

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Vliv ošetření na zdravotní stav rostlin bramboru
v podmínkách ekologického zemědělství**

Diplomová práce

Autor práce: Adam Zoglauer

Obor studia: Rozvoj venkovského prostoru

Vedoucí práce: Ing. Jaroslav Tomášek, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv ošetření na zdravotní stav rostlin bramboru v podmínkách ekologického zemědělství" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.4. 2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Jaroslavu Tomáškoví, Ph.D. za cenné rady, odborné připomínky a čas, který mi věnoval.

Vliv ošetření na zdravotní stav rostlin bramboru v podmínkách ekologického zemědělství

Souhrn

Diplomová práce pojednává o vlivu ošetření na zdravotní stav rostlin bramboru v podmínkách ekologického zemědělství. Práce je složena z teoretické a praktické části.

V teoretické části práce hovoří o taxonomii brambor a o jejich historii. Dále práce popisuje agrotechniku pěstování brambor v podmínkách ekologického zemědělství. Důležitá část této práce je věnována biologické ochraně brambor proti významnému škůdci, kterým je mandelinka bramborová. V závěru literární části práce je popsána fotosyntetická činnost rostlin bramboru hlíznatého.

Praktickou část této diplomové práce tvoří popis metod a výsledků pokusů, které byly provedeny v rámci Výzkumné stanice ČZU (Červený Újezd). V rámci pokusu byly pozorovány vlivy biologických preparátů určených na ochranu rostlin v podmínkách ekologického zemědělství na abundanci larev mandelinky bramborové a na výnosové faktory konzumních brambor. Za tímto účelem byly sestaveny 3 pokusné varianty. Dvě varianty byly ošetřené biologickými preparáty s obchodním názvem NeemAzal a Spintor. K porovnání sloužila kontrolní neošetřená varianta.

Použité biologické preparáty průkazně snížily výskyt larev mandelinky bramborové a současně eliminovaly i defoliaci porostu. V případě výnosových faktorů nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi pozorovanými variantami. Nicméně ošetřené varianty vykazovaly vyšší hmotnost a počet konzumních hlíz v porovnání s kontrolní variantou.

Klíčová slova: plíseň bramboru, škodlivost, instar, azadirachtin

The effect of treatment on the health of potato plants in the conditions of organic farming

Summary

The diploma thesis deals with the effect of treatment on the health of potato plants in the conditions of organic farming. The work consists of theoretical and practical part. The theoretical part of the thesis talks about the taxonomy of potatoes and their history. Furthermore, the work describes the agricultural techniques of potato growing in the conditions of organic farming. An important part of this work is devoted to the biological protection of potatoes against a significant pest, which is the potato beetle. At the end of the literature part, the photosynthetic activity of tuberous potato plants is described.

The practical part of this diploma thesis consists of a description of methods and results of experiments that were performed within the CULS Research Station (Červený Újezd). In the experiment, the effects of biological preparations intended for plant protection in the conditions of organic farming on the abundance of potato beetle larvae and on yield factors of ware potatoes were observed. For this purpose, 3 experimental variants were set up. Two variants were treated with biological preparations under the trade names NeemAzal and Spintor. The control untreated variant was used for comparison.

The used biological preparations demonstrably reduced the occurrence of potato beetle larvae and at the same time eliminated the defoliation of the stand. In the case of yield factors, no statistically significant difference was found between the observed variants. However, the treated variants showed a higher weight and number of drinking tubers compared to the control variant.

Keywords: potato blight, harmfulness, instar, azadirachtin

Obsah

1	Úvod	1
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	3
2.1	Hypotézy	3
2.2	Cíl práce	3
3	Literární rešerše	4
3.1	Taxonomie brambor	4
3.2	Historie brambor	4
3.3	Pěstování brambor v podmínkách ekologického zemědělství	5
3.4	Agrotechnika brambor v podmínkách ekologického zemědělství	6
3.4.1	Zpracování půdy	6
3.4.2	Příprava sadby	6
3.4.3	Výživa rostlin	7
3.4.4	Ochrana rostlin proti plevelným rostlinám	8
3.5	Významní škůdci brambor	8
3.5.1	Mandelinka bramborová	8
3.6	Ochrana rostlin proti škůdcům	9
3.6.1	Nepřímé metody	10
3.6.2	Přímé metody	11
3.7	Ochrana proti mandelince bramborové v EZ	11
3.7.1	Mechanická ochrana	11
3.7.2	Biologická ochrana	11
3.8	Přírodní insekticidy	12
3.8.1	NeemAzal	12
3.8.2	Spintor	12
3.9	Fotosyntetická produkce brambor	13
3.9.1	Teplota	14
3.10	Sklizeň brambor	14
4	Metodika	16
4.1	Charakteristika stanoviště	16
4.1.1	Klimatické podmínky	16
4.1.2	Půdní podmínky	18
4.2	Agrotechnika	18
4.2.1	Hnojení	19
4.3	Varianty pokusu	19
4.4	Odrůdy brambor	20

4.4.1	Charakteristika odrůdy	20
4.4.2	Pěstitelské pokyny	20
4.5	Popis použitých přípravků	20
4.5.1	NeemAzal	20
4.5.1.1	Charakteristika přípravku	20
4.5.1.2	Působení přípravku	21
4.5.2	Spintor	21
4.5.2.1	Charakteristika přípravku	21
4.5.2.2	Působení přípravku	21
4.6	Přístroj LC Pro+	22
5	Výsledky	23
5.1	Statistické zhodnocení výsledků	23
5.2	Hodnocení výskytu larev mandelinky bramborové	23
5.2.1	Vliv postřiku a termínu na výskyt larev mandelinky bramborové	25
5.3	Hodnocení výnosu hlíz	26
5.3.1	Počet hlíz	26
5.3.2	Hmotnost hlíz	28
5.4	Hodnocení transpirace a fotosyntézy	30
5.5	Hypotézy	33
6	Diskuze	34
7	Závěr	37
8	Literatura	38
9	Seznam tabulek a grafů	44
10	Samostatné přílohy	I

1 Úvod

Ekologické zemědělství je založené na principech, které jsou obecně v souladu s přírodou. Snahou ekologických zemědělců je chovat zvířata a pěstovat plodiny bez chemických přípravků a s ohledem na životní prostředí. V rámci pěstování rostlin se omezují ekologičtí producenti na prevenci, správnou agrotechniku, podporu přirozených nepřátel škůdců a také na správnou volbu odrůd, které však nesmí pocházet z geneticky modifikovaných zdrojů. Hospodaření je uzavřený koloběh, kdy je snahou zachovat půdní užítelnost a její biologickou diverzitu. (Taufarová et al. 2014).

Ekologická produkce je pravidelně kontrolována a na dodržování principů ekologického zemědělství dohlíží dozorčí orgány, které i udělují certifikaci statutu EKO (Diviš et al. 2011).

Brambory se svou důležitostí řadí k nejvýznamnějším zemědělským plodinám. Svým objemem produkce se považují hned vedle rýže, kukuřice a pšenice za jednu z nejpěstovanějších zemědělských plodin. Brambory mají schopnost produkovat více bílkovin a energie na jednotku plochy než jakákoliv jiná zemědělská plodina určená pro potravinářství. Další významnou vlastností brambor je rovnováha esenciálních aminokyselin, zejména lysinu (Baayen et al. 2006).

Roční spotřeba brambor na jednoho obyvatele České republiky je přibližně 65 kg. Většina vyprodukovaných brambor pochází z podmínek konvenčního zemědělství (Diviš 2012).

Podle Dvořáka et al. (2014) jsou brambory v podmínkách ekologického zemědělství pěstovány na pouhých 0,5 % plochy z celkové ekologické zemědělské půdy. Kvůli omezeným možnostem ochrany rostlin a vysokým nárokům na pěstování v režimu ekologického zemědělství je velice náročné produkovat v těchto podmínkách kvalitní bramborové hlízy s vysokou tržní hodnotou. V případě dostatečně zvládnutého managementu pěstování brambor v podmínkách ekologického zemědělství jsou brambory dobrou realizační plodinou, která zvyšuje ekonomickou rentabilitu podniku (Olle a kol. 2014).

V posledních letech bylo zaznamenáno u konzumentů zvýšení poptávky po kvalitních bio potravinách. Tato skutečnost dává možnost ekologickým producentům reagovat a zvýšit svou úroveň rentability. Současně se zvyšováním spotřeby bio produktů bylo vzneseno několik otázek, které jsou založeny na rozdílech mezi potravinami pocházejících z ekologického a konvenčního zemědělství. Existuje mnoho výzkumů, které jsou založeny na posuzování nutričních, hygienických, toxikologických a senzorických vlastnostech ekologické produkce.

Obečně lze říct, že potraviny pocházející z podmínek ekologického zemědělství by měly vykazovat nulové hodnoty chemických látek, jakými jsou rezidua dusičnanů, těžkých kovů a pesticidů ve svém obsahu. Bylo prokázáno, že bio potraviny vykazují zvýšení obsahu některých živin na jednotku hmotnosti v porovnání s konvenční produkcí (Čepl et al. 2012).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Hypotézy

- 1) Předpokládá se, že biopesticidy průkazně sníží abundanci larev mandelinky bramborové oproti neošetřené variantě.
- 2) Žír larev, tedy průkazně vyšší defoliace porostu způsobena mandelinkou bramborovou na neošetřené variantě, se projeví v nižším výnosu konzumních hlíz.

2.2 Cíl práce

Cílem práce bude zjistit, zda použitá ošetření mají vliv na fotosyntetickou produkci porostu brambor pěstovaných v podmínkách ekologického zemědělství. Dalším cílem práce bude vyhodnotit navržená ošetření vzhledem k rentabilitě produktu.

3 Literární rešerše

3.1 Taxonomie brambor

Lilek brambor někdy označován a nazýván jako brambor hlíznatý či brambor obecný latinsky *Solanum tuberosum* je rostlina víceletá z čeledi lilkovitých. V produkčním zemědělství je tato rostlina pěstována jako jednoletá plodina za účelem produkce hlíz určených k lidské výživě. V rámci globalizace se staly brambory jednou z nejdůležitějších zemědělských plodin. Hlízy brambor jsou bohaté na minerály, vitamíny a fotochemikálie, a jsou tedy velice prospěšné lidskému zdraví. Díky těmto vlastnostem se staly brambory základní potravinou v mnoha zemích v rámci celého světa. Procesem šlechtění rostlin dnes evidujeme na 200 odrůd brambor, které se navzájem liší varným typem a úrovní obsahu nutričních látek (Mettleq 2020).

3.2 Historie brambor

Kolébku „vzniku“ a následné zkulturnění brambor pro zemědělské účely je považována Jižní Amerika, konkrétně pohoří And, kde brambory rostly jako divoká rostlina. Právě v této nehostinné oblasti po staletí zastupují brambory hlavní složku v jídelníčku lidí, kteří obývají toto území. Samotný proces domestikace brambor je datován do období před 7000 – 9000 lety, který započal na území dnešního Peru a Bolívie v oblasti, kde se nachází jezero Titicaca. Brambory ve své plané formě zaujímají ve své původní domovině rozsáhlé území výskytu. Jejich rozšíření se neomezuje jen na tropické a subtropické oblasti, ale jejich růstovým podmínkám vyhovují polosuché oblasti s výskytem polopouští. Tento na pohled nepříznivý habitat vypovídá o odolnosti a adaptaci těchto rostlin a neméně na to poukazuje na jejich potenciál v oblasti výživy lidí. V závislosti na archeologické pozůstatky je evidentní, že tohoto potenciálu si lidé všimli již v období 1 až 600 let nl. Bylo nalezeno množství důkazů, které napovídají o skutečnosti, že v Jižní Americe, a to zejména v pobřežních oblastech, byl hojně rozšířen obchod s touto komoditou (Smith 2011).

Do Evropy byly brambory poprvé přivezeny v šestnáctém století během dobývání Nového světa Španěly. Ze Španělska se brambory rozšířili dále do dalších tehdy mocensky významných zemích, jakými byly Francie, Německo, Belgie, Holandsko a Švýcarsko. V důsledku tehdy kontroverzního postoje církve a nevzdělanosti širokého obyvatelstva byly brambory nepochopeny. Lidé dokonce v mnoha případech považovali brambory jako původce tuberkulózy, obezity, křivice, ale také jako původce války. Ve Skotsku dokonce tamější duchovní označili brambory jako nehodné lidské spotřeby. Tento počin byl obhajován absencí

zmínek této rostliny v biblických textech. Nicméně i přes snahu těchto církevních hodnostářů se staly brambory hojně pěstovanou plodinou, a to zejména v chudých venkovských oblastech a v zemích, kde lidé hladověli v důsledku probíhajících válek. Nejvíce závislou zemí na bramborách v Evropě se brzy stalo Irsko. Paradoxně Irsko díky bramborám překlenulo nejednu krizi, a to až do roku 1845, kdy země čelila největšímu hladomoru v moderních dějinách. Brambory byly pěstovány na většině území Irska, kde vytlačily původní plodiny a staly se tak majoritou v jídelníčku tamějšího obyvatelstva. Avšak společně s brambory byly Španěli do Evropy zavlečeni i škůdci a jiní patogeny, kteří parazitují na bramboře jakožto hostiteli a způsobují její zhoubu. Největšího rozvoje patogenity brambor bylo v Irsku zaznamenáno právě v roce 1845. V tomto roce došlo k masivnímu výskytu plísně bramborové, která způsobila zničení téměř veškeré úrody, na které bylo tamější obyvatelstvo zcela závislé (Rana & Singh 2014).

3.3 Pěstování brambor v podmínkách ekologického zemědělství

Produkce brambor v podmínkách ekologického zemědělství je procesem, během kterého je povinnost dodržovat zásady a principy ekologického zemědělství. V porovnání s konvenční výrobou je produkce brambor v procesu zpracování půdy a použití pratotechniky téměř totožná nicméně v procesu ochrany rostlin a její výživy se tyto typy zemědělství diametrálně liší. V podmínkách ekologického zemědělství je v rámci pěstování rostlin obecně zakázáno používání průmyslových hnojiv a většiny preparátů určených k jejich ochraně proti škůdcům. Výsledným produktem ekologicky pěstovaných rostlin by měly být potraviny, které jsou zdravotně nezávadné, a u kterých lze vyloučit kontaminaci chemikáliemi a karcinogenními látkami (Hausvater & Doležal 2016).

V rámci České republiky je roční spotřeba brambor připadající na jednoho obyvatele odhadována na 62 kg. Většina této spotřeby je pokryta konvenční produkcí brambor a jen malou částí, která vychází z ekologického zemědělství. S ohledem na rozvíjející trend spotřeby produktů pocházejících z ekologické produkce postupně vzrůstá i spotřeba ekologicky pěstovaných brambor. Při zachování tohoto trendu se postupně brambory stávají důležitou, ekonomicky rentabilní plodinou pro ekologické producenty. Úskalím pěstování brambor v ekologickém zemědělství spočívá ve variabilitě výnosu, která je závislá na jednotlivých ročnících ve spojitosti s proměnlivostí počasí daného roku. Dlouhodobým cílem pěstitelů brambor je snížení variability výnosu a zvýšení výtěžnosti hlíz (Hajšlová & Schulzová 2006).

3.4 Agrotechnika brambor v podmínkách ekologického zemědělství

S ohledem na omezené množství prostředků na ochranu rostlin pěstovaných v ekologickém zemědělství je zvláště potřeba dbát na preciznost provedení jednotlivých agrotechnických operací. Úroveň provedení jednotlivých agrotechnických opatření predikuje stupeň budoucího výnosu (Gheysen a Custers 2017).

