houbových původců (*Alternaria*, *Phoma*) způsobené suché hniloby (Dostálek, 2000).

3.2.4 Sadba, předklíčování a výsadba

K výsadbě brambor je nutné používat pouze zdravou a certifikovanou sadbu. Hlavní zásadou je, aby sadba pocházela z ekologické množitelské produkce. Biologická příprava sadby jako je předklíčení, příznivě působí na eliminaci plevelů díky rychlému vzházení. Proces předklíčování je ovlivňován raností, odrůdou, stavem sadby a způsobem využití produkce. Důležité u sadby brambor je snaha o velký počet klíčků, na které má největší vliv teplota. Hlízy se vkládají např. do nakličovacích bedýnek nebo pytlů 4 - 6 týdnů před plánovaným termínem výsadby (FiBL, 2007). K dalším postupům patří též mechanická příprava.

Mechanická příprava: Příprava upravující sadbu na požadovanou velikost pro kvalitní práci sazečů. Sadba je tříděna na sítích o maximálním rozměru 60 x 60 mm a minimálním rozměru 25 x 25 mm. Z hlediska vlastní sadby se doporučuje do mechanické přípravy zahrnout velikostní třídění (Diviš a kol., 2011).

Biologická příprava: Díky této přípravě lze zvýšit výnos o 7 - 8 % (Dostálek, 2000). Cílem biologické přípravy je probuzení hlíz a vytvoření klíčků.

1. Narašování – klíčky by měly být o velikosti maximálně do 5 mm. Tento proces probíhá zhruba 3 týdny při teplotě 8 °C (Diviš a kol., 2011).

2. Předklíčování sadby – probíhá ve speciálních předklíčovacích paletách, v přepravkách či jako sadba volně ložená. Prvních 10 dnů se nechají hlízy narašit ve tmě při 8 - 12 °C. Začátek osvětlování nastává při dosažení velikosti klíčků 3 - 5 mm, kdy se zvyšuje teplota na 12 - 18 °C s relativní vlhkostí 80 - 90 %. Osvětluje se 12 hodin denně po dobu 20 - 25 dnů a týden před výsadbou se snižuje teplota na 6 - 10 °C. Poté jsou hlízy otužovány provětráváním, aby byly postupně přizpůsobeny půdnímu prostředí. Výsadba se provádí sazeči přímo pro předklíčené brambory. Tímto způsobem získáme sadbu fyziologicky starou, zajišťující ranější sklizeň (Diviš a kol., 2011; Šarapatka a kol., 2006). Při ekologickém způsobu pěstování by měla být dodržena šířka řádků 75 cm s vysokými hrůbkami, které zajišťují menší počet zelených hlíz, jejich poškození a menší ohrožení plísní bramboru. Proto se doporučuje vysázet 40 tisíc rostlin na ha (Šarapatka a kol., 2006).

3.2.5 Ošetření během vegetace

V ekologickém zemědělství je nezbytná mechanická kultivace, která se provádí od sázení do vzejití. Mezi hlavní ošetření v tomto období patří vláčení a proorávka naslepo. Po vzejití porostů se provádí plečkování a proorávka. Po výsadbě je pro brambory důležité zajistit regulaci plevelů, udržet ornici v kyprém stavu a dostatečné přihnutí ornice zhruba ve výšce 10 – 13 cm nad hlízu (Diviš a kol., 2011).

Vláčení: Je operace prováděna většinou síťovými, ale i prutovými, středními či lehkými nesenými branami do 14 dnů po výsadbě. Díky této operaci dochází k rozdrobení půdy, prokypření a provzdušňování hrůbků. Během provzdušňování dochází k zahřátí hrůbků, které urychluje vzházení a to díky snížení výšky ornice nad hlíзами zhruba na 5 - 8 cm (Dostálek, 2000). Mezi cíle vláčení patří regulace klíčících plevelů a zábrana nežádoucího úniku vody (Diviš a kol., 2011).

Proorávka naslepo: Je operace prováděna hrůbkovacím tělesy, aby se docílilo 22 – 25 cm vysokých hrůbků s hluboko prokypřenými meziřádky. Proorávkou naslepo můžeme brzdit růst plevelů, nebo je dokonce zcela zničit. Pokud dochází k silnému zaplevelení pozemku, následuje po proorávce opatrné vláčení (aby nedošlo k poškození klíčků) zhruba po 1 - 2 dnech. Celkově se počet těchto operací dělá v závislosti na druhu půdy a aktuálnímu stupni zaplevelení. Například při menším zaplevelení na lehčí půdě postačí dvakrát vláčení a jedenkrát proorávka naslepo (Dostálek, 2000).

Plečkování a proorávka: Patří mezi operace, které se provádí po vzejití brambor, pokud se pole zapleveluje a sléhá. Proorávka ničí plevele, zajišťuje prokypření půdy, provádí se dle stavu půdy a potřeby opakovaně zhruba 2 - 4 krát. Hrůbkování, neboli konečné proorání, je poslední možností jak eliminovat plevele, kypřit půdu a pomocí přihnutí ornice zvýšit hrůbky (Dostálek, 2000). Na konci mechanického ošetřování by hrůbky měly být vytvořeny tak, aby chránily hlízy před škůdci, chorobami a zezelenáním (Diviš a kol., 2011).

Kromě přímé regulace zaplevelení je důležité zaplevelení předcházet. Mezi tyto preventivní regulační zásahy řadíme například: střídání plodin v osevním postupu, zpracování půdy po sklizni předplodiny, kvalitní provedení podmítky a kvalita jarní přípravy půdy (Vokál a kol., 2004).

3.2.6 Sklizeň

Brambory jsou sklizeny, pokud se dobře oddělují od stolonů, jsou vyzrálé a mají pevnou slupku. Sklízí se pokud možno za sucha, jelikož v deštivém počasí je riziko šíření mokré hniloby (Dostálek, 2000). Vyorání hlíz by se nemělo provádět při překročení teploty nad 20 °C a poklesnutí teploty pod 5 °C (Šarapatka a kol., 2006).

Sklizeň vyorávačem s rozmetacím kolem nebo řádkovým vyorávačem je prováděna u raných a velmi raných odrůd na svažitéjších plochách a malých pozemcích. Tento způsob sklizně nám zaručuje minimální poškození hlíz při vyorávání a může být použit i na silně kamenitých půdách. Doporučuje se pro odrůdy s citlivostí na poškození hlíz (Dostálek, 2000).

Přímá sklizeň jednořádkovým sklízečem s pytlovací plošinou či zásobníkem je používána většinou na malé plochy a účelná pro sklizeň raných konzumních brambor (Vokál a kol., 2004).

Přímá sklizeň dvouřádkovými sklízeči, tento způsob zajišťuje sklizeň do nákladního auta či vedle jedoucího přívěsu (Vokál a kol., 2004). K oddělení kamenů, hrud, nahnilých a matečných hlíz by mělo docházet již na sklízeči. Výška spádu hlíz by měla být co nejmenší, neměla by přesáhnout 30 cm (Dostálek, 2000).

Dělená sklizeň probíhá ve dvou operacích. První operace spočívá ve vyorání brambor na povrch a druhou operací je jednořádkový sklízeč se sběracím ústrojím (Vokál a kol., 2004).

Sklizeň konzumních brambor je závislá také na mnoha faktorech, jako je např. odrůda, užitkový směr pěstování, průběh povětrnostních podmínek a předčasné ukončení vegetace. Optimální je sklizeň vyzrálých hlíz po fyziologickém vyzrání porostu se zpevněnou slupkou (Vokál a kol., 2004).

Pro ekologické zemědělství je nejvhodnější dělená sklizeň, jelikož hlízy po vyoraní na řádku oschnou, mají odolnější slupku vůči poranění a lépe se čistí (Dostálek, 2000).

3.2.7 Posklizňové ošetření a skladování

Cílem posklizňového ošetření je odstranění viditelně poškozených hlíz a minimalizace podílu příměsí před skladováním. Aby bylo dosaženo minimálních ztrát, musí být udržována správná teplota, výměna vzduchu v mezihlízovém prostoru a dodržení relativní vlhkosti. Použití světla je v konzumních skladech nežádoucí, aby nezelenaly hlízy, používá se zelené zářivkové světlo (Diviš a kol., 2011).

Fáze skladovacího období:

1. Oschnutí hlíz - prvním předpokladem pro dobré uskladnění brambor je nechat hlízy dobře oschnout. Hlízy se nechávají oschnout prvních 24 hod po vyoraní z půdy, aby se předešlo riziku vzniku hniloby. Další osychání probíhá v kůlně, kde probíhá větrání a neustálé proudění vzduchu.

2. Hojení ran neboli suberizace - pro zdárné hojení se brambory uchovávají na vzduchu a v suchu po dobu 3 - 4 týdnů za teploty 12 – 18 °C, což podporuje tvorbu korkového pletiva v místě poranění a hojení ran. Dochází tak ke snižování výskytu hnilob. (Diviš a kol., 2011; FiBL, 2007).

