

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



Ovlivnění produkčních vlastností brambor v systému ekologického zemědělství

Diplomová práce

Autor práce: Markéta Zachovalová

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

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "*Ovlivnění produkčních vlastností brambor v systému ekologického zemědělství*" jsem vypracovala 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 autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12.4.2018

Poděkování

Ráda bych poděkovala panu Ing. Jaroslavu Tomáškoví, Ph.D. za cenné rady a vedení při zpracování mé diplomové práce.

Ovlivnění produkčních vlastností brambor v systému ekologického zemědělství

Souhrn

Diplomová práce se zabývá tím, jak lze ovlivnit produkční vlastnosti brambor v systému ekologického zemědělství. Skládá se ze dvou částí – z literární rešerše a praktické části. První poskytuje informace o historii brambor, ekologickém zemědělství, morfologii rostliny, fotosyntetickém aktivním záření, požadavcích brambor na růst, vlivu agrotechniky v ekologickém zemědělství, chorobách, škůdcích a sklizni.

Praktická část vychází z výsledků přesných pokusů, které byly realizovány na Výzkumné stanici ČZÚ v Červeném Újezdě. Na základě pozorování bylo zjištěno, že pod ochrannou sítí se vyskytovala plíseň v menší míře než na ostatních variantách. Potvrdilo se také, že pod sítí byl nižší FAR. Nejnižší výnos hlíz byl u varianty sítí ve srovnání s variantou ošetřenou Neem-Azal a Myco-Sinem.

Klíčová slova: ekologické zemědělství, FAR, ochranná sítí, houbové choroby

Influencing of potato productions factor in organic farming

Summary

The Diploma Thesis deals with the possibility to influence the productive properties of potatoes in the system of organic farming. The thesis consists of two parts – the literary research and the practical part. The first one provides pieces of information about the history of potatoes, organic farming as well as morphology of the plant, photosynthetic active radiation and requirements of potatoes on the growth, the impact of agrotechnology in organic farming, diseases, pests and crop.

The practical part proceeds from the outcomes of the accurate trials, which were realized at the Research Station CULS in Červený Újezd. Based on monitoring, it was found out that late blight occurred in the lower extent under the protective net compared to the other variants. It was also confirmed that there was lower FAR under the net. The lowest yield of tubers was at the variant with the net in comparison with the variant treated by Neem-Azal and Myco-Sinem.

Keywords: organic farming, FAR, protective net, fungal diseases

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
2.1 Hypotézy	9
3 Literární rešerše.....	10
3.1 Historie brambor	10
3.2 Celosvětová produkce brambor	10
3.3 Ekologické zemědělství.....	11
3.4 Důvody pěstování brambor v ekologickém zemědělství	11
3.5 Morfologie rostliny.....	12
3.5.1 Nadzemní orgány.....	12
3.5.2 Podzemní orgány	12
3.6 Listový index pokryvnosti půdy.....	13
3.7 Fotosyntetické aktivní záření	13
3.7.1 Biomasa a fotosyntéza.....	14
3.7.2 PRP EBV a fotosyntéza	14
3.8 Požadavky brambor na růst.....	15
3.8.1 Poloha pozemku.....	15
3.8.2 Půda.....	15
3.8.3 Světlo.....	15
3.8.4 Teplota	16
3.8.5 Vláhá	17
3.8.6 Odrůda brambor	17
3.9 Vliv agrotechniky v ekologickém zemědělství.....	18
3.9.1 Brambory v osevním sledu	18
3.9.2 Zpracování půdy	18
3.9.3 Výživa a hnojení rostlin.....	19
3.9.4 Příprava sadby	19
3.9.5 Výsadba brambor.....	20
3.9.6 Regulace plevelů mulčem	20
3.10 Choroby.....	21
3.10.1 Houbové choroby	21
3.10.2 Opatření proti chorobám.....	23
3.11 Škůdci	24
3.11.1 Opatření proti škůdcům.....	25
3.11.2 Bio-insekticidy.....	25

3.11.3	Ochranné sítě.....	26
3.12	Sklizeň.....	27
3.12.1	Posklizňová úprava a skladování brambor	27
4	Materiál a metodika	28
4.1	Charakteristika stanoviště	28
4.2	Metodika pokusu	28
4.3	Varianty pokusu	29
4.4	Popis odrůd	29
4.4.1	Dicolora	29
4.4.2	Red Anna	30
4.5	Popis přípravků.....	30
4.5.1	Ochranná síť.....	30
4.5.2	Mulčovací textilie	30
4.5.3	PRP – EBV	31
4.5.4	PRP-SOL.....	31
4.5.5	Myco-Sin VIN.....	31
4.5.6	Neem Azal T/S	31
5	Výsledky.....	33
5.1	Hodnocení mandelinky bramborové	33
5.2	Statistické zhodnocení výsledků larev, brouků a hnízd mandelinky bramborové	36
5.3	Statistické zhodnocení plísně bramboru	40
5.4	Fotosynteticky aktivní radiace (FAR).....	41
5.5	Výnos hlíz	42
5.6	Stanovisko k výzkumným hypotézám	44
6	Diskuse.....	45
7.	Závěr	47
8.	Seznam literatury	48
9.	Seznam příloh.....	54

1 Úvod

Brambory jako produkt ekologického zemědělství jsou v dnešní době stále více vyhledávanou komoditou (Urban, Šarapatka 2003). Jejich pěstování rok od roku narůstá. Zatímco v roce 2009 byly v České republice pěstovány na celkové ploše 197,73 ha (Diviš et al., 2011), v roce 2014 to již bylo 253,19. V roce 2016 však došlo k poklesu ploch brambor v ekologickém zemědělství na 220 ha (www.czso.cz).