3.4.1 Zpracování půdy

Příprava půdy je základním procesem během, kterého lze efektivně snížit úroveň zaplevelení budoucího porostu brambor (Dvořák & Bicanová 2007).

Podle Dvořáka et. al (2014) je první nenahraditelnou operací, která následuje po sklizni předplodiny podmítka. Kvalitně provedená podmítka je schopna podpořit udržení půdní vláhly a vzejití plevelných rostlin. Po podmítce následuje v určitém časovém odstupu orba. Touto operací dojde ke zničení vzešlého plevele a k zaklopení posklizňových zbytků, případně rostlin určených k zelenému hnojení nebo aplikovaného chlévského hnoje. První jarní agrotechnickou operací je smykování a vláčení. Tato operace se provádí po oschnutí na podzim vytvořených brázd tak, aby nedocházelo ke vzniku hrud, které by narušovaly provádění následných postupů. Současně se smykováním a vláčením dojde k podpoření vzházení plevelů, které se následně zahubí kypřením. Kypření se na lehkých půdách provádí většinou pouze jednou, avšak na těžších půdách je vhodné volit postupné kypření. Podstata tohoto postupu spočívá ve dvojitým kypření, kdy první se provádí do hloubky 8 až 12 cm a druhé hlubší 16 až 20 cm (Vokál 2013).

3.4.2 Příprava sadby

V podmínkách ekologického zemědělství platí obecně povinnost používat k pěstování ekologicky uznaný množitelský materiál což vyplývá i z legislativy státu. Toto pravidlo platí rovněž u sadby brambor, která musí také pocházet z ekologické produkce (Vyšniauskiene & Rančeliene 2013).

V případě, že se farmář rozhodne použít vlastní farmářskou sadbu je vhodné brambory před sázením roztřídit dle velikostí a také odstranit poškozené a napadené hlízy. Takto mechanicky ošetřená sadba je dobrým předpokladem budoucí úspěšné úrody. Obecně platí, že plného využití potenciálu dané odrůdy lze dosáhnout jedině tak, že budeme používat kvalitní, zdravou sadbu a zdržíme se přílišného použití velkého množství hlíz na jednotku plochy (Tamm & Amsler 2006).

K dosažení lepších pěstitelských výsledků je vhodné použít v procesu přípravy sadby tzv. „biologickou přípravu“. Jedná se o proces, kdy se brambory cíleně stimulují ke klíčení. Naklíčené brambory se vyznačují rychlejším vzcházením a lépe tak konkurují plevelným rostlinám. Další výhodou naklíčené sadby je produkce hmotnostně větších hlíz s vyšší pevností slupky, nižším obsahem nitrátů a vyšším obsahem vitamínu C (Diviš et al. 2011).

Dle Hamouze et. al. (2007) je vhodné s předklíčováním začít již 6 týdnů před plánovanou výsadbou. Během prvních deseti dnů necháváme hlízy klíčit ve tmě při teplotě 8 až 12 °C. Při dosažení velikosti klíčků 3 až 5 mm zvýšíme teplotu na úroveň 12 až 18 °C a současně začneme sadbu osvětlovat. Zhruba týden před výsadbou provedeme snížení teploty čímž docílíme otužení sadby.

Podle Hradila (2007) je vhodné během výsadby dodržovat vzdálenost řádků na úrovni 75 cm což zajistí lepší provzdušnění porostu a také snížení vlhkosti. Tento krok výrazně omezí výskyt plísní. Dále je potřeba zajistit dostatečné množství půdy nad hlízami, tak aby se eliminovalo jejich zelenání.

Vokál et al. (2003) doporučují zajistit vrstvu půdy v mocnosti 14 cm nad vysazenými hlízami, tak aby se zajistil jejich kvalitní růst a minimalizovalo jejich znehodnocení.

Brambory sázíme do předem dobře připravené půdy, která se drží na teplotní úrovni 8°C. V případě použití předklíčené sadby je možné provádět výsadbu již při 6°C. Termín sázení je krom teploty ovlivněn i vlhkostí půdy. Je nutné volit termín sázení, tak aby půda nebyla příliš mokrá, jinak by docházelo k tzv. zamazání hlíz a tím by se narušil celý proces vzcházení.

3.4.3 Výživa rostlin

Rostliny potřebují ke svému vývoji a růstu nejen optimální úroveň vnějších faktorů, kterými jsou teplota, voda, vzduch a světlo, ale i zástup dalších látek, které označujeme obecně názvem živinami. Tyto látky jsou chemické prvky běžně se vyskytující v půdě, které však zastupují v organismu svou nezastupitelnou roli (Kalina 2016).

V podmínkách ekologického zemědělství platí dodržování určitých zásad i v procesu výživy rostlin. Z důvodu zákazu používání průmyslových hnojiv je ekologické zemědělství v tomto směru omezeno pouze na použití hnojiv organického původu. Ekozemědělci využívají schopnost půdních mikroorganismů uvolňovat živiny pro rostliny tzv. procesem mineralizací. Množství uvolněného dusíku z aplikovaných hnojiv je závislé na objemu dodaného hnojiva a množství dusíku v něm obsaženého. Zvýšení aktivity mikroorganismů v mineralizačním procesu dosáhneme zvýšeným obsahem humusu v půdě a lepším provzdušněním (Lombardo & Zelasco 2016).

Množství živin, které je potřebné k optimální tvorbě hlíz je variabilní a mění se v závislosti na počasí, charakteru půdních podmínek a v konečné fázi na zvolené odrůdě. Průměrně spotřeba dusíku u brambor během vegetace dosahuje 80 až 130 kg na jeden hektar. V přepočtu na objem produkce (10 tun hlíz) je potřeba přibližně 40 kg dusíku, 8 kg fosforu, 70 kg draslíku, 8,5 kg hořčíku a 20 kg vápníku. Jak již bylo výše uvedeno v podmínkách ekologického zemědělství tvoří organická hnojiva základní zdroj živin pro pěstované plodiny. Diviš (2004) uvádí, že je vhodné brambory sázet na stanoviště po zhoršující předplodině. Před samotnou výsadbou je důležité vybrané pole dobře nahnojit. Jako hnojivo se nejčastěji v ekologickém zemědělství používá kvalitní chlévský hnůj, a to v dávce až 30 tun.ha⁻¹. V případě nízkého obsahu fosforu, draslíku a hořčíku v půdním profilu je možné aplikovat povolená minerální hnojiva přírodního původu nebo horninové moučky (Dvořák 2014).

3.4.4 Ochrana rostlin proti plevelným rostlinám

Podle Konvaliny et al. (2014) je po výsadbě brambor důležité hrůbky s hlízami pravidelně proorávat a vláčet. První proorávka se provádí přibližně za 7 až 10 dní po zasazení. Vláčení je velice důležitá operace, která aktivně reguluje klíčící plevelné rostliny a provzdušňuje půdu. Současně dochází ke strhnutí části hrůbků, kdy se sníží vrstva půdy nad zasazenými bramborami. Brambory se tak lépe prohřejí a vykazují vyšší rychlost vzcházení.

Proorávání a vláčení je možné provádět do doby, než dojde k vzejití rostlin. Časně vzešlé rostliny jsou vysoce citlivé k mechanickému poškození. Opětovně vláčet a proorávat lze až v momentě, kdy rostliny dosáhnou velikosti 5 až 10 cm. Při pozdější proorávce je velice důležité dbát na to, aby nedocházelo k poškozování rostlin.

(Šarapatka & Urban 2006).

3.5 Významní škůdci brambor

3.5.1 Mandelinka bramborová

Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*) je brouk z čeledi mandelinkovitých pocházející z Mexika. Odtud se dále tento škůdce šířil do Severní Ameriky, Asie a také Evropy. Mandelinka bramborová nadále expanduje téměř do všech oblastí světa souběžně s produkcí brambor (Alyokhin et al. 2008).

Velikost tohoto brouka je přibližně 12 mm. Zbarvení těla mandelinky je oranžové s výrazným podélným černobílým páskováním na krovkách. Dospělci přezimovávají v půdě, ze které vylézají na povrch, a to v období okolo května. Během vegetace kladou mandelinky vajíčka oranžového zbarvení na rub listů brambor. Larvy se vyznačují oranžovým zbarvením s černou hlavou a stejně zbarvenýma nohama. Jednotlivé tělní části jsou zdobeny černými tečkami. Na začátku vegetačního období se brouci drží ve skupinách a později se rozdělují a rozlézají. Brouci společně s larvami ožirají listy rostlin brambor a tímto chováním způsobují pěstitelům nemalé škody. Nejničivější jsou larvy třetího instaru. Larvy se kuklí v půdě. Vývoj mandelinky bramborové celkově trvá 4 až 6 dní (Alyokhin et al. 2013).

Mandelinka bramborová byla poprvé uznána jako škůdce brambor v roce 1861. Tento hmyz působil vysoké škody na porostech brambor po celém světě, což vedlo k nemalým ekonomickým ztrátám. Lidé byli nuceni zaměřit se na vytvoření účinné ochrany pěstovaných ploch proti tomuto škůdci. S pokrokem ve vědě a prudkým rozmachem chemického průmyslu došlo v brzké době k vytvoření prvních insekticidů. Tyto látky našly brzy uplatnění v zemědělství právě v boji s mandelinkou bramborovou. Tento jednostranný přístup ochrany vede nevyhnutelně k destrukci širokého spektra organismů na povrchu i vně zemědělské půdy. Tuto skutečnost se ekologické zemědělství snaží eliminovat a klade si za cíl udržet vysokou půdní diverzitu (Alyokhin et al. 2009).

3.6 Ochrana rostlin proti škůdcům

Ochrana rostlin proti napadení mandelinkou bramborovou je velice složitá z důvodu její schopnosti vytvořit si rezistenci vůči konvenčně používaným insekticidům. Nicméně v podmínkách konvenčního zemědělství nadále převládá trend používání těchto látek v boji s tímto škůdcem. V ekologickém zemědělství jsou insekticidy zakázané, a tak se zemědělci musí soustředit na jiné metody ochrany rostlin (Alyokhin et al. 2014).

Produkce brambor v podmínkách ekologického zemědělství a v konvenčním zemědělství si klade společně za cíl produkovat kvalitní hlízy s vysokým hektarovým výnosem. Nicméně prostředky používané k dosažení tohoto cíle se navzájem liší. Ekologické zemědělství je v základu postavené na způsobu hospodaření bez syntetických pesticidů. Základní forma ochrany rostlin v podmínkách ekologického zemědělství je rozdělena na dva základní směry. Tyto směry ochrany se dělí na metody přímé a metody nepřímé (Šarapatka & Urban 2006).

Ochrana rostlin v systému ekologického zemědělství je převážně zaměřena na metody nepřímé ochrany (Diviš 2004).

Metody nepřímé jsou založené na prevenci v boji se škůdci. Metody přímé jsou aplikovány ve fázi, kdy dojde k přemnožení škůdců a chorob nad úroveň zvládnutelnosti. Ochrana rostlin si klade za cíl pouze regulovat škůdce před jejich úplným vyhlazením (Šarapatka & Urban 2006).

Základní ochrana proti mandelince bramborové spočívá v ekologickém zemědělství na dodržování minimálně čtyřletého rozestupu mezi opakovanou výsadbou na jedné ploše. Dále je potřeba dodržovat minimální vzdálenost 500 m od plochy, kde byly brambory pěstovány předchozí rok. Mechanická ochrana je další účinnou cestou v boji s tímto broukem. Lze provádět jarní sběr brouků, kteří prezimovali v půdě, dále je možné ničit vajíčka a larvy vyskytující se na listech a v posledním případě je účinné i sklepávání larev z rostlin (Hausvater & Doležal 2013).

V posledních několika letech se na trhu objevují postřikové insekticidy, které jsou založené na přírodní bázi. Těmito povolenými přírodními postřiky jsou například Neem Azal a SpinTor (Tomášek et al. 2013).

Dalším způsobem ochrany porostů brambor spočívá v použití mulčovacího materiálu. Podle Dvořáka et al. (2015) lze touto metodou snížit nálet mandelinky bramborové na rostliny brambor a tím pádem snížit poškození porostů žírem. Bylo prokázáno, že parcely, které byly ošetřeny aplikací mulče vykazovali vyšší výskyt těchto organismů oproti kontrolní variantě. Současně byl zjištěn evidentně nižší počet larev na ošetřené variantě tímto způsobem oproti kontrolní. Tento pokus potvrzuje i Ghidui et al. (2011), který ve svém pokusu dospěl ke stejným výsledkům, které vysvětluje vyšším počtem predátorů mandelinky bramborové. Johnson et al. (2004) také pozorovali větší výskyt predátorů mandelinky bramborové jakými jsou například sluněčka sedmítečná na variantě, kde byl aplikován mulč. Této skutečnosti autoři přisuzují, že mulč zajišťuje vhodnější prostředí pro jejich rozmnožování a setrvání.

3.6.1 Nepřímé metody

Nepřímé metody ochrany rostlin spočívají v prevenci výskytu škodlivých organismů a současně jsou častěji uplatňovány v podmínkách ekologického zemědělství oproti metodám přímým. Do způsobu této ochrany například patří správný výběr odrůdy do dané oblasti a daným pěstebními podmínkami. Používání ověřené, zdravé certifikované sadby. Další nepřímou ochranou je správná agrotechnika, optimálně zvolená rotace plodin a péče o půdu (Olle et al. 2015).

3.6.2 Přímé metody

Mezi prvky přímé ochrany rostlin v podmínkách ekologického zemědělství řadíme prostředky biologické ochrany, prostředky chemické a mechanické. Dále v této skupině nalezneme organické přípravky a rostlinné oleje a výtažky. Schválení těchto přípravků podléhá přísné kontrole a zajišťuje jej Nařízení Rady č. 2092/ 91 v příloze II. (Přípravky a prostředky na ochranu rostlin). Seznam registrovaných přípravků pro Českou republiku vydává Státní správa rostlinolékařská (Šarapatka & Urban 2006).

3.7 Ochrana proti mandelince bramborové v EZ

Podle Hausvatera a Doležala (2013) je potřeba pro regulaci mandelinky bramborové využít kombinaci výše zmíněných přímých a nepřímých metod. Dále je potřeba provádět důslednou kontrolu porostů, a to ihned po vzejití. Diviš (2012) dodává, že tuto kontrolu je ideální provádět za slunečného a teplého počasí, kdy brouci mandelinky bramborové vylézají na vrcholky rostlin.

3.7.1 Mechanická ochrana

Mechanická ochrana rostlin proti napadení mandelinkou bramborovou spočívá ve sběru těchto brouků, a to zejména v měsíci květnu a červnu. V tomto období se právě vyskytují jarní brouci, kteří jsou základem pro budoucí generace. Je tedy potřeba zabránit kladení vajíček. Na menších plochách je možné provádět ruční sběr brouků, ale na větších plochách je potřeba využít mechanizaci. Existují různé typy strojů určené k mechanické likvidaci zástupců mandelinky bramborové založené na principu odsávání nebo sklepávání. Další možností mechanické ochrany jsou sítě, které brání náletům brouků a následnému kladení vajíček (Hausvater & Doležal 2013).

3.7.2 Biologické ochrana

Biologická ochrana brambor v podmínkách ekologického zemědělství spočívá ve využití přirozených nepřátel mandelinky bramborové. V Evropě se vyskytuje více než 200 druhů predátorů z kmene bezobratlých, kteří jsou schopni regulovat stavy mandelinky bramborové. Je zde snaha introdukovat do Evropy predátory ze Severní Ameriky. Jedním z nich

je například *Perillus bioculatus*. Tato dravá ploštice je ve spojených státech velice úspěšná v boji s mandelinkou bramborovou, nicméně v Evropských podmínkách pokusy o její úspěšné využití selhávají (Kennedy 2009).