3. Zchlazování - probíhá pomocí větrání vnějším vzduchem. Tento proces následuje po oschnutí brambor, ale může se zchlazovat maximálně o 0,5 - 0,7 °C za den. Rozdíl teploty by měl dosahovat alespoň 4 °C mezi vnějším vzduchem a teplotou hlízy (FiBL, 2007). Délka zchlazování je závislá na vnějších teplotních podmínkách. Během této fáze se teplota sníží na teplotu skladovací, která je u brambor na konzum 4 - 7 °C a sadby 2 - 4 °C (Diviš a kol., 2011).

4. Dlouhodobé skladování je vhodné pouze pro hlízy s pevnou slupkou. U konzumních brambor, lze snížit teplotu až na 3 - 6 °C. Teplota však nemůže být příliš nízká, jelikož je riziko zvýšení obsahu cukrů a zhoršení kvality brambor při vaření. Obsah cukrů v hlízách lze ovšem opět snížit zahřátím na teplotu 10 °C po dobu 2 – 3 týdnů. Při teplotě pod 8 °C by se neměly skladovat brambory na zpracování. Relativní vzdušná

vlhkost by se měla pohybovat okolo 90 - 95 %. Ve skladu probíhá pravidelná kontrola větrání a teploty vzduchu. Nemělo by zde docházet ke kondenzaci vody na stěnách (FiBL, 2007). Mezi hlavní způsoby skladování brambor se řadí skladování ve sklepích, bramborárnách a v provizorních zateplených prostorách (Diviš a kol., 2011).

3.3 Mandelinka bramborová

3.3.1 Historie mandelinky bramborové

Thomas Nuttall v roce 1811 poprvé objevil mandelinku bramborovou (*Leptinotarsa decemlineata*). Brouk byl však popsán a pojmenován až v roce 1824, o což se postaral pan Thomas Say. Měl k dispozici vzorky z Rocky Mountains v Coloradu, kde byl škůdce nalezen na lilku (*Solanum rostratum*), rostlině z čeledi lilkovitých (*Solanaceae*). Poté co se v této oblasti začaly pěstovat brambory (1845 - 1850), mandelinka se objevena i na nich. Roku 1859 byl zhruba 100 mil západně od Omahy zcela zničen porost brambor, ale i přes to se mandelinka šířila dál na východ od států Colorado a Nebraska. Na pobřeží Atlantiku a v Evropě byla mandelinka bramborová poprvé objevena v roce 1874. Bylo to v okolí velkých přístavů, kam byla zavlečena přes obchodní lodě. V Evropě se začala rozšiřovat po usídlení a rozšíření ve Francii, v období první světové války. Na bývalém území Československa vypuklo rozšiřování brouka roku 1945. Roku 1948 vznikl při ministerstvu zemědělství Výbor pro potírání mandelinky bramborové. K přemnožení došlo na našem území v 50. letech (Hausvater a Doležal, 2013).

V současnosti je mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*) nejvýznamnějším žravým škůdcem natě brambor na světě a nejvážnější škůdce brambor v ekologickém zemědělství (Diviš a kol., 2011). Teritorium tohoto škůdce se neustále zvětšuje. V 90. letech minulého století bylo odhadováno zhruba na 16 milionů km² v Evropě, Asii a Severní Americe. Vyskytuje se ve všech bramborářsky vyspělých zemích světa, kromě Nového Zélandu a Austrálie (Hausvater a Doležal, 2013).

3.3.2 Charakteristika

Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*) je brouk rodu mandelinka (*Leptinotarsa*) z čeledi Mandelinkovití (*Chrysomelidae*) škodící na porostech brambor (Bogdanov a Kaťkov, 1949; Lohrer, 2008). Oválná vajíčka mandelinky bramborové dosahují velikosti 0,8 - 1,7 mm, jsou podlouhlá žluté až oranžové barvy (Vokál a kol., 1985). Ve snůškách najdeme vajíčka na spodní straně listu (FiBL, 2007) zhruba po 20 - 60 kusech (Gerstmeier, 1996). Průměrně naklade 500 vajíček (Dušková a Kopřiva, 2009). Larvy mají lososově červené tělo, které dosahuje velikosti 4 - 10 mm (FiBL, 2007). Hlavička a nohy jsou černě zbarvené (Navarre a Pavek, 2014).

Tělo brouka má oválný tvar o délce 7 - 12 mm a šířce 5 - 8 mm (Rasocha, 2002), je lesklé a výrazně vypouklé (Bogdanov a Kaťkov, 1949). Jeho hřbet obklopují slámově žluté krovky, které jsou potažené deseti černými podélnými proužky. Ostatní části těla mají okrově červenou barvu s černými skvrnami na štítu a hlavě (Rasocha, 2002). Mandelinka bramborová má ústní kousací ústrojí. Křídla brouka jsou dobře vyvinutá, tenká, blanitá a kouřově zbarvená, délkou přesahují krovky (Bogdanov a Kaťkov, 1949).

3.3.3 Vývojový cyklus

Z hlediska vývojového cyklu má mandelinka jednu generaci za rok, ovšem v teplých (nížinných) oblastech mohou dosahovat až dvou generací (FiBL, 2007). Embryonální vývoj je ovlivněn teplotou, při 20 °C je průměrné líhnutí larev 10 dnů. (Hausvater a Doležal, 2014).

Dospělí brouci přezimují v půdě (Hausvater a Doležal, 2014). K přezimování může docházet v období vegetace, před nástupem nízkých teplot či trvalou zimou. V případě předčasného zániku natě, například v důsledku špatných klimatických podmínek či chorob larvy hynou a brouk přechází dříve do odpočinku. Těsně před přezimováním brouci vyprazdňují své zažívací ústrojí a zbavují se přebytečné vody (až 85 %), aby došlo ke zvýšení jejich mrazuvzdornosti (Bogdanov a Kaťkov, 1949). Hloubka, ve které přezimují je zhruba 10 - 40 cm (Hausvater a Doležal, 2014), ale závisí také na povětrnostních podmínkách, vlhkosti a struktuře půdy (Bogdanov a Kaťkov, 1949). Úspěšnost

přezimování je závislá na kvalitě a dostatku potravy v závěru vegetace a průběhu zimy. Pro přezimování mandelinky bramborové jsou nejvhodnější lehčí písčité půdy, nacházející se v méně proměnlivých podmínkách (Hausvater a Doležal, 2014).

Z půdy vylézají obvykle v polovině května, po vyšplhání teploty půdy nad 14 °C a poté vyhledávají potravu (Hausvater a Doležal, 2014). Samičky mají během pohlavní činnosti potřebu se hodně vyživovat, proto k páření nikdy nedochází před vykrmováním. (Bogdanov a Kaťkov, 1949). Samičky mohou být oplozeny jak na jaře, tak i na podzim (Diviš a kol., 2011). Pokud dochází k oplození na podzim je doba mezi pářením a kladením vajíček minimálně 3 dny. Pozorováním ve Francii bylo zjištěno, že brouci se nejvíce páří během teplého počasí nejčastěji v květnu. Doba páření trvá zhruba 5 - 10 minut, někdy dokonce až 34 minut. Samičky kladou vajíčka už 35 - 40 dní po vylíhnutí, ale pokud nemají vhodné podmínky, mají schopnost kladení zdržet. Mandelinka bramborová může klást i vajíčka neoplozená, ze kterých se larvy nelíhnou (Bogdanov a Kaťkov, 1949). Vajíčka jsou hladkého a lesklého vzhledu s načervenalé žlutým až světle oranžovým zbarvením (Hausvater a Doležal, 2014). Jsou kladena společně s malým množstvím tekutiny, která ztuhne na vzduchu a tím je dokáže přilepit na čepel listu. Samička dokáže naklást okolo 36 - 70 vajíček za 2 hodiny. V průběhu kladení jsou 3 - 10 denní přestávky (Bogdanov a Kaťkov, 1949).

Vývoj larev trvá zhruba 3 - 4 týdny (FiBL, 2007). Ze začátku jsou červené, pak oranžové, krátce před kuklením žlutooranžové (Vokál a kol, 1985). Každá larva prochází čtyřmi stupni vývoje L_1 , L_2 , L_3 , L_4 (Hausvater a Doležal, 2014). Těla těchto larev jsou zespodu plochá a ze shora vypouklá. Larvy jsou masitého vzhledu, lepkavé a mají červovitý tvar s řídkými chlupy. V 1. stadiu jsou 2 - 4 mm dlouhé a načervenalé, líhnou se z vaječné skořápky, kterou čerstvě vylíhnutá larva po svém vylíhnutí sní. Někdy se stává, že larva začne požírat sousední skořápku ještě s nevyhlíhnutou larvou. Po poškození prvního listu, larvy začnou vylézat do vyšších částí rostlin. Pastva larev prvního stádia trvá zhruba 2 - 4 dny, poté přelézají na spodní stranu listu, kde dochází k prvnímu svlékání. Dále larvy prochází 2. a 3. stádiem. Larvy 4. stádia o délce až 15 mm způsobují největší nebezpečí pro rostliny. K zastavení žíru dochází pár hodin před zalezením do půdy, kde se potom zakuklí. Kukla je volná oranžovožluté či narůžovělé barvy a tvarem připomíná

brouka (Bogdanov a Kaťkov, 1949). Dospělí brouci se líhnou přibližně po 14 dnech (Hausvater a Doležal, 2014).

3.3.4 Prah škodlivosti

Prahem škodlivosti, neboli optimální dobou pro zahájení boje proti mandelince bramborové je dosažení 100 brouků (přezimující generace) a 140 ohnisek (obsahujících zhruba 5000 larev) na ha (Rotrekl, 2013). Znaky napadení mandelinky bramborové jsou charakteristické výrazným žírem listů (FiBL, 2007). Žír listů je nejdříve způsoben brouky a poté i larvami. Larvy po vylíhnutí rychle začínají přijímat potravu. Ze začátku okénkují listy, což se vyznačuje vyžíráním drobných políček uprostřed listové čepele. Potom začnou požírat okraje listů (boční žír). Během svého prvního larválního vývoje žerou na horní straně listů, později pak přejdou na stranu spodní. Během stupně vývoje L₁ larvy požírají hlavně malé a jemné listy na vrcholu rostliny brambor. L₂ larvy požírají nejméně avnatější části na vrchu rostlin. V tomto stádiu se vyhýbají hlavním a tlustším nervům listů (Bogdanov a Kaťkov, 1949). Ve stádiu L₃ a L₄ se pak výrazně zvyšuje žravost larev (Novák, 1995). Larvy 4. stádia jsou nejžravější, proto většinou po jejich napadení zůstávají holé trsy. Po zničení rostliny se larvy přesouvají na další rostlinu (Bogdanov a Kaťkov, 1949). Za svůj vývoj jedna larva zkonzumuje zhruba 10 cm² listové plochy, zatímco dospělec dokáže zkonzumovat až 5 krát tolik listové plochy v porovnání s larvou (Rod, 2003).

Při velkém přemnožení mohou brouci způsobit holožírny a tím snížit výnos. V nejhorším případě dochází ke ztrátě plodin v důsledku nadměrného okusování stonků, listů a někdy i hlíz trčících z brázd. Společně s bramborami může tento škůdce ohrožovat i jiné lilkovité rostliny jako např. rajčata (*Solanum lycopersicum*), lilek (*Solanum melongena*) nebo papriky. Tento škůdce je navíc i dobrým letcem, který dokáže porosty brambor vyhledat i na větší vzdálenosti (Hudec a Gutten, 2007). Mandelinka bramborová napadá spíše slabě rostoucí odrůdy, nežli ty silněji rostoucí. Další vliv by mohlo mít ochlupení listů či barva slupky brambor. Mezi další tvrzení patří, že výskyt mandelinky bramborové ve vyšších polohách je nízký, což znamená, že ve výšce 500 metrů nad mořem, brouk neškodí (Dostálek, 2000). Pokud je proměnlivé počasí během zimy, je množství přezimujících brouků více redukováno (Diviš a kol., 2011). Výnos brambor se

může snížit o 30 - 50 % vlivem žíru brouků a larev. Pokud je však redukována listová plocha už z 10 %, znamená to, že i výnos brambor bude o 10 % snížen (Rod, 2003).

3.3.5 Monitoring a prognóza

Pro zjištění aktuálního stavu napadení škůdcem se počítá počet larev a dospělých brouků na ha. Výskyt mandelinky závisí na podmínkách po přezimování, na koncentraci ploch a počtu zařazení brambor v osevním postupu. Také výskyt ovlivňuje optimální teplota dané lokality pěstování. U mandelinky bramborové je pravděpodobnost úhynu spíše na půdách, které mají vysoký obsah humusu, nebo jsou těžké. Pro dospělé brouky je příznivější stálé počasí za větší zimy, jelikož za proměnlivého a teplejšího počasí přezimuje méně jedinců, neboť jsou napadány plísněmi či bakteriemi. Prognózu lze stanovit dle spočítání dospělých brouků během jarního období. Aby se učinilo případné ošetření, musí se v porostu nacházet minimálně 100 brouků. Brambory pěstované na větších plochách v bramborařské oblasti, nemusí být ošetřovány po celé ploše, jelikož výskyt mandelinky bramborové je nerovnoměrný (Hauster a Doležal, 2014).

Studie ukazují, že pro mandelinku bramborovou byly více atraktivnější poškozené či chemicky ošetřené porosty brambor, což bylo zjištěno pomocí Olfaktometru (přístroj na měření čichu). Mnohem více brouků se spíše přesouvalo proti větru k rostlinám poškozených larvami mandelinky bramborové, nežli k nepoškozeným. Mechanické poškození listů brambor nezvyšovalo přitažlivost brouka. Tyto výsledky poukazují na to, že těkavé látky produkované rostlinami v reakci s požívajícími larvami zlepšují atraktivitu rostlin pro samičky mandelinky bramborové (Landolt a kol., 1999).

3.4 Ochrana proti mandelince bramborové

Podle velikosti porostu a intenzitě výskytu škůdce volíme specifický druh ochrany (Vokál a kol., 2013). Metody regulace mandelinky bramborové spočívají v jednotlivých opatřeních. Tato opatření se dělí na metody přímé a metody nepřímé.

3.4.1 Nepřímé (preventivní) metody

Mezi hlavní opatření, která se zařazují mezi nepřímé metody, patří: Rajonizace a osevnický postup (sázet brambory co nejdále od plochy, kde se pěstovali předešlí rok), výběr odrůdy, šlechtění brambor na rezistenci, intercropping, předklíčování sadby a provedení časně výsadby (Rod a kol., 2005).

3.4.1.1 Předklíčení sadby

Jako prevence může posloužit předklíčování a včasná sadba brambor, což urychluje vegetaci a snižuje škodlivé následky mandelinky (tj. napadení v pozdějších fázích růstu).

3.4.1.2 Výběr odrůdy

Při výběru vhodné odrůdy brambor pro ekologické zemědělství se musí brát v úvahu několik hledisek. Mezi tyto hlediska řadíme například: odrůdy požadované trhem, brambory s minimální náchylností k chorobám a nízkou potřebou dusíku. Dále rychlý nárůst natě, který zajišťuje konkurenci rostoucím plevelům a raný nárůst hlíz pro snížení rizika plísně bramborové (*Phytophthora infestans*) na výnos. Pro celkové zhodnocení těchto kritérií musíme brát v úvahu, že žádná odrůda není tolerantní proti všem chorobám a fyziologickému poškození, které se často během pěstování vyskytují. Měl by být brán ohled na pěstební podmínky regionu a konkrétním pozemek (FiBL, 2007).

Dalším důležitým bodem v prevenci může být výběr odrůdy s červenou slupkou, neboť dle uváděných informací mandelinka bramborová nemá červenoslupkaté odrůdy v oblibě (Dostálek, 2000). Toto zjištění se potvrdilo také v pokuse Šmegrové (2015), ve

kterém červenoslupkatá odrůda Red Anna vykazovala trend nižšího výskytu larev i brouků v porovnání se žlutými odrůdami (Adéla a Jelly).

3.4.1.3 Osevní postupy

Osevní postupy celkově ovlivňují i podmínky během vegetace. Zlepšují úrodnost půdy, podporují proces humifikace a mineralizace, zvyšují příjem dusíku, zvyšují mikrobiální aktivitu půdy, redukují plevelné rostliny, eliminují napadení kulturních rostlin škůdci či chorobami, napomáhají ke zvyšování biodiverzity a dobrému agroekosystému (Šarapatka a kol, 2006).

V letech 1982 a 1983 bylo sledováno, jaký přínos má střídání plodin pro regulaci mandelinky bramborové. Pokus byl založen na průmyslových bramborových polích na Long Islandu. Snížené množství tohoto škůdce ve sklizni brambor v následujícím roce, bylo zaznamenáno již při vystřídání brambor s obilnou plodinou (žitem nebo pšenicí) na jeden rok. V roce 1982 byl výskyt dospělých jedinců ve třech ze čtyř srovnání snížen o 95,8 %. Následující rok 1983 byl tento výskyt snížen o 69,5 % ve dvou ze tří srovnání. Byla porovnáována pole se střídáním plodin a bez, v průběhu sezóny v měsících od června do září. Na polích bez předchozí rotace plodin, byla provedena aplikace insekticidů pro regulaci mandelinky bramborové. Navzdory použití těchto insekticidů na polích bez střídání plodin, zde byla pozorována větší hustota výskytu mandelinky bramborové než na polích bez insekticidů se střídáním plodin (Wright, 1984).

3.4.1.4 Šlechtění brambor na rezistenci

V rámci šlechtitelského kanadského programu byl proveden výzkum, který se zabýval křížením šlechtěných a planých brambor, aby dal vzniku rezistentním hybridům vůči mandelince bramborové. DeKoeper a Pelletier společně se svým týmem techniků zvolili jako planý druh *Solanum oplocence*. Tento druh se velmi dobře osvědčil vůči rezistenci mandelinky bramborové. Dále byly pozorovány i velmi pozitivní účinky na zpracovatelnost hybridních linií a na lepší uchovatelnost brambor v chladu. Takto odolná

odrůda by mohla v budoucnu výrazně snížit náklady na insekticidy v konvenčním hospodaření, a tím mít i příznivější vliv k životnímu prostředí (Vondrášková, 2006).