V současné době probíhá výzkum v použití přípravků, které jsou založeny na bázi mikroorganismů, jakými jsou viry, houby a bakterie. Jak již bylo výše zmíněno jedním z těchto přípravků povoleným v České republice je Spintor. Tento přípravek obsahuje metabolity půdní bakterie *Sacharopolyspora spinosa* (Racca et al. 2014).

V Evropě je s úspěchem používán přípravek Novodor, který však u nás není zatím registrován. Tento přípravek obsahuje ve svém složení bakterie rodu *Bacillus thuringiensis* spp. *Tenebrionis*, které úspěšně napadají larvy mandelinky bramborové (Šarapatka & Urban 2006).

3.8 Přírodní insekticidy

Ekologičtí zemědělci mají zakázáno používat v ochraně rostlin konvenční insekticidy. V současnosti však existují i přírodní varianty těchto látek, které jsou v podmínkách ekologického zemědělství povoleny. V registru přípravků na ochranu rostlin jsou však schválené pouze dva přírodní insekticidy. Jedním ze dvou prostředků je insekticid s obchodním názvem NeemAzal a druhý s názvem Spintor (Konvalina et al. 2014).

3.8.1 NeemAzal

Látka NeemAzal je svým složením založena na přírodním výtažku z tropické rostliny s názvem *Azadirachta Indica*. Aplikační dávka tohoto přípravku je 2,5 l na jeden hektar, která se ředí vodou v objemu 500 litrů tak, aby se rozpuštěná látka rovnoměrně nanasla na co největší plochu rostlin (Boiteau 2008).

Tento přírodní insekticid se aplikuje na porost brambor ve dvou dávkách. Postřik se provádí v prvním a druhém larválním stádiu (Weber et al. 2006).

Podle Davidsona et al. (2016) je možné správnou aplikací insekticidu NeemAzalu dosáhnout 80 až 90% úmrtnost mandelinky bramborové na ošetřených plochách.

3.8.2 Spintor

Dalším schváleným přírodním přípravkem na ochranu rostlin proti mandelince bramborové je Spintor. Tento prostředek ve svém složení obsahuje látku spinosad, která vzniká fermentačními procesy v metabolismu bakterií pocházející z rodu *Sacharopolyspora spinosa*. Dávkování této látky je 0,15 litru na jeden hektar. Aplikace tohoto přírodního insekticidu

se provádí v ředěném roztoku s vodou tak, aby účinná látka tohoto preparátu byla rozptýlena na co největší možnou plochu rostlin. Brambory se během vegetace postříkují tímto prostředkem celkem dvakrát, a to v prvním a pak v druhém larválním stádiu (Garett & Mundt 2000).

3.9 Fotosyntetická produkce brambor

Základním biologickým dějem rostlin je tzv. fotosyntéza. Jedná se o proces, při kterém dochází k absorpci energie ze slunečního záření. Tato energie je následně uložena do chemických vazeb organických látek. Proces fotosyntézy lze rozdělit do dvou částí, a to na primární a sekundární část. Během primární (světelné) části fotosyntézy dochází právě k absorpci zmíněné energie do fotosyntetických pigmentů. Během této fáze se tvoří NADPH a ATP za současného uvolňování O₂. Druhou částí fotosyntézy je sekundární (temnostní) část, která ke svému procesu nevyžaduje světlo, nicméně probíhá i během dne. Proces sekundární části fotosyntézy probíhá ve stomatu rostlin. Během tohoto děje dochází k ukládání chemické energie získané během světelné části fotosyntézy v podobě ATP a NADPH fixací oxidu uhličitého do sacharidů (Zrůst 2001).

Základní zásobní látkou rostlin je škrob. Jedná se o polysacharid, který současně představuje jednu z nejdůležitějších složek lidské výživy. S ohledem na své jedinečné fyzikálně chemické vlastnosti se škrob využívá také v průmyslu, jakým je například papírnictví, farmacie, kosmetika a výroba biopaliv. S ohledem na důležitost škrobu v lidském životě je potřeba důkladně pochopit všechny faktory, které jsou zapojené do procesu biosyntézy škrobu. Jedině tak můžeme účinně navrhnout optimální zemědělské postupy, které si budou klást za cíl zvýšení produkce této látky (Gámez-Arjona 2011).

Zrůst (2001) ve své vědecké práci potvrzuje, že pouze výkonný fotosyntetický aparát rostlin schopný účinně pohlcovat a přeměňovat dopadající sluneční záření zabezpečí dosažení vysokých produkčních výnosů.

Proces fotosyntézy je řízen důležitými látkami, kterými jsou enzymy a biokatalyzátory. Jedná se o látky řídící metabolismus rostlin, které jsou po chemické stránce tvořeny jednoduchými a složenými bílkovinami. Úroveň rychlosti průběhu enzymatických reakcí je ovlivněna mnoha faktory, jakými jsou hodnota pH, teplota prostředí, množství enzymů, a výskyt inhibitorů. Pro samotný průběh fotosyntézy je také potřeba přítomnost pigmentů a fotoreceptorů, které jsou schopné zachycovat sluneční záření. Tato barviva jsou obsažena v zelených chloroplastech listů brambor. Jedná se o karotenoidy a chlorofyly. Jindy jsou tyto

látky také známy pod pojmem lipochromy. Koncentrace těchto látek v listech brambor je dána množstvím kyslíku a intenzitou slunečního záření. Během procesu fotosyntézy nedochází pouze k ukládání energie, ale zároveň probíhá i výměna O₂ a CO₂ mezi chloroplasty rostlin a vnějším prostředím (Hradilík 2003).

3.9.1 Teplota

Teplota je jedním z faktorů, který ovlivňuje průběh fotosyntetických procesů. Délka světelného dne je v přímé korelaci s teplotními podmínkami. K produkci hlíz je potřeba dosáhnout teploty minimálně 14 °C. Pro zabezpečení optimálních fyziologických funkcí rostlin je nejideálnější teplota během dne 20 °C a během noci 14 °C. V průběhu noci dochází k transportu a ukládání syntetizovaných látek do zásobních orgánů brambor (Jůzl et al. 2000).

Výnos brambor je závislý na hladině pohlcovaného slunečního záření rostlinami což je v přímé úměře s listovou plochou rostlin. Index listové plochy vyjadřuje poměr plochy listů k ploše půdy, na které je plodina pěstována (Čermák 2013).

Optimální pokryvnost listové plochy u rostlin brambor se pohybuje v rozmezí 3,5 – 4,5 m² na jeden m² obdělávané plochy. Ukládání zásobních látek do hlíz je z 90 % původem fotosyntetické asimilace (Zimolka et al. 2008).

3.10 Sklizeň brambor

Před sklizní brambor je potřeba provést určitá opatření, která zabrání rozvoji plísně bramborové a usnadní samotné vyorání hlíz. Jednou z těchto operací je rozbíjení natě. Tato operace se provádí nejčastěji mechanicky za pomoci různých drtičů či mulčovačů (Diviš et al. 2011).

Při sklizni je potřeba dbát o co nejmenší poškození hlíz tak, aby nedocházelo ke zhoršování jejich skladovacích schopností. Nejideálnějším způsobem sklizně je ruční sběr, který lze však praktikovat pouze na malých plochách. V případě velkoprodukce se využívá mechanizovaných sklízecích strojů, jakými jsou kombajny na sklizeň brambor a jiných samojízdných či tažených vyorávačů (Jůzl et al. 2000).

Brambory by se měly sklízet za suchého počasí a při nižší teplotě okolního vzduchu, která by měla být v rozmezí 10 až 20 °C. V opačném případě jsou brambory mnohem náchylnější na mechanické poškození a což vede ke zhoršení kvality sklizených hlíz (Zimolka et al. 2008).

Sklízet by se měly brambory s vyžralou a pevnou slupkou. Takové brambory vykazují nejdelsí skladovací schopnost. Je důležité také dohlížet na čistotu bedýnek, aby nedocházelo k přenosu různých chorob (Diviš 2012).

4 Metodika

Tato diplomová práce je založena na základě výsledků, které byly zjištěny během polního pokusu proběhlého na Výzkumné stanici katedry agroekologie a rostlinné produkce (KARP) ČZU v Červeném Újezdě v roce 2020.

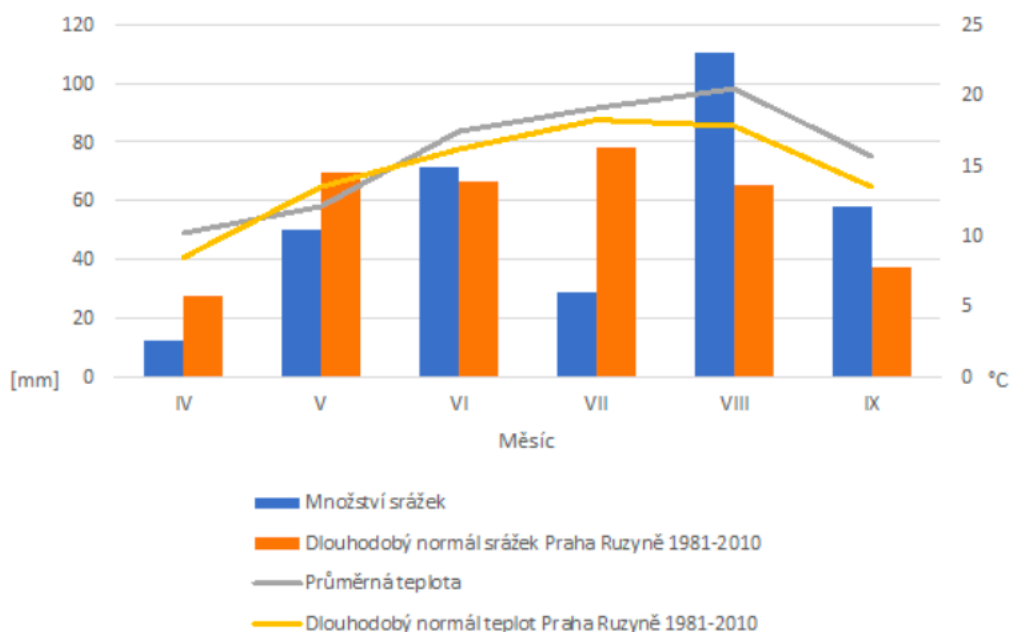
4.1 Charakteristika stanoviště

Výzkumné pracoviště v Červeném Újezdě bylo založeno v roce 1974. Na tomto experimentální pracovišti jsou realizovány vědecké projekty a granty kateder České zemědělské univerzity a doktorské, diplomové a bakalářské práce. Část pokusné plochy je vyčleněna i pro komerční využití jako jsou pokusy chemických a osivářských firem. Pokusná stanice se rozkládá na 30 hektarech z čehož pro vědeckou práci slouží 6 hektarů. Stanice je plně soběstačná v rámci technologie na zakládání, ošetřování a sklizeň pěstovaných plodin.

4.1.1 Klimatické podmínky

Výzkumná stanice v Červeném Újezdě je řazena do oblasti mírně suché, mírně teplé s převážně mírnou zimou. Stanice je položena v nadmořské výšce 398 m n.m. Průměrná délka slunečního svitu za rok je 1902 hodin. V rámci vegetačního období doba slunečního svitu činí 1396 hodin. Souhrn klimatických podmínek dávají vzniknout hnědozemím, popřípadě hnědozemím illimerizovaným vyluhováním svrchních půdních horizontů při současném posunu koloidních částic do spodních vrstev. Pokusné plochy jsou součástí takzvané Bělohorské plošiny s charakterem mírně zvlněným. Terén obdělávaných ploch je rovný, jednoduchý s expozicí převážně jižní. Průměrná nadmořská výška je 405 metrů n.m. s nejvyšším bodem 420 m n.m, kterým je vrcholek mírného svahu nacházející se na jižním okraji tohoto území. Pokryv je hluboký kvarterního charakteru vyznačující se dobrým zásakem srážek. Půdní substrát dobře váže vodu a vykazuje dobrou úroveň vnitřní drenáže. Území pokusných ploch v Červeném Újezdě je z hlediska geologického charakteru tvořené opukami se sprašovým překryvem.

Průběh počasí Červený Újezd duben-září 2020



Graf 1 Klimatické podmínky v lokalitě pokusu po celé období

Tabulka 1 Průběh počasí Červený Újezd v porovnání s průměrem (2020)

rok 2020	teplotní normál (°C)	prům. teplota (°C)	odchylka od normálu	hodnocení	srážkový normál (mm)	srážky (mm)	% normálu	hodnocení
leden	-1,4	1,31	2,7	nadnormální	22	8,0	36	normální
únor	-0,3	4,51	4,8	mimořádně nadnormální	20	56,9	285	mimořádně nadnormální
březen	3,6	4,95	1,4	normální	28	45,4	162	nadnormální
duben	8,5	10,24	1,7	nadnormální	28	12,6	45	podnormální
květen	13,5	12,14	-1,4	normální	70	50,4	72	normální
červen	16,2	17,45	1,2	nadnormální	67	71,8	107	normální
červenec	18,3	19,10	0,8	normální	78	29,2	37	silně podnormální
srpen	17,9	20,51	2,6	mimořádně nadnormální	66	110,9	168	nadnormální
září	13,5	15,74	2,2	silně nadnormální	38	58,1	153	nadnormální
říjen	8,5		-8,5		27		0	
listopad	3,1		-3,1		30		0	
prosinec	-0,3		0,3		28		0	
rok	8,4				502,0			

(Zdroj: Meteorologická stanice Červený Újezd, Normál Praha Ruzyně 1981 – 2010)

V období sadby (duben) byly teploty lehce nadprůměrné. Hovoříme zhruba o nárůstu teploty o 1,7 °C. V měsíci květnu došlo k mírnému ochlazení oproti teplotnímu normálu a to o 1,4 °C. Následující měsíce byly teplotně nadnormální a vykazovaly vyšší teplotní hodnoty v porovnání s teplotním normálem. V rámci srážkových hodnot byl měsíc duben výrazně podnormální, kdy v porovnání se srážkovým normálem vykazoval 45% snížení úhrnu srážek. V období od května do června se však tento stav stabilizoval a můžeme hovořit o tom, že úhrn srážek v těchto měsících byl na úrovni normálu.

V měsíci červenci došlo ke snížení úhrnu srážek o 37 % v porovnání se srážkovým normálem. Následující období až do sklizně však vykazovalo nadnormální stav, kdy úhrn srážek překročil hodnotu 150 % v porovnání se srážkovým normálem.

4.1.2 Půdní podmínky

Plochy pokusů jsou směřovány na východní stranu katastru obce Červený Újezd. Půda v rámci chemických vlastností vykazuje mírný obsah humusu, střední sorpční kapacitu s neutrální reakcí a nasycený koloidní komplex. Obsah fosforu a draslíku je dobrý.

4.2 Agrotechnika

Brambory jsou považovány za tzv. zlepšující plodinu. V osevním postupu se tedy zařazují po zhoršující plodině, kterou byla v tomto případě pšenice ozimá. Po sklizni pšenice byla provedena podmítka a orba.

Na jaře bylo provedeno urovnání pole a jeho prokypření. S ohledem na účel pokusu bylo zvoleno ruční sázení brambor tak, aby bylo eliminováno zkreslení výsledků. Hloubka výsadby byla zvolena v rozsahu 10–15 cm.