3.4.1.5 Intercropping

Použitím obsevů či prosevů lze zabránit vysokému nátlaku mandelinky bramborové a škodám tím způsobeným na porostu. Tyto poznatky přibližuje Haddad (2009), který ke zmírnění použil v různých variantách pohanku setou (*Fagopyrum esculentum Moench*). Ve variantách byly použity prosevy (pásky) s pohankou v porostech brambor v různých vzdálenostech. Na prvním úseku byl umístěn 1 pás pohanky k 8 řádkům brambor. Druhý úsek obsahoval 1 pás pohanky po boku 6 řádků brambor a 1 pás pohanky s 3 řádkami brambor. Třetí úsek obsahoval 1 pás pohanky, 4 řádky brambor, 1 pás pohanky a 4 řádky brambor a 1 pás pohanky. A čtvrtý úsek měl mezi 2 pásy pohanky 12 řádků brambor. Tyto výsledky ukázaly, že použití pohankových obsevů přilákalo užitečný dravý hmyz, který nalétal do porostů brambor a reguloval množství larev mandelinky bramborové. Také počet pásů pohanky k počtu řádků brambor mělo vliv na přilákání hmyzích dravců. Jako limitní počet k jednomu pásu pohanky se uvádí 4 – 5 řádků brambor, pro přilákání dostatečného množství užitečného hmyzu.

3.4.2 Přímé metody

3.4.2.1 Fyzikální a termické metody

Mezi fyzikální metody můžeme zahrnout například: přírodní kompost, částicové povlaky, oleje, skladování v chladu, ploty (Vincent a kol., 2003), plastové lemované příkopy nebo jiné překážky, které obklopují nově vysazená bramborová pole. Tyto použité metody mohou na jaře snížit kolonizaci škůdce u dospělých rostlin přibližně až o 50 %. Tato bariéra může také snížit naklazení vajíček a emigraci brouků na konci sezóny před přezimováním.

Termické metody se mohou provádět pomocí propanových hořáků a vakuových strojů. Lze jimi tak úspěšně regulovat počet brouků, které se usazují na periferii (okrajích) bramborových polí na jaře (Wale a kol., 2008).

3.4.2.2 Mechanické metody

Na malé ploše, například zahrádkách a farmách s ekologickým systémem hospodaření, je možnost ručního sběru mandelinky bramborové. Nejdůležitější je zaměřit se na „jarní brouky“, kteří vylézají z půdy na přelomu května a června (Rasocha, 2002) včasným sběrem vajíček, larev a hlavně brouků. Sběrem dospělých brouků zamezíme naklazení vajíček, čímž dochází k eliminaci množství larev v pozdějším období. Provádění sběru je nejlepší, když je slunečný a teplý den, kdy brouci vylézají na vrchní listy brambor (Rasocha, 2002). Na velké ploše lze použít mechanické setřasače (tzv. kolektory) a vysavače. Tyto stroje se však používají spíše v zahraničí (Dostálek, 2000).

3.4.2.3 Agrotechnické metody

Jelikož zůstává mandelinka bramborová po zakuklení v půdě, měly by být brambory pěstovány s odstupem 4 let. Mezi další opatření patří pečlivé obdělávání půdy, díky kterému jsou někteří jedinci (mandelinky bramborové) vyneseni na povrch půdy a poté sezobnuty hmyzožravými ptáky či poraněni mechanizací. Množství jedinců se snižuje i díky technologii odkameňování, při které jsou brouci proséváni společně s půdou a ničení. Další část jedinců je zničena při obdělávání půdy, používáním rotačních kypřičů (Hausvater a Doležal, 2014). Nejdůležitější agrotechnickou metodou je střídání plodin v osevních postupech (Rasocha, 2002). Pro regulaci mandelinky bramborové lze také aplikovat pěstitelské technologie nazývané mulčování a nakrývání (Dvořák a kol, 2013).

Nakrývání

Jako mechanickou zábranu proti náletu brouků lze využít k nákrývku bílé netkané textilie či vhodné sítě, kterými se porost před náletem brouků zakryje a na okrajích textilie

či sítě se důkladně zahrne. Mezi nakrývací materiály se řadí bílá netkaná textilie, prořezávaná (perforovaná) folie, foliový tunel a ochranné sítě (Šmegrová, 2015).

Při zkoumání vlivu nakrývacích materiálů v porostech brambor na regulaci mandelinky bramborové byly v pokusech Šmegrové (2015) použity tři nakrývací materiály. Zelená síť (ZS), modrá síť (MS) a bílá netkané textilie (NT) srovnávány s kontrolou bez nakrývacího materiálu. Počet brouků za použití sítí snížilo o 37 % a o 75 % (MS a ZS) v porovnání s kontrolou. Přesto u varianty s NT byl zaznamenán větší počet brouků a larev (o 7,4 % a o 31,2 % více), v porovnání s kontrolní variantou.

Mulčování

Dalším méně častým postupem je mulčování, neboli pokrytí půdy rostlinnými zbytky (Vach a Javůrek, 2010), kterým lze regulovat výskyt mandelinky bramborové v porostech brambor (Dvořák a kol., 2012). Tímto postupem lze mimo jiné vylepšit i výživný stav porostů, výnosy a velikostní zastoupení hlíz, minimalizovat zaplevelení a výskyt mandelinky bramborové (Dvořák a kol, 2013). Rozhodující v tomto směru je výběr vhodného mulčovacího materiálu. Materiál pro mulčování můžeme rozdělit do dvou skupin. První skupinou jsou organické mulče, do kterých se řadí sláma, travní mulč, piliny, rašelina (Šmegrová, 2015) či kompost. U kompostu se musí brát v úvahu, že se rychleji rozkládá a musí být dle potřeby doplňován (Flowerdew, 2011). Pro aplikaci rostlinného mulče je nejjednodušším způsobem použití rozmetadel na statková hnojiva. Dávka mulče by měla pokrýt 100 % povrchu hrůbků. Výška mulče by měla být do 5 cm u slámy (suchá sláma může být větrem lehce odfouknuta) a do 2,5 - 3 cm u čerstvého mulče, jelikož by vyšší vrstva mohla způsobit špatné vzcházení. Pokud dochází k rychlému rozkladu rostlinného materiálu, vlivem nepříznivých podmínek, může být doporučeno i doplnění tohoto materiálu (Dvořák a kol, 2013). Druhou skupinou jsou plastové mulče, do kterých patří netkaná mulčovací textilie, polyetylenová folie, polyakrylamid (PAM) a Biodegradabilní mulče neboli biologicky odbouratelné mulčovací folie (Šmegrová, 2015). Při tomto způsobu se příprava půdy zakončuje tvarováním hrůbků, na které se poté natáhne nakrývací materiál. Po jejich natažení jsou okraje materiálu potřeba zahrnout zeminou či něčím zatížit. Výsadba je prováděna až do zakrytých řádků, ve

kterých musí sazeč vytvořit dostatečné otvory pro dobré vzházení porostu (Dvořák a kol, 2013).

Sláma jako mulč je užitečná pro regulaci zaplevelení a zvýšení dravců, ale škůdce zde vyžaduje stálou kontrolu (Johnosn, 2004).

3.4.2.4 Biologické metody

Živočichové jako predátoři:

Pro regulaci mandelinky bramborové lze využít i živočichy, mezi které se řadí např. bažanti (*Phasianus colchicus*), ptactvo (*Aves*), vosy (*Vespoidea*), zlatoočka (*Chrysoperla*) a střevlíci (*Carabus*). Tyto živočichy nazýváme jako tzv. „biologické predátory“ (Rod a kol., 2005). Mezi další biologické predátory patří škvoři (*Dermaptera*), slunéčka (*Coccinellidae*), ploštice (*Heteroptera*) a někteří pavouci (*Araneae*). Avšak snížení počtu brouků a larev mandelinky bramborové, není těmito predátory dostatečné. (Hauster a Doležal 2013). Například střevlík (*Pterostychus cupreus*) požírá kolem 10 larev druhého instaru v průběhu jednoho dne a u zlatoočka (*Chrysoperla carnea*) je uváděno 6 larev druhého instaru za jeden den či 10 larev prvního instaru (Rod a kol., 2005). V USA je používána dravá ploštice (*Perillus Bioculatus*), která je vysazována do porostů brambor a intenzivně ničí vajíčka i larvy mandelinky bramborové.

Vztah mezi mandelinkou bramborovou a hustotou predátorů byl sledován na polích s bramborami, kde probíhalo pravidelné měření hustoty predátorů a množství sledovaných vajíček. Míra vajíček byla značně spjata s celkovou hustotou predátorů. Nebyly pozorovány významné změny vlivu jednotlivce či hustotou predátorů ve vztahu s mandelinkou. Predátoři byli rozděleni do šesti dominantních skupin: trpasličí pavouci (*Dwarf spiders*), běžníkovití (*Thomisidae*), hladěnkovití (*Anthocoridae*), ploštičky (*Rhyparochromus*), lovčicovití (*Nabidae*) a klopuškovití (*Miridae*). Jako sedmá skupina byla uvedena tzv. skupina "ostatní predátoři", u kterých docházelo ke zkoumání vztahu mezi všemi skupinami predátorů a mírou predace vajíček. Nejlépe se osvědčila kombinace všech sedmi skupin, což poukazuje na to, že predátoři mají vyvážený dopad na vajíčka mandelinky bramborové (Chang, 2004).

Mikroorganismy a houby:

Dalším způsobem může být použití mikroorganismů, jejichž aplikace představuje další alternativu, která zabraňuje znečištění životního prostředí a předchází zdravotním potížím spojeným s použitím chemických sloučenin na hubení škůdců (Ochoa-Campuzano a kol., 2013). Mezi hlavní mikroorganismy patří bakterie *Bacillus thuringiensis*, která představuje nejdůležitější životaschopný mikrobiální prostředek pro biologickou ochranu brambor (García-Roblesl, 2013). Bakterie byla obsažena dříve v používaném přípravku Novodor FC (přípravek na bázi bakterie *Bacillus thuringiensis* var. *Tenebrionis*). Postřik tímto preparátem by měl být aplikován zhruba při 20 % ztrátě listové plochy. Postřik je však doporučen už i dříve, jelikož tento biologický přípravek působí na nejmenší stádia larev (Dostálek, 2000). Doporučuje se dávka přípravku 3 - 5 l na ha, dostatečné množství vody 400 – 600 l a nesmí se minimálně 8 hodin po aplikaci dostavit déšť. Účinek je také snižován, pokud teplota vzduchu přesáhne 25 °C (Diviš a kol., 2011). Při použití Novodoru jsou listy kontaminovány bakterií. Požití této bakterie u mandelinky bramborové způsobuje narušení zažívacího traktu. Larvy zhruba po 20 - 30 minutách přestávají žrát, na listech už neškodí a po 2 - 3 dnech umírají. Dospělé brouky však přípravek nezabíjí, snižuje ale množství vajíček kladených samičkou (Dostálek, 2000). V ČR není tento přípravek registrován, ale je ho zde možné použít, po zakoupení v zahraničí a nahlášení kontrolní organizaci (Diviš a kol., 2011).

Dalším již v ČR registrovaným přípravkem je přípravek SpinTor, který obsahuje spinosad, což je účinná látka vzniklá fermentační činností bakterie *Saccharopolyspora spinosa*. Tato bakterie přežívá v půdě (Hausvater a Doležal, 2013).

Z říše: hub (*Fungi*) se do biologické ochrany řadí:

Beauveria bassiana (*Balsamo*) *Vullemín*, houba, která přetrvává na organických zbytcích. Tato houba je představitelem entomopatogenní půdní mykoflory, patří do mitosporických hub, které jsou kosmopolitně rozšířeny. Šíří se pomocí konidií, které se zachytí na povrchu těla hostitele, či potravou na které konidie ulpěly. Vyskytovat se může v půdě také v podobě mycelia v uhynulých tělech infikovaného hmyzu. Tento mikroorganismus parazituje u hmyzu (Koubová, 2009), např. hmyzu, který přezimuje v půdě, ale nenapadá vajíčka mandelinky bramborové (Timonin, 1939). Po proniknutí do

hostitele oslabuje imunitní systém, tím že produkuje sekundární metabolit beauvericin. *B. bassiana* tvoří na povrchu těl infikovaných jedinců bíle husté mycelium, proto jsou pak infikovaní jedinci nazýváni jako "bílé muskardiny" (Koubová, 2009). Růst mycelia je u infikovaných larev rychlejší v půdě než nad zemí (Timonin, 1939). Mezi biopreparáty vzniklé na bázi této houby patří například: MYCOTROL, Tento biopreparát obsahuje konidie *B. bassiana* kmen GHA. Aplikace proti mandelince bramborové by měla být prováděna krátce po prvním výskytu larev 1. a 2. stádia. Jako další biopreparát se uvádí BOVEROL, biopreparát registrovaný v ČR. Je to prášek, který obsahuje spory této houby v inertním plnidle - amorfní kysličník křemičitý (Koubová, 2009).

Paecilomyces lilacinus (Thom) Samson, neboli *P. lilacinu* je půdní houbou běžně se vyskytující v tropech a subtropích. Houba vyprodukuje na hmyzu řídkou mycelární plst', ze které postupně vyrůstají konidiofory tvořící fialovou vrstvu. Přípravek na bázi této houby se nazývá PREFERAL, biopreparát už je v ČR používán (Koubová, 2009).

Tolypocaladlum niveum Gams neboli *T. neveum* je producent sekundárních metabolitů - cyklosporinů a efrapeptinů. Izolované Efrapeptiny z této houby vytváří směs tvořící toxickou aktivitu proti škůdci (Koubová, 2009).

Rostlinné extrakty:

Jsou používány při výskytu od 100 jarních brouků či 5 000 larev na ha. U použití těchto přípravků je důležité jejich střídání, aby nevznikla rezistence mandelinky vůči některým z nich (Vokál a kol., 2013). Mezi významné botanické insekticidy, které se mohou použít v boji proti mandelince bramborové patří například:

Azadirachtin: je jedna z nejúčinnějších insekticidních látek ze semen stromu *Azadirachta indica* Juss. Používaná ve formě extraktů nebo olejů upravené přímo z rostliny, nebo extraktů a olejů obohacených přírodním či technickým azadirachtinem. Insekticidy na bázi azadirachtinu mají účinek na vývojová stádia hmyzu. Obchodní označení tohoto přípravku je Neem Azal T/S (Diviš a kol., 2011). Tento přípravek způsobuje zástavu žíru důsledkem hynutí larev, u brouků neplodnost a v malé míře úhyn. Doporučuje se dávka 1,5 – 2,5 l na ha a množství vody 400 – 600 l na ha. Účinek této látky nastupuje 7 – 10 dní po aplikaci. V ČR je tento přípravek zaregistrovaný (Diviš a kol., 2011).

V roce 2004 byl v Německu založen pokus, který srovnával přípravky ovlivňující regulaci mandelinky bramborové. Byly porovnávány tři přípravky: Pyrethrum s řepkovým olejem - Spruzit Neu, výtažek z dřeviny *Azadirachta indica* pod názvem NeemAzal-T/S a poslední zkoumaný přípravek byl na bázi *Bacillus thuringiensis* pod názvem Novodor FC. Pokus ukázal, že pozitivní vliv na regulaci mandelinky bramborové měly přípravky Novodor FC a NeemAzal-T/S, které při včasném použití působily na 1. a 2. stadium larev. Mají také vliv na starší larvy a dospělé brouky, proto můžou být aplikovány i v pozdějším termínu. Oproti tomuto zjištění přípravek Spruzit Neo neměl viditelné účinky na regulaci mandelinky po jednorázovém použití. Proto se doporučuje tento přípravek aplikovat alespoň dvakrát (Kühne a kol, 2005).

Ageratum sp. – nestařec: Rod *Ageratum* má kolem 30 druhů rostlin. Nejvíce v tropickém a subtropickém pásmu. U nás se pěstuje nejvíce *Ageratum houstonianum* Mill. – n. americký. Používá se jako lihový či metanolový extrakt. Narušuje hormonální aktivitu hmyzu po jeho požití, škůdci se pak špatně vyvíjí a nakonec hynou.

Lycopersicon esculentum Mill. – rajče jedlé: Používán extrakt z rajčete proti larvám mandelinky.

Nepeta sp. – šanta: Je velmi aromatická (voní po mátě a citronu) rostlina řazena do léčivých. Největší význam má *Nepeta cataria* L. - šanta kočičí a *Nepeta pannonica* L. šanta panonská. Extrakt z rostliny je používán pomocí postřikovače, lze také použít preventivně i kurativně.

Mezi další botanické insekticidy řadíme: *Ocimum basilicum* L. – bazalka pravá, *Orriganum sp.* A *Thymus sp.* – dobromysl, majoránka, mateřídouška, tymián, *Plectranthus sp.*, syn. *Coleus sp.* – pochvatec, *Rosmarinus officinalis* L. – rozmarýna lékařská, *Ruta graveolens* L. – routa vonná, *Salvia sp.* – šalvěj, *Tagetes sp.* – aksamitník, *Tanacetum vulgare* L. – vrtič obecný, *Allium sativum* L. – česnek kuchyňský (Pavela, 2006).

Urtica dioica L. – kopřiva dvoudomá neboli extrakt z této rostliny, zkoumán jako alternativa k ochraně rostlin proti mandelince. Hlavním účelem tohoto extraktu je, že jeho biologicky aktivní sloučeniny mají vliv na nervovou soustavu škůdce. Extrakt z kopřivy dvoudomé má přímý toxický vliv na larvy mandelinky zhruba až 78 - 85 % úmrtností (Mateeva-Radeva, 1997).