Před samotnou výsadbou byly brambory biologicky ošetřeny. Toto ošetření spočívalo ve vytvoření vhodných podmínek, které podmiňují hlízy ke klíčení. Proces předklíčování probíhal v rozsahu šesti týdnů před plánovanou výsadbou. Brambory byly rozloženy v bedýnkách ve vrstvě maximálně dvou brambor nad sebou. Sázení brambor bylo proběhlo v termínu 16.4. 2020. Měsíc po výsadbě, tzn. 16.5. 2020 probíhalo následné plečkování, které pomáhá prokypřovat meziřádkové prostory, regulovat růst plevelných rostlin a zamezovat evaporaci vody. Před sklizní byla odstraněna nať brambor, aby se usnadnilo jejich vyorání. Sklizeň proběhla 9. září 2020. Po vyorání byly brambory ručně sesbírány a uloženy do beden.

4.2.1 Hnojení

Základní hnojení proběhlo před plánovanou výsadbou brambor. Pokusná plocha byla ošetřena látkou PRP SOL v dávce $350 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jedná se o přírodní hnojivo, které obsahuje směs dolomitického vápence zdroj Ca a sedimentu, který je těžen z mořského dna (zdroj NaCl a Mg). Jedná se o hnojivo, které je založené na přírodních vstupech a z tohoto důvodu je vhodné pro použití v podmínkách ekologického zemědělství, kde trpíme nedostatkem povolených průmyslových hnojiv. Tento produkt je distribuován ve formě granulí hnědého zbarvení. Cílem tohoto preparátu je zvýšení půdní úrodnosti o důležité prvky ve výživě rostlin a zároveň zlepšit biologickou aktivitu půdy a její strukturu. Takto ošetřená půda by měla podmiňovat rostliny k lepšímu zakořenění a rychlejšímu vzcházení, což povede k bohatšímu kořenovému systému a vyrovnanému porostu pěstované plodiny. Dle výrobce by měl produkt RPR SOL také zvyšovat úroveň skladovatelnosti sklizené zeleniny. Hnojivo PRP SOL se aplikuje pomocí rozmetadla průmyslových hnojiv, v případě malých pokusných ploch aplikujeme preparát ručně. Hnojivo nelze rozpouštět ve vodě. V případě vyšších dávek hnojiva je lepší jej zapravit do půdy.

4.3 Varianty pokusu

V pokusné části byla sledována účinnost biologických insekticidů v boji proti mandelince bramborové, které jsou schváleny pro použití v podmínkách ekologického zemědělství. Pokusná plocha byla rozdělena na tři varianty. Délka varianty byla vždy 10 m a šířka 7,5 m. Tudíž celková výměra 75 m^2 představovala 10 řádků, které sloužily jako opakování jedné varianty. Varianty byly obdělány totožnými agrotechnickými postupy a byly osázeny stejnou odrůdou brambor. První pokusná varianta byla vedena jako kontrola, která nebyla ošetřena žádným přípravkem. Další varianta byla ošetřena insekticidem s obchodním

názvem NeemAzal v dávce 3,5 l.ha⁻¹ a třetí varianta produktem Spintor v dávce 0,15 l.ha⁻¹ a dávkou vody 200l.ha⁻¹. Aplikace dávek byla dle doporučení výrobce.

Současně s výskytem a aktivitou mandelinky bramborové byla sledována i fotosyntetická produkce brambor. Získaná data byla v závěru doplněna i výnosovými hodnotami.

4.4 Odrůdy brambor

4.4.1 Charakteristika odrůdy

Pro pokus byla vybrána odrůda brambor s obchodním názvem Bernina. Jedná se o poloranou odrůdu vyznačující se skvělou chutí, vysokou kvalitou a pevnou konzistencí. Brambory odrůdy Bernina jsou dlouze oválného tvaru se sytě žlutou dužinou a na povrchu hladkou slupkou. Tyto brambory jsou díky svému atraktivnímu vzhledu a výborným vlastnostem vhodné pro výrobu salátů. Další předností této odrůdy je nadprůměrný výnos a vysoká odolnost proti virovým a houbovým chorobám.

4.4.2 Pěstitelské pokyny

Brambory této odrůdy je vhodné pěstovat na půdách středně kvalitních s rovnoměrným zásobením vodou a živinami. Doporučený spon pro tuto odrůdu je 30–32 cm (50 000 rostlin na ha⁻¹). Tato odrůda se dále vyznačuje vynikajícím klidovým obdobím, a proto je vhodné před výsadbou provést u sadby tepelný šok.

4.5 Popis použitých přípravků

4.5.1 NeemAzal

4.5.1.1 Charakteristika přípravku

NeemAzal je selektivní insekticid založený na přírodní bázi distribuován ve formě emulgovaného koncentrátu. Tento přírodní insekticid je schválen pro použití v podmínkách ekologického zemědělství a je určen k ochraně rostlin nejčastěji brambor proti napadení mandelinkou bramborovou. Jeho účinek je především na larvy zmíněného škůdce.

4.5.1.2 Působení přípravku

Účinnou látkou tohoto biologického insekticidu je azadirachtin. Jedná se o výtažek rostliny s botanickým názvem *Azadirachha indica*. Už při nízké koncentraci v porostu NeemAzal je schopný regulovat růst mandelinky bramborové. V případě vyšších koncentrací již dochází k toxickým a sterilačním účinkům vůči škůdcům. Aplikace tohoto insekticidu probíhá ve zředěné formě postříkem na povrch rostlin, kde účinná látka následně proniká do listů za současné distribuci v celé rostlině. Škůdci se následným požerem kontaminují a dochází u nich k zastavení budoucí aktivity okusu listů.

4.5.2 Spintor

4.5.2.1 Charakteristika přípravku

Jako v předchozím případě se i u tohoto insekticidu jedná o přípravek, který je svým složením založen na přírodní bázi. Obsahuje účinnou látku zvanou spinosad. Jedná se o produkt, který je získáván během fermentačních pochodů bakterií rodu *Sacharopolyspora spinosa*. Bakterie tohoto druhu se běžně vyskytují v půdním edafondu. Účinná látka tohoto přípravku je spinosad. Jedná se o směs dvou chemických složek, spinosynu A a spinosynu D. Pro člověka a další savce je tento insekticid téměř netoxický.

4.5.2.2 Působení přípravku

Tento postřík je distribuován v podobě suspenzního koncentrátu, který se před samotnou aplikací ředí v předepsaném poměru s vodou. Následně je postřík aplikován na povrch rostlin. Tento přípravek se používá v boji proti škůdcům mnoha zemědělských plodin, kterými je například brukvovitá zelenina dále cibuloviny, papriky, rajčata a také brambory. Působení tohoto biologického insekticidu spočívá v ovlivnění svalové a nervové soustavy hmyzích konzumentů. Škůdce je napaden tímto insekticidem současně s příjmem potravy. V konečném důsledku dochází u napadených jedinců v krátké době po vystavení účinné látce spinosadu k hyperaktivitě neuronů což vede až k jejich úhynu.

4.6 Příklad LC Pro+

Intenzita fotosyntézy společně s rychlostí transpirace (E) determinují úroveň vitality rostlin. Současně mají významný vliv na celkový výnos plodiny. Měření intenzity fotosyntézy a rychlosti transpirace se provádí za pomoci infračerveného listového analyzátoru s technickým názvem LC Pro+. Tento přístroj analyzuje úroveň fyziologických pochodů v listech brambor bez potřeby poškození rostliny. Technický postup měření spočívá ve vsunutí plochy listu do komory přístroje LC pro+, ve kterém je přesně řízena teplota a světlo. Následně zařízení zaznamenává změny koncentrací hodnot CO₂ a vodních par proudících v komoře kolem listu. Měření probíhá za hustoty ozáření FAR 400 – 700 mm v rozptylu 0 – 2000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ a teplotních podmínek v rozsahu od -5 až do +50 °C. Měření hodnot je plně automatizované, stejně tak jako udržování podmínek v komoře. Hodnoty transpirace a asimilace jsou vyhodnocovány každých dvacet sekund. Koncentrace oxidu uhličitého je měřena za účasti infračerveného plynového analyzátoru. Obsah vody je kontrolován dvojicí vlhkostních senzorů. Zjištěná data jsou zapsána do interní paměti zařízení. Rychlost transpirace a fotosyntézy je měřena v jednotkách $\mu\text{mol}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}$. Proces měření probíhal ve večerních hodinách, přesněji mezi 20 a 23 hodinou za konstantní teploty 21 °C. Změřená data byla snímána v intervalu 20 minut. Každá varianta pokusu obsahovala 40 opakování. Měření probíhalo ve dnech 18.8, 19.8. a 20.8. roku 2020.

5 Výsledky

5.1 Statistické zhodnocení výsledků

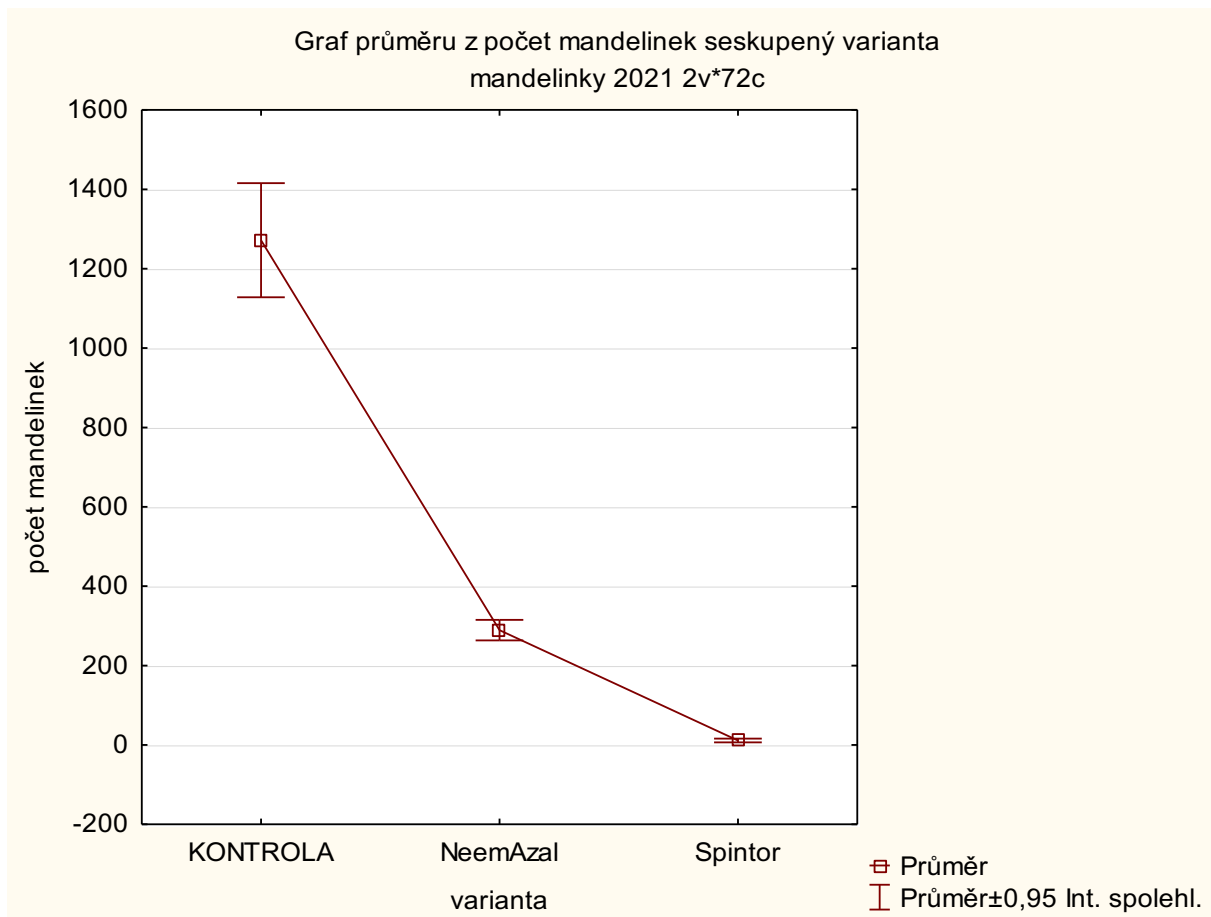
V roce 2020 byl proveden pokus v lokalitě Červeného Újezdu na pozemku výzkumné stanice ČZU. Následně byla sbírána data, která poté sloužila ke zhodnocení sledovaných parametrů pokusu. Diplomová práce byla zaměřena na sledování výskytu mandelinky bramborové v porostu rostlin brambor. Porost byl ošetřen dvěma přípravky, které jsou schválené pro použití v režimu ekologického zemědělství. Současně byla sledována intenzita fotosyntézy a rychlost transpirace pomocí přístroje LC Pro+. V závěru byla naměřená data doplněna o výsledky výnosových prvků. Hlízy byly tříděné do dvou frakcí, velkých (konzumních) hlíz a malých hlíz do 35 mm. U obou variant byl hodnocen počet hlíz a jejich hmotnost v rámci jednoho trsu.

Pro zpracování výše zmíněných parametrů byl použit program STATISTICA 12, verze 12.1. Pro statistické výstupy byl použit HSD Tukey test a ANOVA.

5.2 Hodnocení výskytu larev mandelinky bramborové

Tabulka 2 Klimatické podmínky v lokalitě pokusu po celé období

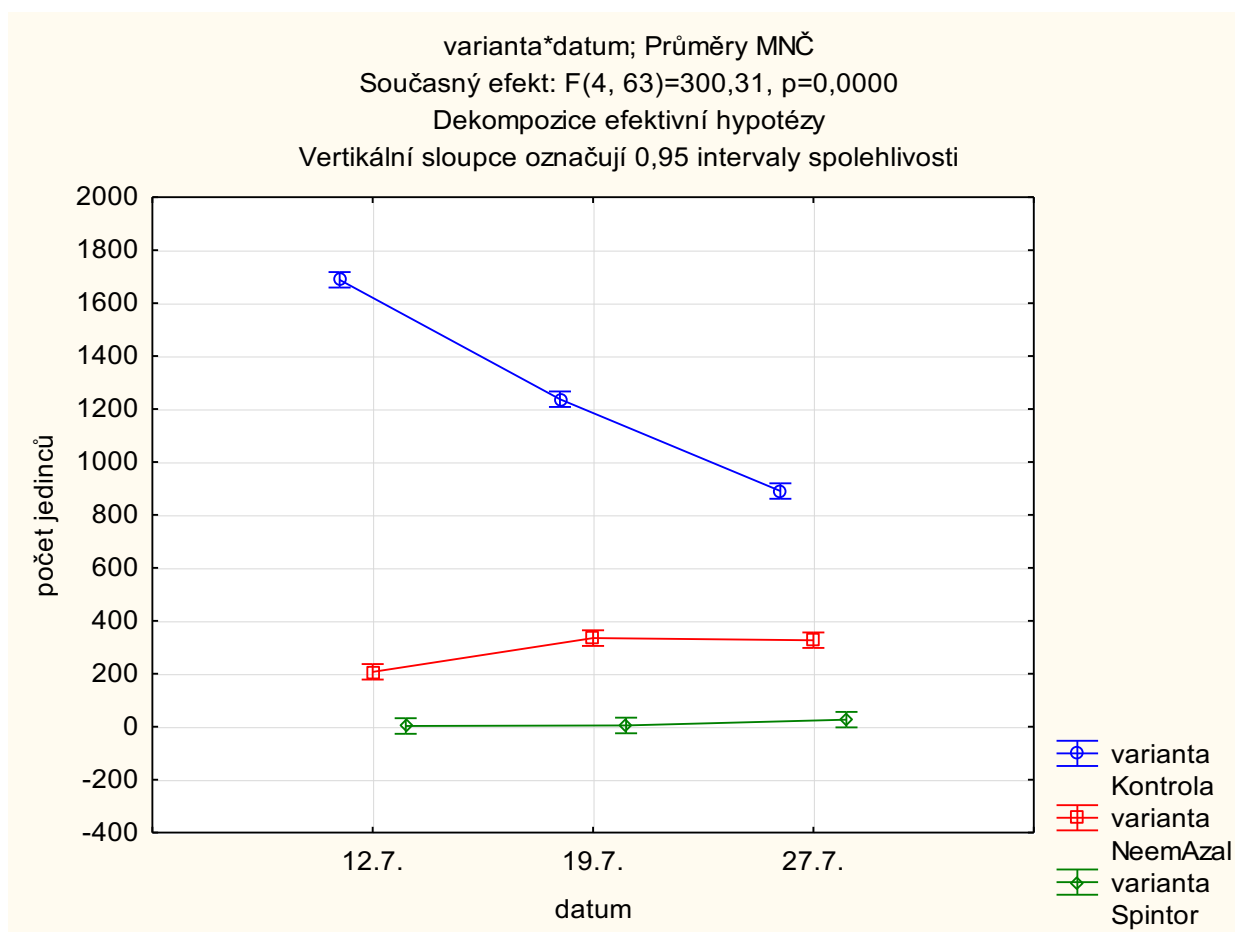
Č. buňky	varianta	počet mandelinek Průměr	Tukeyův HSD test; proměnná počet mandelinek (mandelinky 2021) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 39925,, sv = 69,000		
			1	2	3
3	Spintor	11,375	****		
2	NeemAzal	289,458		****	
1	KONTROLA	1271,667			****