Extrakty z Kakostovitých (*Geraniaceae*) rostlin se také prokázaly jako dobrou alternativou. Bylo zjištěno, že rostlinné extrakty omezují žír a vývoj larev mandelinky. Odpudivý pro brouky a jejich larvy byl extrakt z *Pelargonium x hortorum Bailey* a *Geranium sanguineum*. Extrakt z *Pelargonium x hortorum Baile* přidávaný do potravy, měl nepříznivý vliv na rozvoj reprodukčních orgánů samiček a inhiboval počet nakladených vajíček. Nejvyšší účinnost však měl extrakt z *Erodium cicutarium* (Lamparski a Wawrzyniak, 2008)

4 Materiál a metody

Charakteristika počasí

Důležitým faktorem během pokusu bylo množství srážek a vývoj teplot. Srážkově deficitní byl v tomto pokusném roce měsíc duben, květen, červenec, srpen i září. Z hlediska teploty vzduchu byly všechny průměrné měsíční teploty vyšší než dlouhodobí normál (Tab. č. 1).

Tabulka č. 1 - Měsíční průměry teplot a suma srážek na stanovišti Uhříněves v roce 2015

Měsíc	Teplota vzduchu (°C)	Dlouhodobý normál (°C)	<i>Rozdíl</i>	Suma srážek (mm)	Dlouhodobí úhrn (mm)	<i>Rozdíl</i>
IV.	9,37	8,2	1,17	17,0	46	-29
V.	13,97	13,4	0,57	48,2	65	-17
VI.	17,11	16,3	0,81	80,8	74	7
VII.	21,64	18,2	3,44	9,6	74	-64
VIII.	22,72	17,5	5,22	54,2	72	-18
IX.	14,75	14,0	0,75	9,4	49	-40

Charakteristika polního pokusu

Maloparcelkové pokusy se uskutečnily na Výzkumné stanici katedry rostlinné výroby v Praze – Uhříněvsi.

Pokusná lokalita patří do řepařské výrobní oblasti, kde nadmořská výška dosahuje 298 m n. m., průměrná teplota vzduchu 8,4 °C a suma ročních srážek 575 mm. Pozemky jsou jílovitého půdního druhu a náleží k půdnímu typu hnědozemě.

Pokus byl založen ve znáhodněných blocích (kontroly zahrnuté do bloků) po předplodině pšenici ozimé.

Tomu předcházelo shonkování, markýrování a následovala vlastní ruční výsadba (ve 4 opakováních, ve sponu 80 x 33 cm). Jedno opakování bylo tvořeno parcelkou s 20 trsy.

Tabulka č.2 - Termíny měření a zásahů na stanovišti Uhříněves v roce 2015

23.4. 2015	shonkování, markýrování a ruční výsadba pokusu
12.5. 2015	aplikace slámy na povrch hrůbků u SL0, SL1, SL2 ve stanovených dávkách
19.6. 2015	měření chlorofyl, kontrola porostu
24.6. 2015	hodnocení výskytu brouků, hnízd a larev mandelinky bramborové, měření chlorofyl
3.7. 2015	měření chlorofyl
8.7. 2015	hodnocení výskytu brouků, hnízd a larev mandelinky bramborové, měření chlorofyl
22.7. 2015	měření chlorofyl
1.10. 2015	ruční sklizeň pokusů, hodnocení napadení hlíz plísní bramboru
2.10. 2015	rozběr sklizených vzorků

V pokuse byla použita raná odrůda Dicolora. Jako mulč byla použita sláma ve 3 variantách (dávkách). První variantou byla sláma v množství 1,5 t/ha (SL0), druhá varianta obsahovala slámu v množství 2,5 t/ha (SL1), třetí varianta sláma o hmotnosti 4,5 t/ha (SL2). Vedle těchto variant byla zvolena ještě varianta kontrolní bez mulče.

V pokuse byl sledován a hodnocen výskyt mandelinky bramborové, jejich larev, hnízd a brouků. Souběžně s tímto pozorováním docházelo k měření chlorofylu na listech rostlin bramboru (k tomu byl použit ruční chlorofylmetr Minolta SPAD-502).

Pokusné varianty

Přehled variant pokusu s použitými materiály je uveden v Tabulce č. 3

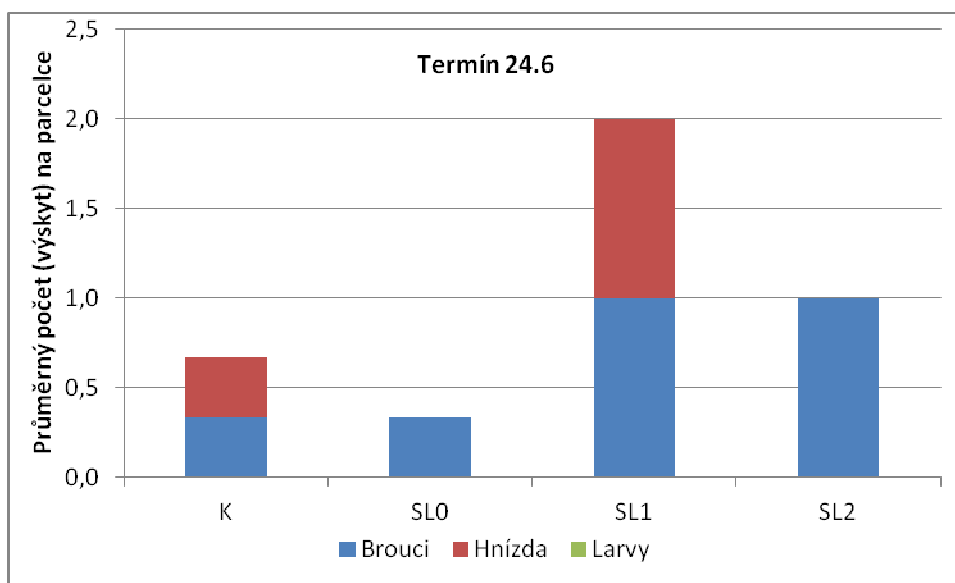
Tabulka č. 3 - Varianty pokusu a použité mulčovací materiály

Označení varianty	Použité mulčovací materiály, dávka a termín aplikace
K	kontrola bez mulče
SL0	1,5 t/ ha
SL1	2,5 t/ha
SL2	4,5 t/ha

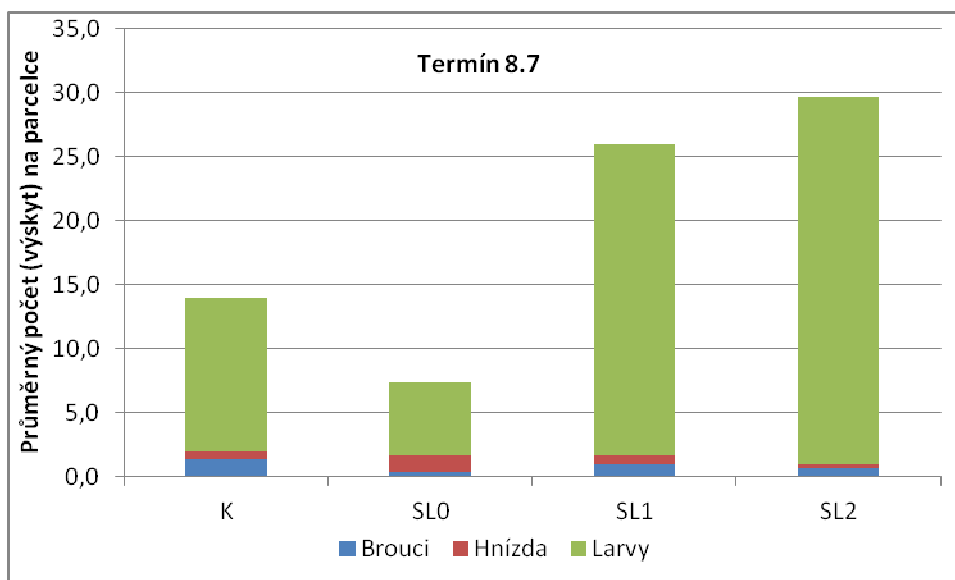
5 Výsledky

5.1 Vliv mulče na výskyt mandelinky bramborové

Z použitých variant mulčování měla při prvním měření 24. 6. 2015 příznivý vliv na regulaci mandelinky varianta SL0 (sláma 1,5 t/ha), kde byl výskyt mandelinky nejnižší, nebyla zaznamenána žádná larva ani hnízdo s vajíčky, což je patrné z grafu č. 1.



Graf č. 1 - Hodnocení výskytu brouků, hnízd a larev ze dne 24. 6. 2015

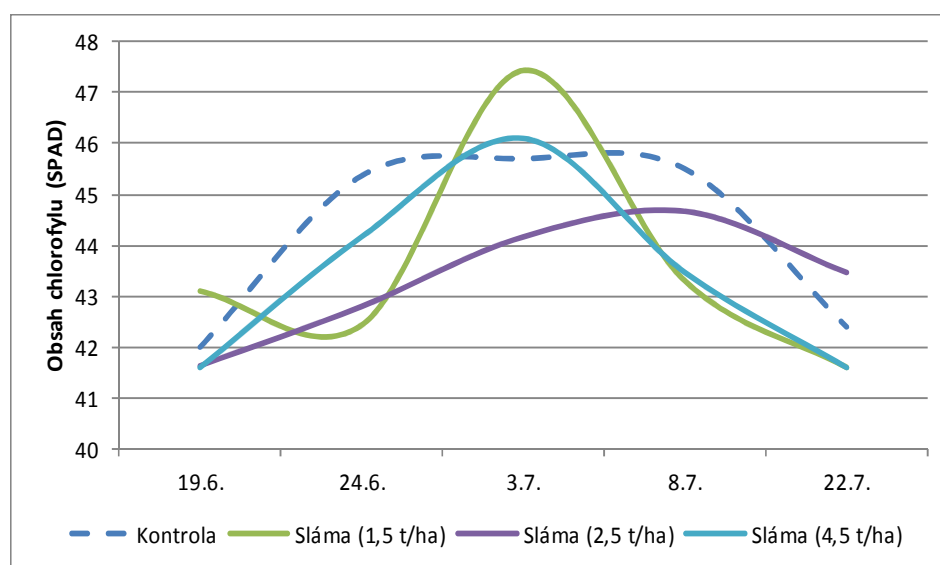


Graf č. 2 - Hodnocení výskytu brouků, hnízd a larev ze dne 8.7. 2015

Naopak u SL1 (sláma 2,5 t/ha) byl již v tomto termínu zaznamenán největší výskyt brouků ale i hnízd s vajíčky (Graf č. 1). Larvy v tomto měsíci v porostu ještě nebyly u žádné z variant. Účinek slámy u varianty mulče SL0 se shoduje i s druhým hodnocením v grafu č. 2, kdy 8. 7. 2015 byl zjištěn opět u této varianty nejnižší výskyt mandelinky (Graf. 2). Podobně i u dalších variant došlo k podobnému nárůstu populace zejména larev. Jejich výskyt byl vyšší u variant SL2 a SL1.

5.2 Vliv mulče na obsah chlorofylu

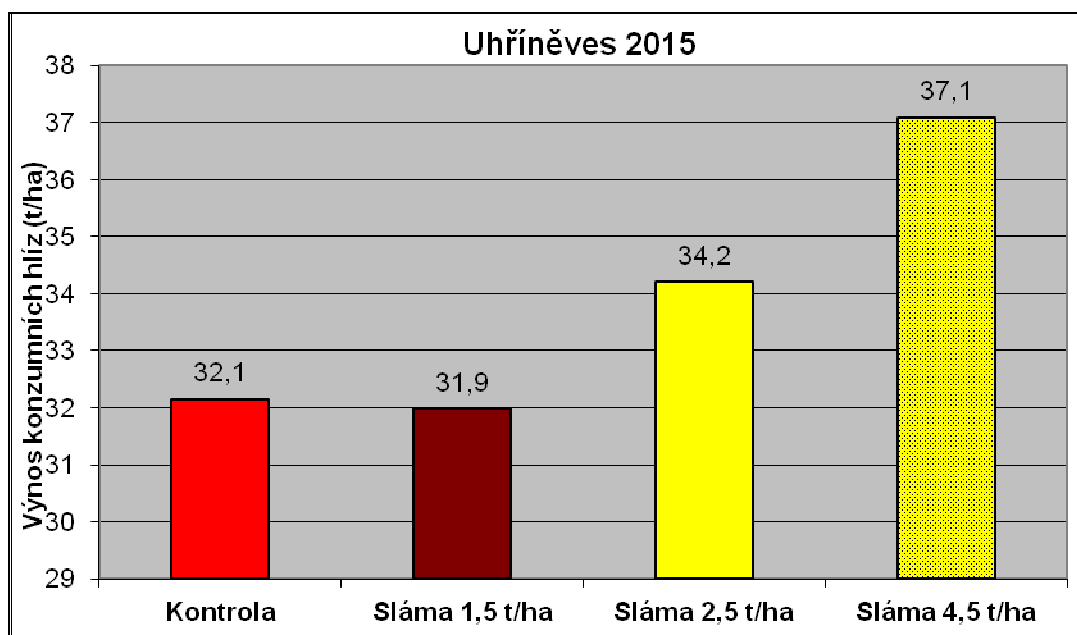
Kromě výše uvedeného vlivu slámy jako mulče na výskyt mandelinky bramborové byl patrný i spíše negativní vliv na obsah chlorofylu v listech. To dokumentuje Graf č. 4, ze kterého je patrné, že použití slámy snižovalo obsah chlorofylu v listech (kromě termínu 3. 7. 2015 u variant SL0 a SL2 a při posledním měření u SL1). V průměru za vegetaci (resp. sledované období 19.6 až 22. 7. 2015) byl obsah chlorofylu vyšší u kontroly proti pokusným variantám (SL0, SL1 a SL2).



Graf č. 4 - Obsahy naměřeného chlorofylu (SPAD) v časovém intervalu 19.6 až 22.7. 2015 u jednotlivých variant mulčování

5.3 Vliv mulče na výnos

Provedená sklizeň pokusných parcel poskytla hodnoty pro výpočet výnosu konzumních hlíz jednotlivých parcel. Zjištěný výnos hlíz konzumní velikosti (nad 40 mm) je uveden v Grafu č. 3.



Graf č. 3 - Výnos konzumních hlíz v t na ha.

Průměrné hodnoty u jednotlivých variant ukazují nárůst výnosu ve spojení s vyšší dávkou slámy jako mulče (Graf č. 3). Varianta SL1 a SL 2 zajistila o 2 až 5 t/ha vyšší výnos konzumních hlíz oproti nemulčované kontrole.

6 Diskuze

V pokuse bylo sledáno, že mulč ze slámy aplikovaný na hrůbky po vzejití ve 3 dávkách (1,5 t/ha, 2,5 t/ha a 4,5 t/ha) měl vliv na výskyt brouků, aktivitu páření a kladení vajíček a následně i na výskyt larev.

Mulč mění podmínky v porostu (v půdě), které mohou mít odezvu i na populaci škůdců, ale i jejich přirozených predátorů. Mulč poskytuje především vhodný úkryt, mění teplotní podmínky v půdě (Dvořák a kol., 2013). Tyto faktory v letošním roce spíše podpořily výskyt jarních (přezimujících) brouků mandelinky bramborové a také následný vývoj v oblasti výskytu larev. Výsledky letošního roku se tak rozcházejí se zjištěním jiných autorů, kteří uvádí spíše pozitivní vliv na regulaci larev mandelinky bramborové (Dvořák a kol., 2013; Zehnder a Hough-Goldstein, 1990; Stoner, 1993).

Shodně s autory Dvořák a kol. (2013) lze souhlasit se zjištěním, že sláma jako mulč může snižovat obsah chlorofylu, resp. dostupného dusíku v půdě, který tak není určen pro potřeby rostlin, ale pro rozklad slámy.

Z hlediska výnosu hlíz se jako nejlepší mulč osvědčila aplikace slámy v množství 4,5 t/ha (SL2) s výnosem hlíz 37 t/ha. V porovnání s kontrolou došlo u SL2 k nárůstu výnosu o 15 %. Tento pozitivní vliv slámy, zaznamenal i Dvořák a kol. (2013), které se uskutečnilo roku 2011 na stanovišti Uhříněves. Aplikace slámy zde zvýšila výnos o 7,3 t/ha, což představovalo v porovnání s kontrolou nárůst o 28 %.

7 Závěry a doporučení

V pokusném roce 2015 nebyl zjištěn jednoznačný vliv slámy na regulaci mandelinky bramborové v porostech biobrambor. Populaci mandelinky, resp. larev snižovala pouze varianta se slámou v dávce 1,5 t/ha (SL0), která měla při druhém měření o 52,7 % larev a o 75 % méně brouků než varianta kontrolní. Lze tedy pro regulaci mandelinky bramborové (hnízd, larev a brouků) dle získaných výsledků doporučit pouze aplikaci slámy jako mulče v dávce 1,5 t/ha.

Aplikace slámy může také snížit obsah chlorofylu v listech, resp. dostupnost dusíku pro rostliny. Pro optimální (dostatečný) obsah N v půdě se doporučuje aplikovat doplňkovou výživu dusíkem či statkovými hnojivy během vegetace.

I přes vyšší výskyt larev mandelinky bramborové a nižší obsah chlorofylu v listech u variant SL1 a SL2 byla aplikace slámy jako mulče v pokusném roce 2015 z hlediska výnosu konzumních hlíz pozitivní a zajistila o 2 až 5 t/ha vyšší výnos konzumních hlíz.