Graf 2 Grafické znázornění výskytu larev mandelinky bramborové (ks.parcela⁻¹) nezávisle na termínu

V rámci hodnocení výskytu larev mandelinky bramborové vykazovaly varianty ošetřené biologickými insekticidy (NeemAzal a Spintor) průkazně nižší napadení tímto škůdcem v porovnání s kontrolní variantou (viz. tab. č. 2 a graf č. 2). Současně bylo zjištěno rozdílu i mezi zmiňovanými prostředky, kdy pokusná plocha ošetřená preparátem Spintor vykazovala průměrný počet mandelínek ve výši 11,375 ks.parcela⁻¹. Rostliny ošetřené konkurenčním preparátem s obchodním názvem NeemAzal vykazovaly průměrný počet larev mandelínek ve výši 289,458 ks.parcela⁻¹. Kontrolní varianta, na které nebyl aplikován žádný ochranný prostředek vykazovala nejvyšší výskyt larev mandelinky bramborové, a to v počtu 1271,667 ks.parcela⁻¹.

5.2.1 Vliv postřiku a termínu na výskyt larev mandelinky bramborové



Graf 3 Vliv postřiku a termínu na výskyt larev mandelinky bramborové

Pomocí vícenásobného testu ANOVA v programu Statistica 12 bylo zjištěno, že na množství larev porostu má vliv časový horizont ošetření. Počty larev byly sledovány 12.7. 2020 (5 dní po ošetření), poté 19.7. 2020 (13 dní po ošetření) a 27.7. 2020 (21 dní po ošetření). Graf č. 3 znázorňuje statisticky významné snížení počtu larev v kontrolní variantě mezi jednotlivými termíny měření. První generace larev škůdce postupně přecházela do dalších vývojových fází. Tím se snížil výskyt larev o 50 % a zároveň se zvýšil počet dospělých jedinců. Varianta ošetřená biologickým přípravkem NeemAzal v prvním termínu (12.7. 2020) vykazovala statisticky nižší průkaznost výskytu larev oproti následujícím termínům 19.7. 2020 a 27.7. 2020 Porost, který byl ošetřen biologickým přípravkem Spintor vykazoval nižší výskyt počtu larev oproti variantě, která byla ošetřena přípravkem NeemAzal. Můžeme říct, že tento fakt je umocněn tím, že varianta ošetřená přípravkem NeemAzal se nacházela nejbližší neošetřené kontrolní variantě, tzn. že mohlo dojít k mírnému přesunu larev.

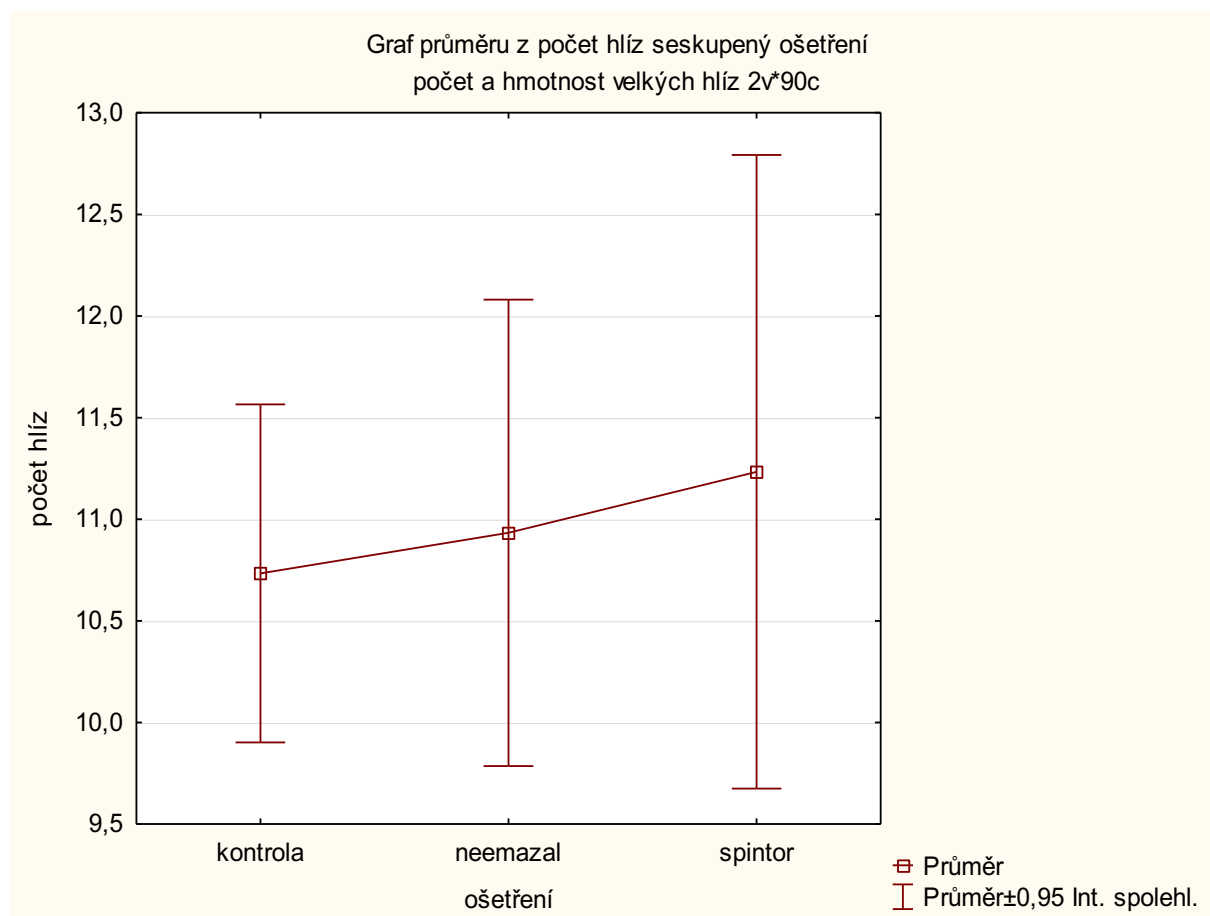
5.3 Hodnocení výnosu hlíz

Skližeň hlíz brambor byla uskutečněna 9.září 2020. Při sklizni byly hlízy tříděné do dvou frakcí. První frakce obsahovala velké, konzumní hlízy. Druhá frakce zahrnovala menší hlízy, a to o velikosti do 35 mm.

5.3.1 Počet hlíz

Tabulka 3 Počet ($ks.tr.s^{-1}$) velkých (konzumních) hlíz

Tukeyův HSD test; proměnná počet velkých hlíz Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 10,610, sv = 87,000			
Č. buňky	ošetření	počet hlíz Průměr	1
1	kontrola	10,73333	****
2	neemazal	10,93333	****
3	spintor	11,23333	****

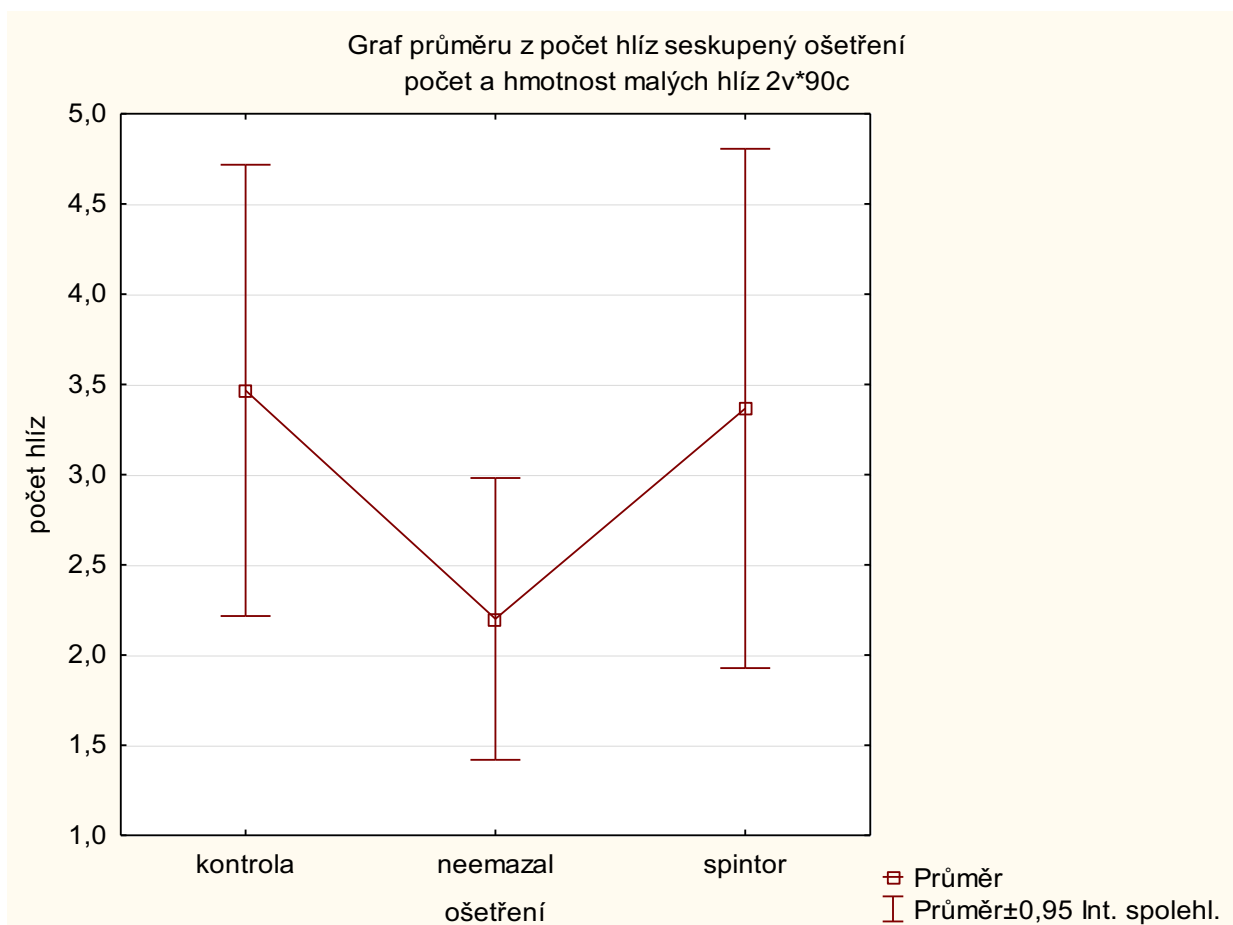


Graf 4 Počet ($ks.tr.s^{-1}$) velkých (konzumních) hlíz

V rámci hodnocení počtu velkých (konzumních) hlíz nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi kontrolní variantou a ošetřenou plochou biologickými prostředky na ochranu rostlin (viz. tab. č. 3 a graf č. 4). Zjištěné výsledky kolidovaly téměř na totožné hranici 11 ks.tr^s⁻¹ (kontrola 10,733ks.tr^s⁻¹, NeemAzal 10,933ks.tr^s⁻¹ a Spintor 11, 233ks.tr^s⁻¹).

Tabulka 4 Počet (ks.tr^s⁻¹) malých hlíz o velikosti do 35 mm

Tukeyův HSD test; proměnná počet malých hlíz Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 10,152, sv = 87,000			
Č. buňky	ošetření	počet hlíz Průměr	1
2	neemazal	2,200000	****
3	spintor	3,366667	****
1	kontrola	3,466667	****



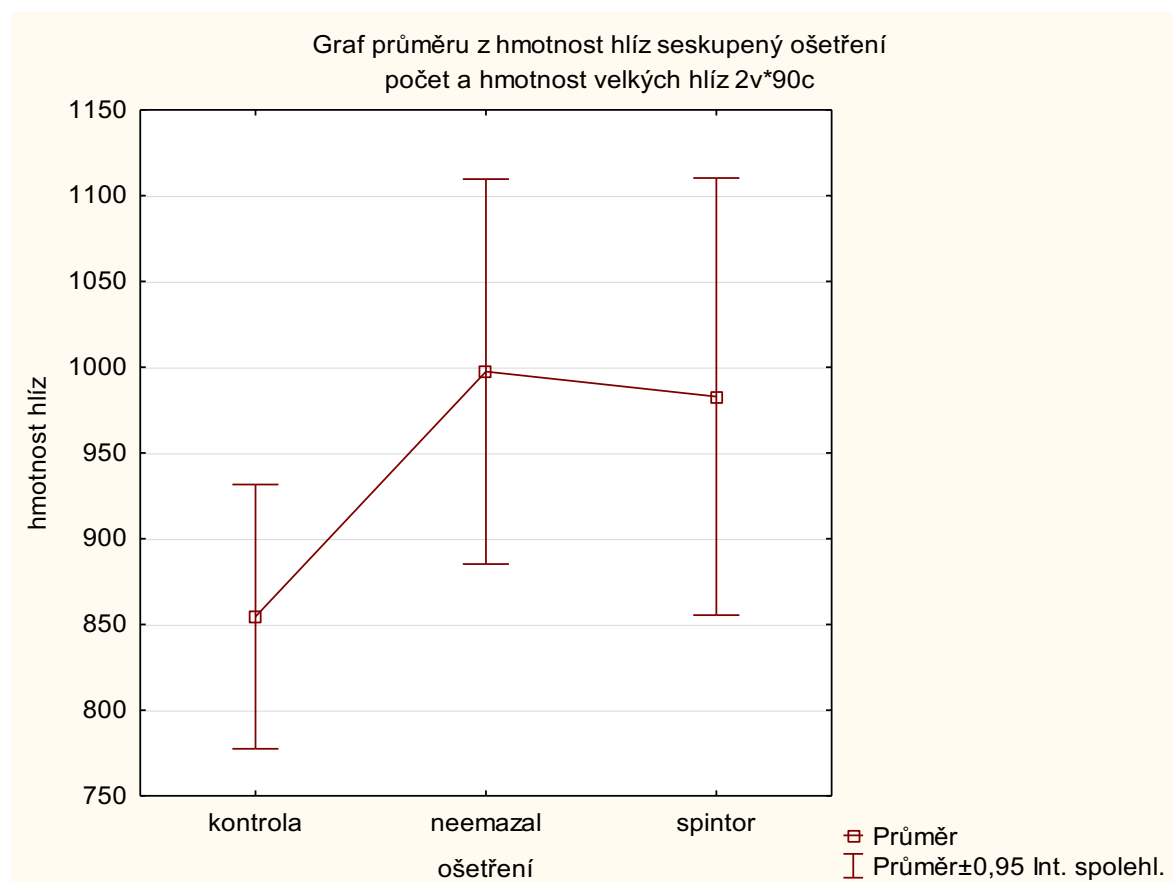
Graf 5 Počet (ks.tr^s⁻¹) malých hlíz o velikosti do 35 mm

Stejně tak jako v předchozím případě, tak ani v rámci hodnocení průměrného počtu malých hlíz nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. Zjištěné hodnoty se pohybovaly v rozmezí 2 až 3 ks.trs⁻¹. Pokusná plocha ošetřená prostředkem NeemAzal vykazovala hodnotu 2,2000 ks. U kontrolní Varianty bylo dosaženo průměrného počtu malých brambor na jeden trs v hodnotě 3,466 ks.trs⁻¹. Varianta ošetřena preparátem Spintor dosahovala obdobných hodnot 3,366 ks.trs⁻¹ (viz. tab. č. 4 a graf č. 5).

5.3.2 Hmotnost hlíz

Tabulka 5 Hmotnost (g.trs⁻¹) velkých (konzumních) hlíz

Tukeyův HSD test; proměnná hmotnost velkých hlíz Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 83153,, sv = 87,000			
Č. buňky	ošetření	hmotnost hlíz Průměr	1
1	kontrola	854,5333	****
3	spintor	982,8867	****
2	neemazal	997,4167	****

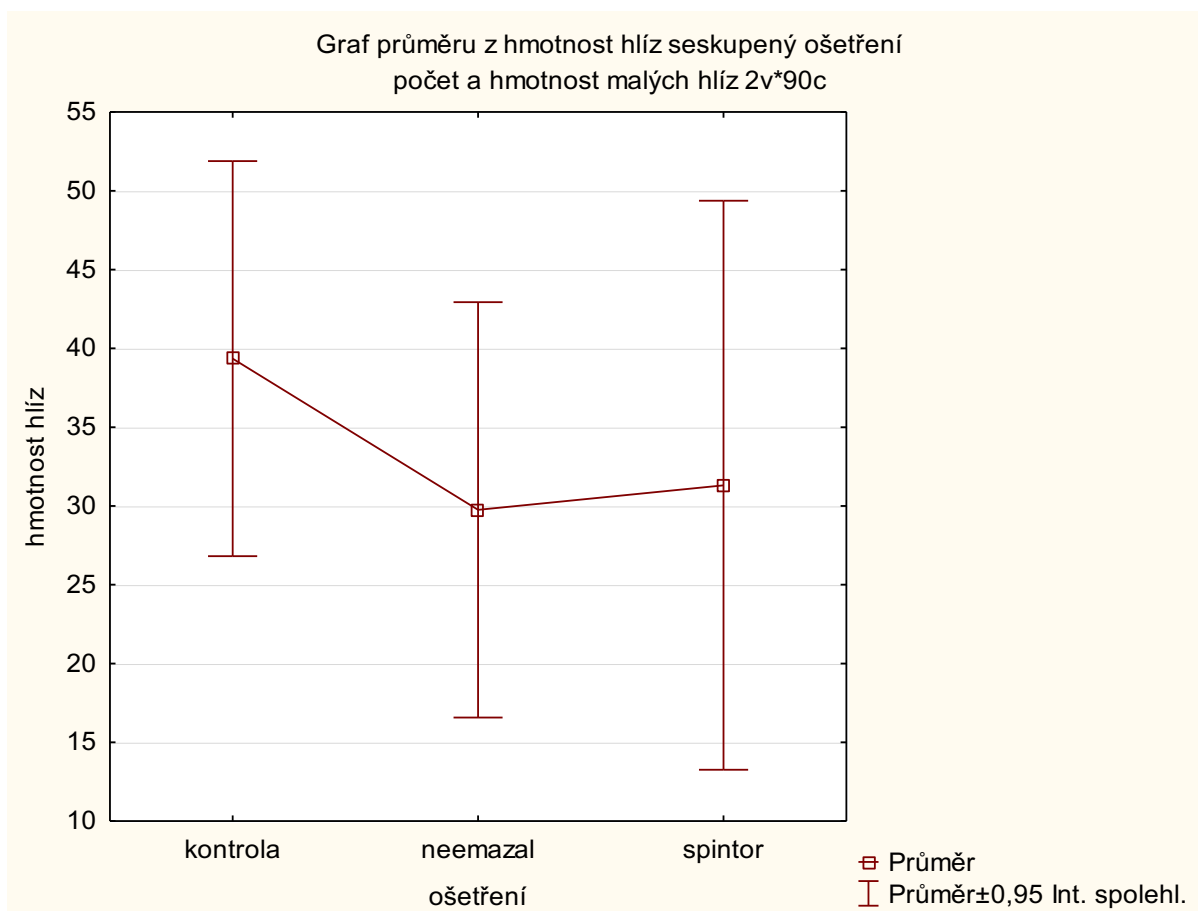


Graf 6 Hmotnost (g.trs⁻¹) velkých (konzumních) hlíz

V rámci hodnocení velkých konzumních hlíz nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými sledovanými variantami (viz. tab. č. 5 a graf č. 6). V rámci kontroly vykazovaly sklizené konzumní hlízy průměrnou hmotnost 854,533 g.tr^s⁻¹. Tato hodnota byla o několik desítek gramů nižší v porovnání s ošetřenými variantami. Rostliny, u kterých došlo k aplikaci biologických přípravků na ochranu rostlin (NeemAzal a Spintor) vykazovaly téměř totožné hodnoty průměrné hmotnosti konzumních hlíz, tj. 997,416 g.tr^s⁻¹ a 982,886 g.tr^s⁻¹.

Tabulka 6 Hmotnost (g.tr^s⁻¹) malých hlíz o velikosti do 35 mm

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná hmotnost malých hlíz (počet a hmotnost velkých hlíz) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1570,5, sv = 87,000		
	ošetření	hmotnost hlíz Průměr	1
2	neemazal	29,75333	***
3	spintor	31,31333	***
1	kontrola	39,35000	***



Graf 7 Hmotnost (g.tr^s⁻¹) malých hlíz o velikosti do 35 mm

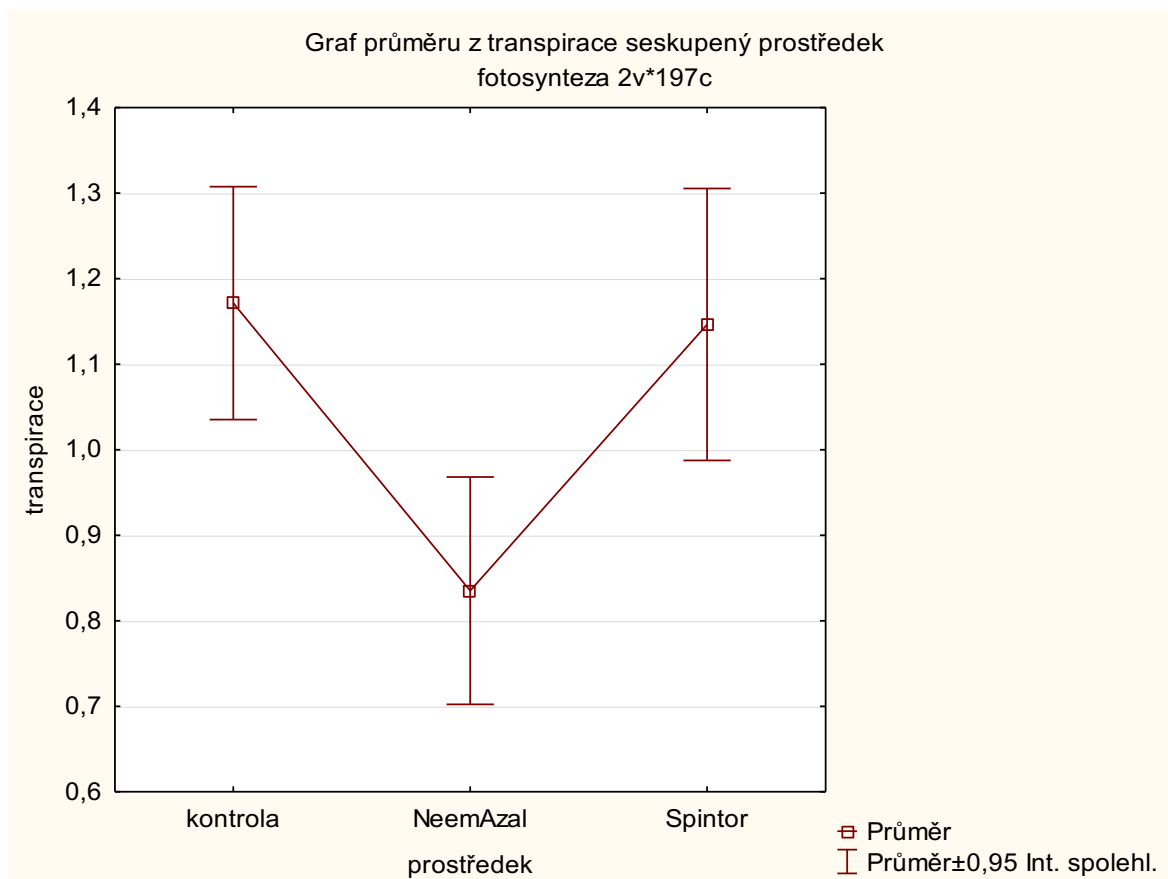
V rámci hodnocení hmotnosti malých hlíz do velikosti 35 mm nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ani u jedné z ošetřených variant vůči kontrole (viz. tab. č. 6 a graf č. 7). Pokusné plochy, které byly ošetřeny prostředky NeemAzal a Spintor vykazovaly průměrnou hmotnost hlíz do velikosti 35 mm 29,753 g.tr^s⁻¹ a 31,313 g.tr^s⁻¹. V případě kontrolní varianty dosahovaly malé hlízy do 35 mm průměrné hmotnosti 39,350 g.tr^s⁻¹.

5.4 Hodnocení transpirace a fotosyntézy

Teoretická část zahrnovala popis funkce přístroje LC Pro+, který dokáže změřit intenzitu fotosyntézy a rychlost transpirace. Oba faktory jsou důležitými ukazateli vitality rostlin brambor a těsně souvisí s jejich výnosovým potenciálem. Zjištěné hodnoty byly statisticky zpracovány a výsledné závěry jsou publikovány v tabulkách č. 7 a č.8 a grafech č. 8 a 9. Výsledky zahrnují průměry všech provedených měření.

Tabulka 7 Statistické zhodnocení rychlosti (g (H₂O).m⁻².h⁻¹) transpirace (E)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná transpirace (fotosynteza) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,34057, sv = 194,00			
	prostředek	transpirace Průměr	1	2
2	NeemAzal	0,835152		****
3	Spintor	1,146471	****	
1	kontrola	1,171429	****	

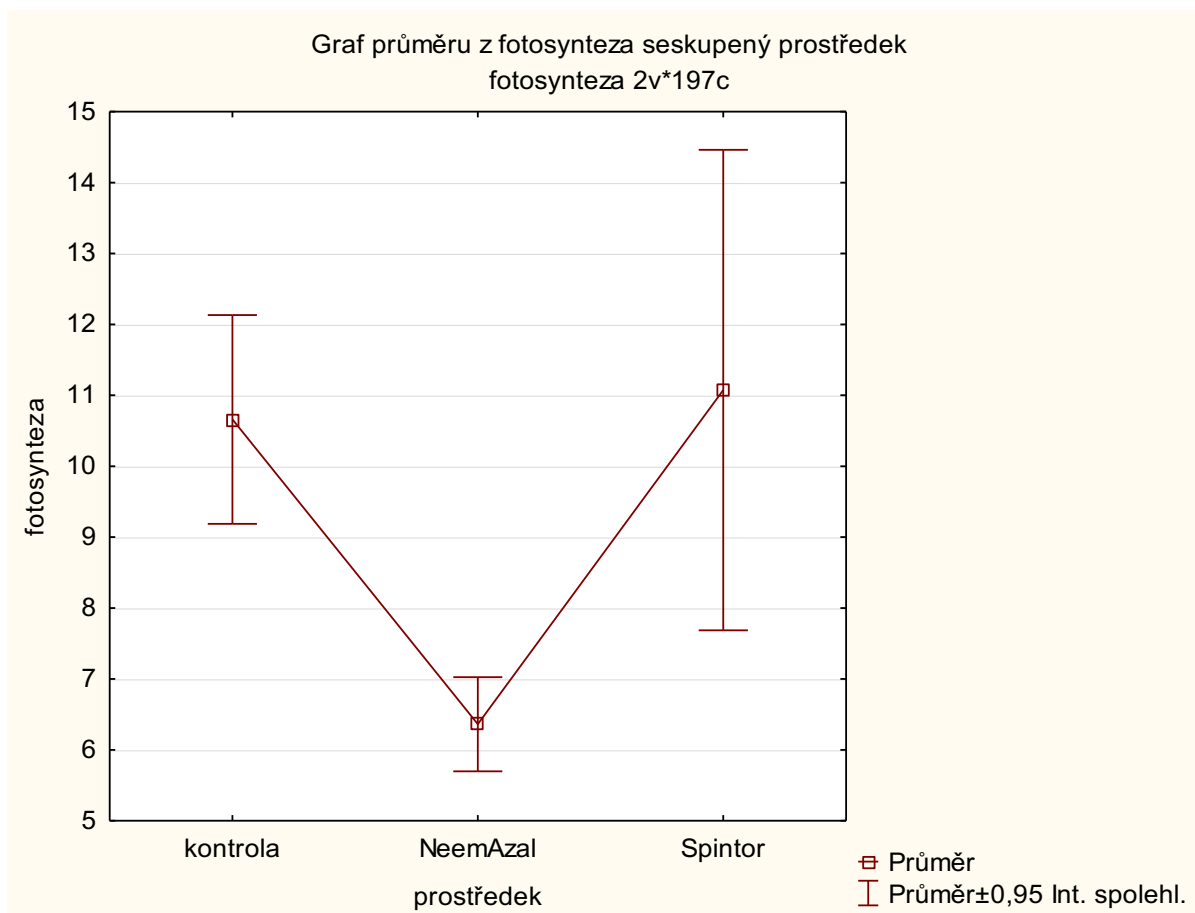


Graf 8 Rychlost transpirace ($g (H_2O).m^{-2}.h^{-1}$)

V rámci hodnocení rychlosti transpirace (E) vykazovala nejnižší hodnoty (0,835) varianta, která byla ošetřena biologickým prostředkem s obchodním názvem NeemAzal (viz. tab. č. 7 a graf č. 8). Tento výsledek v porovnání s kontrolní variantou a s variantou ošetřenou biologickým přípravkem Spintor vykazoval statisticky významný rozdíl. Hodnoty naměřené u kontroly a u varianty ošetřené Spintorem dosahovaly hodnot $1,171 g (H_2O).m^{-2}.h^{-1}$ a $1,146 g (H_2O).m^{-2}.h^{-1}$.