8 Seznam použité literatury

- Bogdanov - Kaťkov, N. N. 1949. Mandelinka bramborová. Brázda. Praha. 220 s.
- Diviš, J., Bárta, J., Bártová, V. 2011. Pěstování brambor v podmínkách ekologického zemědělství: metodika. Jihočeská fakulta. České Budějovice. 42 s. ISBN: 978-80-7394-295-3.
- Dvorský, J., Urban, J. 2014. Základy ekologického zemědělství. ÚKZÚZ. Brno. 109 s. ISBN: 978-80-7401-098-9.
- Dvořák, P., Tomášek, J., Kuchtová, P., Hamouz, K., Hajšlová, J., Schulzová, V. 2012. Effect of mulching materials on potato production in different soil-climatic conditions. Romanian Agri. Res. 29: 201-209.
- Dvořák, P. 2013. Začlenění systému povrchového mulčování do technologie pěstování brambor: certifikovaná metodika. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 32 s. ISBN: 978-80-213-2389-6.
- Dostálek, P. 2000. Bulletin ekologického zemědělství č. 18. PRO-BIO. Šumperk. 24 s.
- Dušková, L., Kopřiva, J. 2009. Ochrana rostlin proti chorobám a škůdcům. Grada. Praha. 96 s. ISBN: 978-80-247-2756-1.
- FiBL. 2007. Biobrambory. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců. Šumperk. 27 s. ISBN: 978-80-87080-10-8.
- Flowerdew, B. 2011. Kompost. Metafora. Praha. 112 s. ISBN: 978-80-7359-274-5.
- García-Robles, I., Ochoa-Campuzano, C., Fernández-Crespo, E., Camañes, G., Martínez-Ramírez, A. C., González-Bosch, C., Real, M. D. 2013. Combining hexanoic acid plant priming with *Bacillus thuringiensis* insecticidal activity against Colorado potato beetle. International journal of molecular sciences. 14(6): 12138-12156.
- Gerstmeier, R. 1996. Brouci: poznej a chraň: včetně: škůdci domácností a skladišť. Svoboda. Praha. 93 s. ISBN: 80-205-05091.

- Haddad, R. 2009. Investigating the Use of Buckwheat Strips To Attract Beneficial Insects for the Management of Colorado Potato Beetles. Lockport. [online]. Cornell Vegetable Program Team. [cit. 25. 3. 2016]. Dostupné z <http://rvpadmin.cce.cornell.edu/uploads/doc_39.pdf>.
- Hausvater, E., Doležal, P. 2003. Ochrana brambor proti mandelince bramborové. Výzkumný ústav bramborářský. Havlíčkův Brod. 11 s. ISBN 978-80-86940-50-2.
- Hausvater, E., Doležal, P., Rasocha, V. 2014. Ochrana brambor proti mandelince bramborové. Praktické informace č. 31. VÚB Havlíčkův Brod. 7 s. ISBN: 978-80-86940 -31-1.
- Hudec, K., Gutten, J. 2007. Encyklopedie chorob a škůdců. Computer Press. Brno. 248 s. ISBN: 978-80-251-1768-2.
- Chang G. C., Snyder W. E. 2004. The relationship between predator density, community composition, and field predation of Colorado potato beetle eggs. *Biological Control*, 31(3): 453-461.
- Johnson, J. M., Hough-Goldstein, J. A., Vangessel, M. J. 2004. Effects of straw mulch on pest insects, predators, and weeds in watermelons and potatoes. *Environmental entomology*. 33(6): 1632-1643.
- Koubová, D. 2009. Využití hub v biologické ochraně rostlin proti škůdcům. UZEI Praha, 42 s.
- Kühne, S., Pallut, B., Jahn, M., Moll, E. 2005. Vergleichende Untersuchungen zur Regulierung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) mit Pyrethrum/Rapsöl, Neemöl- und *Bacillus thuringiensis*-Präparaten. Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau.
- Landolt, P. J., Tumlinson, J. H., Alborn, D. H. 1999. Attraction of Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) to damaged and chemically induced potato plants. *Environmental Entomology*. 28(6): 973-978.
- Lohrer, T. 2008. Třináct zahradních škůdců: Jak se bránit plžům, hryzcům, mšicím a dalším škůdcům. Víkend. Líbeznice. 119 s. ISBN: 978-80-86891-82-8.
- Mateeva-Radeva, A. 1997. One natural alternative pest control *Leptinotarsa decemlineata* say on potatoes. *Acta Hort. (ISHS)*. 462: 335 - 338.

- Ministerstvo zemědělství. 2015. Ročenka 2014: Ekologické zemědělství v České republice. MZe. Praha. 68 s. ISBN: 978-80-7434-250-9.
- Ministerstvo zemědělství. 2016. AKČNÍ PLÁN ČR: Pro rozvoj ekologického zemědělství v letech 2016-2020. MZe. Praha. 94 s. ISBN: 978-80-7434-193-9.
- Navarre, R., Pavek, M. 2014. The potato: botany, production and uses. Cabi. Boston. 382 s. ISBN: 978-1-78064-280-2.
- Novák, F. 1995. Nejdůležitější choroby a škůdci obilnin, brambor, cukrovky a krmné řepy z hlediska prognózy a signalizace ošetření a jejich chemická ochrana. Správa ochrany rostlin. Praha. 44 s.
- Ochoa-Campuzano, C., Martínez-Ramírez, A. C., Contreras, E., Rausell, C., Real, M. D. 2013. Prohibitin, an essential protein for Colorado potato beetle larval viability, is relevant to *Bacillus thuringiensis* Cry3Aa toxicity. *Pesticide biochemistry and physiology*. 107(3): 299-308.
- Pavela, R. 2006. Rostlinné insekticidy: Hubíme hmyz bez chemie. Grada publishing. Praha. 75 s. ISBN: 80-247-1019-6.
- Rasocha, V. 2002. Jak ochránit porosty brambor proti mandelince bramborové. Výzkumný ústav bramborářský. Havlíčkův Brod. 8 s.
- Rod, J. 2003. Atlas chorob a škůdců: ovoce, zeleniny a okrasných rostlin. Víkend. 94 s. ISBN: 80-7222-286-4.
- Rod, J., Hluchý, M., Prášil, J., Zavadil, K., Somssich, I., Zacharda, M. 2005. Obrazový atlas chorob a škůdců zeleniny střední Evropy: ochrana zeleniny v integrované produkci včetně prostředků biologické ochrany rostlin. Biocont Laboratory. Brno. 392 s. ISBN: 80-901874-3-9.
- Rotrekl, J. Sledování hmyzích škůdců polních plodin a jejich prahy škodlivosti. [online]. Troubsko. Zemědělský výzkum. 03. 01. 2013. [cit. 25.3. 2016]. Dostupné z <<http://agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/sledovani-hmyzich-skudcu-polnich-plodin-a-jejich-prahy-skodlivosti>>.
- Stoner, K. A. 1993. Effects of straw and leaf mulches and trickle irrigation on the abundance of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) on potato in Connecticut. *Journal of Entomological Science*. 28(4): 393-403.

- Šmegrová, M. 2015. Diplomová práce: Barevné mulčovací a nakrývací materiály při pěstování brambor. ČZU. Praha. 100 s.
- Šarapatka, B., Urban, J. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. 2. rozšířené vydání. PRO - BIO. Šumperk. 502 s. ISBN: 978-80-903583-0-0.
- Timonin, M. I. 1939. Pathogenicity of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. on Colorado potato beetle larvae. Canadian Journal of Research. 17(4): 103-107.
- Vach, M., Javůrek, M. 2010. Předpoklady pro netradiční technologie zakládání porostu polních plodin. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 32 s. ISBN: 978-80-7427-050-5.
- Vincent, C., Hallman, G., Panneton, B., Fleurat-Lessard, F. 2003. Management of Agricultural Insects with Physical Control Methods. Annual Review of Entomology. 48(1): 261-281.
- Vokál, B. 1985. Racionální ochrana a výživa brambor. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství. Praha 103 s.
- Vokál, B., Čepl, J., Čížek, M., Domkářová, J., Hausvater, E., Rasocha, V., Diviš, J., Hamouz, K. 2004. Technologie pěstování brambor. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 91 s. ISBN: 80-7271-155-5.
- Vokál, B. 2013. Brambory. Profi Press. Praha-Vinohrady. 160 s. ISBN: 978-80-867-26-54-0.
- Vondrášková, Š. 2006. Šlechtění brambor na rezistenci vůči mandelince bramborové s využitím planých druhů. [online]. Top Crop Manager 32,2006. [cit. 17. 3. 2016]. Dostupné z <<http://www.agronavigator.cz/>>.
- Walle, S., Platt, B., Cattlin, N. 2008. Diseases, Pests and Disorders of Potatoes: A Colour Handbook. Manson pub. London. 240 s. ISBN: 978-1-84076-021-7.
- Wawrzyniak, M., Lamparski, R. 2008. Ocena działania wyciągów z wybranych roślin z rodziny wargowe [Labiatae] na zerowanie i rozwój stonki ziemniaczanej [*Leptinotarsa decemlineata* Say]. Progress in Plant Protection 48.(4): 1374-1377.

Wright, R. J. 1984. Evaluation of crop rotation for control of Colorado potato beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in commercial potato fields on Long Island. *Journal of Economic Entomology*. 77(5): 1254-1259.

Zehnder, G. W., Hough-Goldstein, J. 1990. Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) population development and effects on yield of potatoes with and without straw mulch. *Journal of Economic Entomology*. 83(5): 1982-1987.