Tabulka 8 Statistické zhodnocení intenzity fotosyntézy ($mg CO_2.dm^{-2} listové plochy.hod^{-1}$)

Tukeyův HSD test; proměnná fotosyntéza (fotosyntéza) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 81,019, sv = 194,00				
Č. buňky	prostředek	fotosyntéza Průměr	1	2
2	NeemAzal	6,36212		****
1	kontrola	10,66032	****	
3	Spintor	11,07471	****	



Graf 9 Intenzita fotosyntézy ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \text{ listové plochy} \cdot \text{hod}^{-1}$)

V rámci hodnocení intenzity fotosyntézy (A) vykazovala nejnižší hodnoty (6,362) varianta, která byla ošetřena biologickým prostředkem s obchodním názvem NeemAzal (viz. tab. č. 8 a graf č. 9). Tento výsledek v porovnání s kontrolní variantou a s variantou ošetřenou biologickým přípravkem Spintor vykazoval statisticky významný rozdíl. Hodnoty naměřené u kontroly a u varianty ošetřené Spintorem dosahovaly hodnot 10,660 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \text{ listové plochy} \cdot \text{hod}^{-1}$ a 11,074 $\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \text{ listové plochy} \cdot \text{hod}^{-1}$.

5.5 Hypotézy

Hypotéza č. 1: Předpokládá se, že biopesticidy průkazně sníží abundanci larev mandelinky bramborové oproti neošetřené variantě.

Hypotéza č. 1 byla přijata.

V rámci hodnocení výskytu mandelinky bramborové byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi ošetřenými variantami biologickými insekticidy (NeemAzal a Spintor) v porovnání s kontrolní variantou.

Hypotéza č. 2: Žír larev, tedy průkazně vyšší defoliace porostu způsobena mandelinkou bramborovou na neošetřené variantě, se projeví v nižším výnosu konzumních hlíz.

Hypotéza č. 2 byla vyvrácena.

V případě hodnocení počtu a hmotnosti velkých konzumních hlíz nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými sledovanými variantami. Nicméně varianty ošetřené biologickými prostředky NeemAzal a Spintor vykazovaly vyšší hmotnost v porovnání s kontrolou.

6 Diskuze

V současné době je hlavní kontrolní strategií v boji proti mandelince bramborové použití pesticidů Zabel (2002).

Autoři Graphius & Douches (2008) ve své práci pojednávají o tom, že ačkoliv došlo při použití insekticidů k drastickému snížení populace tohoto škůdce, byl pozorován i vývoj rezistence vůči použitým látkám. Mandelinka bramborová si byla schopna díky své genetické adaptibilitě vytvořit rezistenci vůči většině registrovaným insekticidům.

Alyioghin et al. (2008) hovoří o tom, že zvýšená dávka zajistí pouze krátkodobou úlevu porostu, avšak zapříčiní zvýšení rychlosti vývoje rezistence u mandelinky. Obavy z vlivu chemických pesticidů ve vztahu k životnímu prostředí zapříčiňují preferenci použití biologických preparátů v boji proti mandelince bramborové.

V rámci hodnocení výskytu larev mandelinky bramborové vykazovaly varianty ošetřené biologickými insekticidy (NeemAzal a Spintor) průkazně nižší napadení larvami v porovnání s kontrolní variantou, a to v případě přípravku spintor o 99 % a u látky NeemAzal o 77 %. Současně bylo zjištěno rozdílu i mezi zmiňovanými prostředky. Kontrolní varianta, na které nebyl aplikován žádný ochranný prostředek vykazovala nejvyšší výskyt jedinců mandelinky bramborové.

Masivní výskyt larev mandelinky bramborové byl také podpořen příznivými klimatickými podmínkami, které panovaly během vegetace. V porovnání s teplotním normálem bylo zaznamenáno v letních měsících teplotní zvýšení o 1,53 °C (viz. tab. č. 1). Úhrn srážek byl naopak nižší. Tyto skutečnosti dávají předpoklad k výrazné expanzi mandelinky bramborové.

Autoři Jonsson et al. (2013) ve své publikaci pojednávají o tom, že i mírné zvýšení teploty má významný vliv na výsledný počet generací mandelinky bramborové v průběhu vegetace, což v konečném důsledku rozhoduje o samotném stupni napadení rostlin brambor.

Kühne et al. (2013) ve své práci hodnotí účinnost různých biologických preparátů na ochranu rostlin proti mandelince bramborové. Během polního pokusu použili preparát NeemAzal a Spintor a následně hodnotili výskyt mandelinky bramborové. Již po jedné aplikaci zmíněných přípravků bylo zaznamenáno snížení výskytu škůdce v rozsahu téměř 80 %. K tomuto závěru jsme dospěli i my během našeho pokusu.

Hiisaar et al. (2000) hodnotili ve své práci účinnost preparátu NeemAzal v různých koncentracích s vodou. I při nižší koncentraci účinné látky dosahovali vysoké účinnosti v procesu eliminace mandelinky bramborové.

Námi zjištěný výsledek potvrzuje také studie od autora Bozsik (2001), který ve své práci došel k závěru, že zmíněné preparáty úspěšně eliminují všechna vývojová stadia mandelinky bramborové.

Dvořák & Mičák (2013) hodnotí ve své práci účinnosti přípravku NeemAzal na stanovišti v Úhrněvsi (2009-2011). S ohledem na zjištěná data lze s určitostí potvrdit účinnost této látky v boji proti mandelince bramborové.

V další práci byl pozorován vliv preparátu NeemAzal a dalších biologických prostředků na výskyt počtu larev mandelinky bramborové v porostu. V závěru této studie nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ve variantách, což je v rozporu s naším zjištěním, nicméně i přes tuto skutečnost vykazovala varianta ošetřená přípravkem NeemAzal nejnižší počet larev ze všech použitých prostředků. Autoři této studie hovoří o tom, že ve sledovaném roce byl nízký tlak mandelinky bramborové, což způsobilo v jejich výzkumu malý rozdíl mezi variantami (Tomášek & Dvořák 2009).

Účinnost přípravku Spintor je publikována ve výzkumu autoru Byrne et al. (2001), kteří v závěru své práce uvádějí statisticky významný rozdíl mezi neošetřenou variantou a variantou ošetřenou preparátem Spintor v rámci napadení mandelinkou bramborovou. Touto skutečností potvrzují naše zjištění.

Defoliace rostlin mandelinkou bramborovou může významně snížit produkci hlíz (Kennedy 2009). V případě, že u rostliny dojde ke ztrátě listů přesahující více než 75 % je velice pravděpodobné, že poškozená rostlina zahyne (Alyokhin et al. 2013).

V rámci pěstitelské praxe je žádoucí, aby produkovali, co největší počet velkých hlíz s vyšší hmotností na jeden trs. Slattery (2016) ve své vědecké práci uvádí, že klíčovým faktorem, který významně ovlivní výnos konzumních hlíz brambor je kvalitní ošetření porostu brambor. Tuto skutečnost potvrzují autoři Hausvater a Baštová (2018), kteří v závěru své vědecké práce pojednávají o tom, že pouze optimální postřikový program, který je složen z vhodných účinných preparátů se správnou dobou aplikace, je schopen ochránit brambory a zajistit pro pěstitele vysoký výnos.

Tomášek a Dvořák ve své práci z roku 2009 prezentují výsledky vlivů ošetřených variant porostů různými biologickými preparáty na výnosové faktory brambor. Během této studie došli k závěru, že statisticky významně nejvyššího výnosu (tržního) dosahovala neošetřená varianta (kontrola). Druhá varianta ošetřená prostředkem NeemAzal dosahovala druhých nejvyšších výnosových hodnot. Vůči kontrole však tato varianta vykazovala větší počet menších hlíz a vyšší strupovitost. Naopak v našem výzkumu bylo zjištěno, že varianta

ošetřená prostředkem NeemAzal vykazovala menší počet malých hlíz v porovnání s kontrolní variantou. Toto zjištění však nebylo statisticky průkazné.

Autoři Singh et al. (2001) říkají, že v případě zvýšené defoliace dojde ke zvýšení fotosyntetické činnosti ve zbývajících mladých listech rostliny. V poškozených rostlinách současně vzroste počet chloroplastů. Po dokončení růstu mladých listů dojde k zesílení aktivity chloroplastů. Tento proces je schopný plnohodnotně kompenzovat vzniklé ztráty v důsledku defoliace pouze do určité úrovně poškození. V případě defoliace spodních listů rostliny bylo zaznamenáno snížení sušiny až o 40 %. Současně došlo k úměrnému poklesu výnosu hlíz. V dalším pokusu došlo k umělému odstranění listů, kdy byly ponechány pouze ve středu rostliny. V důsledku toho došlo ke snížení sušiny o 70 %. Horní listy tvoří pouze 30 % z celkové listové plochy rostliny. Navzdory nižšímu procentu listové plochy však vykazují zvýšenou činnost fotosyntézy a tím významně ovlivňují výnosové faktory.

Námi zjištěné výsledky jsou však v částečném rozporu s předchozím výzkumem. Neošetřená kontrolní varianta nevykazovala i přes masivní defoliace sníženou činnost fotosyntézy v porovnání s ošetřenými variantami. Naopak nejnižší hodnotu intenzity fotosyntézy a rychlosti transpirace vykazovala ošetřená varianta přípravkem NeemAzal. Středních hodnot těchto parametrů bylo zaznamenáno u druhé ošetřené varianty látkou Spintor. Kontrolní varianta paradoxně vykazovala nejvyšší stupeň fotosyntetických činností. Dá se předpokládat, že toto zjištění je způsobeno tím, že poškozená rostlina má snahu v rámci zbylé nepoškozené listové plochy substituovat vzniklou ztrátu tím, že zvýší počet chloroplastů a zároveň zesílí jejich aktivitu (Singh et al. 2001).

Ačkoliv došlo k výraznému poškození listové plochy mandelinkou bramborovou u kontrolní varianty, zároveň bylo zaznamenáno snížení fotosyntetické činnosti u ošetřených variant, nedošlo však k podstatnému ovlivnění výnosových faktorů. V případě počtu velkých hlíz na jeden trs vykazovaly ošetřené varianty nejvyšší hodnoty v rámci tohoto ukazatele v porovnání s kontrolou. Zjištěná měření jsou vztažena na výnos jednoho trsu rostliny.

7 Závěr

Předmětem této diplomové práce bylo zjistit, zda použítá ošetření mají vliv na fotosyntetickou produkci porostu brambor pěstovaných v podmínkách ekologického zemědělství. Současně byly pozorovány vlivy navržených ošetření k rentabilitě produktu. Předpokládali jsme, že použité biopesticidy průkazně sníží abundanci larev mandelinky bramborové na ošetřených variantách. Zároveň byl pozorován vliv vyšší defoliace porostu na výnosové faktory konzumních hlíz.

V rámci fotosyntetické činnosti byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi ošetřenými variantami přípravky NeemAzal a Spintor v porovnání s kontrolou. Nejvyšší hodnoty intenzity fotosyntézy (A) byly naměřeny u varianty ošetřené přípravkem Spintor ($11,074 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \text{ listové plochy} \cdot \text{hod}^{-1}$).

V případě hodnocení hmotnosti velkých konzumních hlíz nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými sledovanými variantami. Rostliny, u kterých došlo k aplikaci biologických přípravků na ochranu rostlin (NeemAzal a Spintor) vykazovaly téměř totožné hodnoty průměrné hmotnosti konzumních hlíz, tj. $997,416 \text{ g} \cdot \text{trs}^{-1}$ a $982,886 \text{ g} \cdot \text{trs}^{-1}$. V rámci kontrolní varianty vykazovaly sklizené konzumní hlízy průměrnou hmotnost $854,533 \text{ g} \cdot \text{trs}^{-1}$. Tato hodnota byla o několik desítek gramů nižší v porovnání s ošetřenými variantami.

V rámci hodnocení počtu velkých hlíz nebyl rovněž zjištěn statisticky významný rozdíl mezi ošetřenými a kontrolní variantou. Zjištěné výsledky vykazovaly téměř totožné výsledky (kontrola $10,733 \text{ ks} \cdot \text{trs}^{-1}$, NeemAzal $10,933 \text{ ks} \cdot \text{trs}^{-1}$ a Spintor $11,233 \text{ ks} \cdot \text{trs}^{-1}$).

V rámci hodnocení výskytu mandelinky bramborové vykazovaly varianty ošetřené biologickými insekticidy (NeemAzal a Spintor) statisticky průkazně nižší napadení tímto škůdcem v porovnání s kontrolní variantou. Současně bylo zjištěno rozdílu i mezi zmiňovanými prostředky, kdy pokusná plocha ošetřená preparátem Spintor vykazovala průměrný počet mandelinek ve výši 11,375 ks. Rostliny ošetřené konkurenčním preparátem s obchodním názvem NeemAzal vykazovaly průměrný počet mandelinek ve výši 289,458 kusů. Kontrolní varianta, na které nebyl aplikován žádný ochranný prostředek vykazovala nejvyšší výskyt jedinců mandelinky bramborové.

Závěrem lze říct, že při použití pozorovaných bioinsekticidů (NeemAzal a Spintor) lze účinně snížit abundanci larev mandelinky bramborové a tím i defoliaci porostu. Aplikace těchto prostředků může mít i příznivý vliv na hmotnost a počet konzumních hlíz a tím zvýšit potencionální výnos a rentabilitu plodiny.

8 Literatura

- Alyokhin A, Baker M, Mota-Sanchez D, Dively G, Grafius E. 2008. Colorado Potato Beetle Resistance to Insecticides. *American Journal of Potato Research* **6**:395-413.
- Alyokhin A, Monta-Sanchez D, Baker M, Snyder WE, Menasha S, Whalon M, Dively G, Moarsi WF. 2014. The Red Queen in a Potato Field: Integrated Pest Management Versus Chemical Dependency in Colorado Potato Beetle Control. *Pest Management Science* **71**:343-356.
- Alyokhin A, Udalov M, Benkovskaya G. 2013. The Colorado Potato Beetle. Pages 11-30 in Giordanengo P, Vincent C, Alyokhin A, editors. *Insect Pests of Potato: Global Perspectives on Biology and Management*. Elsevier. Oxford.
- Alyokhin A. 2009. Colorado potato beetle management on potatoes: current challenges and future prospects. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology* **3**:10-19.
- Baayen RP, Cochius G, Hendriks H, Meffert JP, Bakker J, Bekker M, van den Boogert PH, Stachewicz H, Leeuwen GCM. 2006. History of potato wart disease in Europe - a proposal for harmonisation in defining pathotypes. *European Journal of Plant Pathology* **1**:21-31.
- Boiteau G. 2008. Status of insect pest management in organic potato production. *Cahiers Agricultures* **4**:382-387.
- Bozsik A. 2001. Efficiency of neemazal-t/s against colorado potato beetle. *J Insect Science. Hungary*. 1:7.
- Byrne A, Bishop B, Pett W, Grafius E, Lekovish J, Najera M, Banyai S, Dayrell E, Osborn M, Partlow E, Peterson J, Shunn S, Watkins J, Harwel A, Nelson P. 2001. Colorado potato beetle control 2000. Department of Entomology. Michigan State University **47**:1-3.
- Čepl J, Červínová E, Čížek M, Domkářová J, Exnarová J, Greplová M, Hausvater E, Krpálková A, Vokál B, Zášková J. 2012. *Máme rádi brambory*. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky, Praha.

Čermák V. 2013. Aktuální znění standardu GAEC 2 od 1.1.2013. Bramborářství. INTERES Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod **21**:13.

Davidson RD, Houser A J, Haslar R. 2016. Control of early blight in the San Luis Valley, Colorado. American Journal of Potato Research **93**:43-49.

Diviš J, Bárta J, Bártová V. 2011. Pěstování brambor v podmínkách ekologického zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice.

Diviš J. 2004. Jak pěstovat biobrambory. Zemědělec **8**:34.

Diviš J. 2011. Příprava sadby, organizace sadby. Zemědělec **9**:9 - 10.

Diviš J. 2012. Brambory v ekologickém zemědělství. Zemědělec **20**: 25.

Dvořák P, Bicanová E. 2007. Brambory v systému ekologického zemědělství. Ekologické zemědělství. Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra rostlinné výroby, Praha.

Dvořák P, Mičák L. 2013. Regulace mšic a virových chorob v porostech brambor in Švachula V, Dvořák P, editors. Výzkum a zkušenosti – pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. ČZÚ v Praze, Katedra rostlinné výroby FAPPZ. Praha.

Dvořák P, Tomášek J, Hamouz K, Kuchtová P. 2015. Reply of mulch systems on weeds and yield components in potatoes. Plant Soil and Environment **7**:322–327

Dvořák P, Tomášek J, Hamouz K. 2014. Brambory (*Solanum tuberosum* L.). Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v ČB. České Budějovice.

Dvořák P. 2014. Moření hlíz a plíseň bramboru v ekologickém zemědělství. Úroda **4**:54- 56.

Gámez-Arjona FM, Raynaud JLS, Baroja-Fernández E, Muñoz FJ, Ovecka M, Ragel P, Bahaji A, Pozueta-Romero J, Mérida A. 2011. Enhancing the expression of starch synthase class IV results in increased levels of both transitory and long-term storage starch. Plant Biotechnology Journal **9**:1049-1060.

Garett KA, Mundt CC. 2000. Host diversity can reduce potato late blight severity for local and general patterns of primary inoculum. Phytopathology **90**:1307-1312.

Gheysen G, Custers R. 2017. Why organic farming should embrace co-existence with cisgenic late blight-resistant potato. *Agriculture and Food Sciences* **9**:172.

Ghidiu GM, Douches DS, Felcher KJ, Coombs JJ. 2011. Comparing Host Plant Resistance, Engineered Resistance, and Insecticide Treatment for Control of Colorado Potato Beetle and Potato Leafhopper in Potatoes. *International Journal of Agronomy* **11**:1687.

Grafius E, Douches D. 2008. The Present and Future Role of Insect-Resistant Genetically Modified Potato Cultivars in IPM. Integration of Insect-Resistant Genetically Modified Crops within IPM Programs, **1**:195-221.

Hajšlová J, Schulzová V. 2006. Porovnání produktů ekologického a konvenčního zemědělství. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha.

Hamouz K, Čepl J, Domkářová J, Dvořák P, Hausvater E, Mottl V, Vokál B, Zavadil J. 2007. Rané brambory. Praha: Pro Katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, s.r.o., Praha.

Hamouz K, Dvořák P. 2006. Pro ranou sklizeň fyziologicky starou sadbu. Moderní rostlinná výroba – Pravidelná vkládaná příloha Zemědělského týdeníku, **1**:13-14.

Hausvater E, Doležal P. 2013. Ochrana brambor proti mandelince bramborové. Výzkumný Ústav Bramborářský Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.

Hausvater E, Doležal P. 2016. Proč a jak používat certifikovanou nebo též uznanou sadbu? *Úroda* **10**: 46 - 48.

Hausvater E, Baštová P. 2018. Metodika integrované ochrany brambor proti škodlivým činitelům při kapkové závlaze. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.

Hiiesaar K, Metspalu L, Jõudu J, Kuusik A. 2000. Diverse effects of neemazol-t/s revealed by preimaginal stages of colorado potato beetles, *leptinotarsa decemlineata* say. Institute of Plant Protection, Estonian Agricultural University, Estonia. **1**:79-83.

Hradil R. 2007. Jak ekologicky vypěstovat biobrambory. Bioinstitut. Olomouc.

Hradilík J. 2003. Fyziologie rostlin (návody do cvičení). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno.

Johnson JM, Hough-Goldstein JA, Vangessel MJ. 2004. Effects of straw mulch on pest insects, predators, and weeds in watermelons and potatoes. *Environmental entomology* **33**:1632-1643.

Johnson AM, Pulatov B, Linderson ML, Hall K. 2013. Modelling as a tool for analysing the temperature-dependent future of the Colorado potato beetle in Europe. *Global change biology*, **4**:1043-1055.

Jůzl M, Pulkrábek J, Diviš J, Černý I, Hamouz K, Minx L, Pačuta V, Rasocha V, Šroller J, Vokál B, Zrůst J. 2000. Rostlinná výroba – III (Okopaniny). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.

Kalina M. 2016. hnojení půdy a kompostování v zahradě. Grada. Praha.

Kennedy GG. 2009. Colorado Potato Beetle. Pages 212-213 in Resh VH, Cardé RT, editors. *Encyclopedia of Insects*. Elsevier Science. Oxford.

Konvalina P, Moudrý J, Kalinová J. 2007. Zahradnictví (pěstování polní zeleniny v ekologickém zemědělství). Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

Kühne S, Priegnitz U, Hummel B, Ellmer F. 2013. Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) – control strategies in organic farming using biological insecticides (azadirachtin, *Bacillus thuringiensis* var. *Tenebrionis*, pyrethrum and spinosad). Pages 253 – 256 in Jehle JA, Bazok R, Crickmore N, López Ferber M, Glazer I, Quesada Moraga E, Traugott M, editors. *Insect pathogens and entomoparasitic nematodes*. Croatia. Zagreb.

Lombardo L, Zelasco S. 2016. Biotech Approaches to Overcome the Limitations of Using Transgenic Plants in Organic Farming. *Sustainability* **8**:497.

Mettleq ASAb; Dheir Ibtesam M, Elsharif AA Abu-Naser, Samy S. 2020. Mango Classification Using Deep Learning. *International Journal of Academic Engineering Research (IJAER)* **12**:22-29.

Olle M, Tsahkna A, Tähtjärv T, Williams IH. 2015. Plant protection for organically grown potatoes - review. *Biological Agriculture & Horticulture* **31**:147-157.

Racca P, Tschöpe B, Falke K, Kleinhenz B, Rossberg D. 2014. Forecasting of Colorado Potato Beetle Development with Computer Aided System SIMLEP Decision Support System. Pages 79-92 in Abrol DP, editor. Integrated Pest Management. Elsevier. Oxford.

Rana RK, Singh P. 2014. Hostory of potato and its Emerging Problem in India. Pages 7-21 in Dalamu, Kumar R, Singh D, editors. National Seminar on Emerging Problems of Potato. Indian Potato Association.

Slattery RA, Donald RO. 2016. Photosynthetic Energy Conversion Efficiency: Setting a Baseline for Gauging Future Improvements in Important Food and Biofuel Crops. *Plant Physiology*. 2:383-392.

Smith AF. 2011. Potato. A global history. Reaktion books Ltd. London.

Singh B, Ezekiel R, Sukumaran NP. 2001. Dry matter accumulation and tuber yield in potato as affected by defoliation. *Physiology of tuberization in potatoes*. *Potato Journal* 28(2-4):251-255.

Šarapatka B, Urban J. et al. 2006. Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO. Šumperk.

Tamm L, Amsler T. 2006. Improvement of Late Blight Management in Organic Potato Production Systems in Europe: Field Tests with More Resistant Potato Varieties and Copper Based Fungicides. *Biological Agriculture and Horticulture* 4: 393-412

Tauferová A, Petrášová M, Pokorná J, Tremlová B, Bartl P. 2014. Rostlinná produkce. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno.

Tomášek J, Dvořák P. 2009. Alternativní ochrana brambor v systému ekologického zemědělství. *Úroda* 12:164-168.

Tomášek J, Dvořák P, Cimr J. 2013. Regulation of the Colorado Potato Beetle on Potatoes in Organic Farming. Page 173 in Součková H, *Potato Agrophysiology*, Proceedings 2nd international symposium on agronomy and physiology of potato. Potato Research Institute Havlíčkův Brod, Havlíčkův Brod.

Vokál B, Čepl J, Hausvater E, Rasocha V. 2003. Pěstujeme brambory. Grada. Praha.

Vokál B. 2013. Brambory. Praha: Profi Press, Praha.

Vyšniauskiene R, Rančeliene V. 2013. Stimulating effect of UV- B irradiation on SOD activity in different cultivated plants. Page 48 in: Urban O. Abstracts of the 2nd Network Meeting of COST Action FA0906 (UV4growth), Mikulov, Czech Republic. Global Change Research Centre of the Academy of Science of the Czech Republic, Brno.

Weber DC, Rowley DL, Greenstone MH, Athanas MM. 2006. Prey Preference and Host Suitability of the Predatory and Parasitoid Carabid Beetle, *Lebia grandis*, for several species of *Leptinotarsa* beetles. *Journal of Insect Science* **6**:9.

Zabel A, Rajkovic S, Manojlovic B, Stankovic S, Veljkovic I. 2002. New pesticides for bramoto protection against the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say.) And late blight (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary). *Acta Horti (ISHS)* **579**: 491–496.

Zimolka J. 2008. Speciální produkce rostlinná – rostlinná výroba (Polní a zahradní plodiny, základy pícninářství). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.

Zrůst J. 2001. Glykoalkaloidy brambor. *Agromagazín* **6**: 22-25.

9 Seznam tabulek a grafů

Tabulka 1 Průběh počasí Červený Újezd v porovnání s průměrem (2020)	17
Tabulka 2 Klimatické podmínky v lokalitě pokusu po celé období.....	23
Tabulka 3 Počet (ks.tr ^{s-1}) velkých (konzumních) hlíz	26
Tabulka 4 Počet (ks.tr ^{s-1}) malých hlíz o velikosti do 35 mm.....	27
Tabulka 5 Hmotnost (g.tr ^{s-1}) velkých (konzumních) hlíz	28
Tabulka 6 Hmotnost (g.tr ^{s-1}) malých hlíz o velikosti do 35 mm	29
Tabulka 7 Statistické zhodnocení rychlosti (g (H ₂ O).m ⁻² .h ⁻¹) transpirace (E)	30
Tabulka 8 Statistické zhodnocení intenzity fotosyntézy (mg CO ₂ .dm ⁻² listové plochy.hod ⁻¹)	31
Graf 1 Klimatické podmínky v lokalitě pokusu po celé období.....	17
Graf 2 Grafické znázornění výskytu larev mandelinky bramborové (ks) nezávisle na termínu	24
Graf 3 Vliv postřiku a termínu na výskyt larev mandelinky bramborové.....	25
Graf 4 Počet (ks.tr ^{s-1}) velkých (konzumních) hlíz	26
Graf 5 Počet (ks.tr ^{s-1}) malých hlíz o velikosti do 35 mm.....	27
Graf 6 Hmotnost (g.tr ^{s-1}) velkých (konzumních) hlíz	28
Graf 7 Hmotnost (g.tr ^{s-1}) malých hlíz o velikosti do 35 mm	29
Graf 8 Rychlost transpirace (g (g (H ₂ O).m ⁻² .h ⁻¹).....	31
Graf 9 Intenzita fotosyntézy (mg CO ₂ .dm ⁻² listové plochy.hod ⁻¹)	32

10 Samostatné přílohy

Průloha 1 Pokusné pole se založeným pokusem



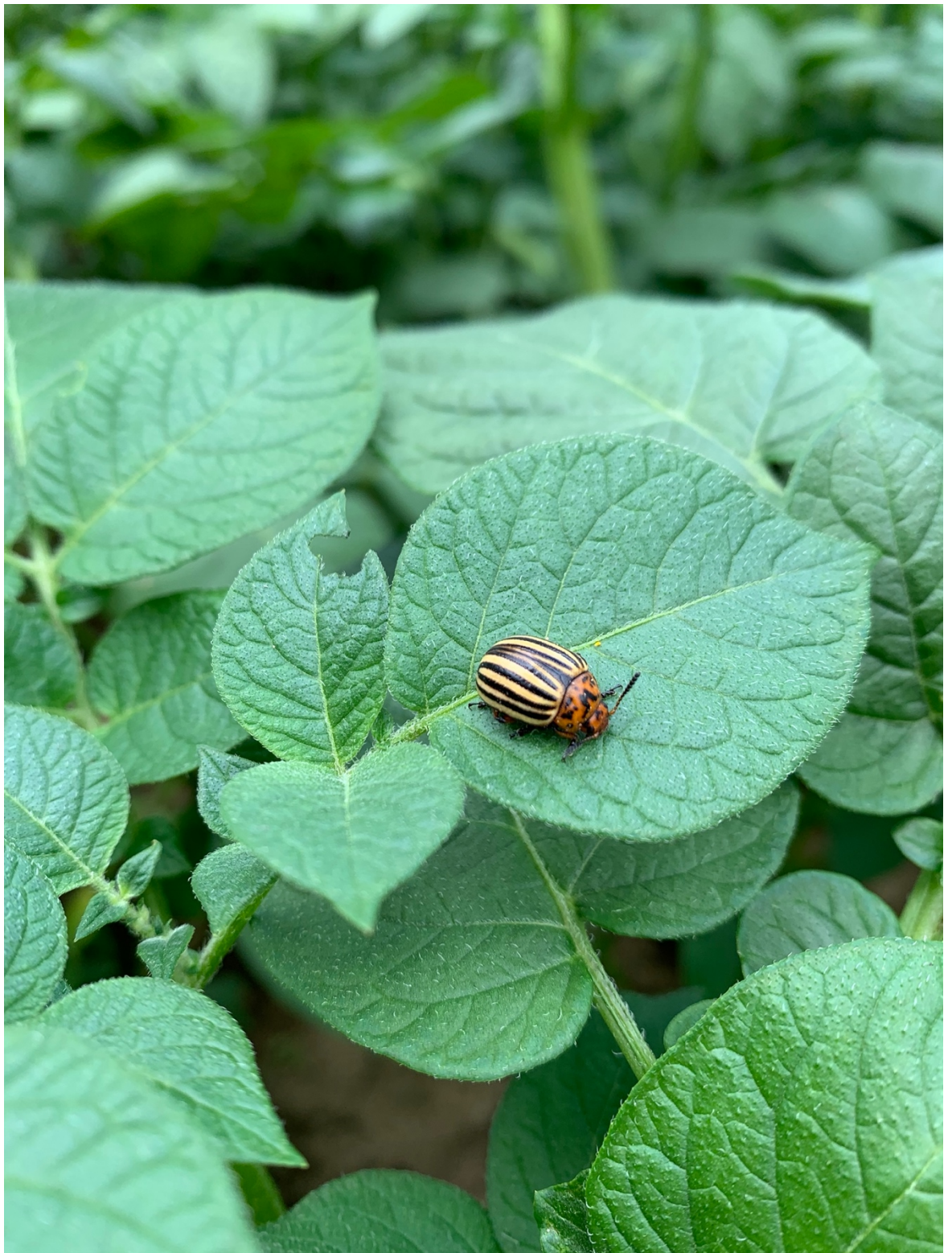
Autor: Adam Zoglauer

Prříloha 2: Larvy Mandelinky bramborové (kontrolní varianta pokusu)



Autor: Adam Zoglauer

Prříiloha 3: Dospřílí jedinec Mandelinky bramborové (varianta pokusu ošetřená přípravkem Spintor)



Autor: Adam Zoglauer