Výše zmíněný typ zemědělství může konkurovat konvenčnímu zemědělství. Ze závěrů švýcarského výzkumu vyplývá, že ekologické zemědělství více chrání krajinu a přírodní prvky ve srovnání s konvenčním zemědělstvím, dále je v něm větší rozmanitost pěstovaných plodin a biodiverzita fauny a flóry, týkající se orné půdy, trvalých travních porostů a okolních biotopů, je také větší. Pokud se zaměříme na zdroje vody, vyplavovaných dusičnanů je méně (až o 50 % na hektar) nebo v některých případech stejně v porovnání s konvenčním zemědělstvím. Proto je také ekologické zemědělství voleno v ochranných pásmech vodních zdrojů. Když budeme hodnotit využívání přírodních zdrojů, spotřeba energie je nižší a bilance živin je nulová oproti konvenčnímu zemědělství. Spotřebitele však asi nejvíce zaujme fakt, že plodiny ekologického zemědělství obsahují více vitamínů a minerálů a v živočišných produktech se nenacházejí rezidua hormonů a antibiotik (Urban, Šarapatka, 2003).

Haase a Haverkort (2006) zdůrazňují také ta pozitiva, že u ekologicky pěstovaných brambor nepočítáme s umělými zdroji, je využita chlévská mrva a pravidelné střídání plodin vede k proměně neúrodných stanovišť. Lammerts van Bueren a Myers (2012) si dokonce myslí, že pěstování ekologických plodin lze v současnosti zařadit mezi vědecké disciplíny. Nemá totiž význam jen pro ekologické zemědělce, kteří chtějí mít kultivary lépe adaptované na svůj systém farmaření, ale i z hlediska udržitelného zemědělství (jeho záměrem je minimalizovat vnější zdroje).

2 Cíl práce

Cílem práce je porovnat jednotlivé varianty pěstování brambor v systému ekologického zemědělství, jejich produkční potenciál ve vztahu k listovému indexu pokryvnosti půdy. Cílem pokusu je vyhodnotit různé varianty na prostup fotosynteticky aktivního záření do porostu.

2.1 Hypotézy

Hypotéza 1: Rostliny, které budou pěstovány pod ochrannou sítí, budou mít k dispozici nižší FAR.

Hypotéza 2: Ochranná síť na porostech sníží celkový výnos hlíz.

3 Literární rešerše

3.1 Historie brambor

Když se zaměříme na původ brambor, z literárních zdrojů se můžeme dozvědět, že pocházejí z území Peru a Bolívie v Jižní Americe a byly důležitou potravinou indiánských kmenů (Vokál et al., 2013). Produkce brambor v oblasti Peru a Bolívie se vždy řídila podle dvou kalendářů – od listopadu do května (období dešťů) a pak v kratší sezóně (Singh, Kaur 2016).

Existuje záznam o tom, že brambory se objevily na Kanárských ostrovech už v roce 1562 (Singh, Kaur, 2016). V 60. letech 16. století se tato plodina dostala do Evropy díky Španělům (Vokál et al., 2013). V Anglii se objevila okolo roku 1586, a to zásluhou sira Francise Draka. V té samé době byla k dispozici i v Irsku a v 17. století v Americe. Kdekoliv se brambory objevily, přinesly s sebou proměnu celé společnosti. Zemědělci totiž ve srovnání s dřívějšími časy vyprodukovali více jídla v kratším čase a na malých plochách pozemků. Tento faktor přispěl k rozvoji populace a industrializace (Singh, Kaur, 2016). Začátkem 17. století se brambory objevily i v českých zemích. Nicméně, zemědělci měli zpočátku velké předsudky vůči bramborám. Teprve ve 2. polovině 18. století se začaly sázet na polích. Pojmenování brambory se ve spisovném českém jazyce vyskytuje až od 19. století a pravděpodobně pochází ze staročeského názvu hlízy “bambol“. V největším množství se v Čechách brambory pěstovaly mezi 1. a 2. světovou válkou (1918-1938). Ke snížení ploch brambor došlo po roce 1990. V tomto roce bylo osázeno 97 640 ha, ale v roce 2000 to bylo jen 69 198 ha. V roce 2011 výměra osázených brambor klesla na pouhých 33 580 ha. Co se týče produkce brambor v České republice, představuje jen 1,5 % produkce zemí EU (Vokál et al., 2013).

3.2 Celosvětová produkce brambor

Celosvětově jsou brambory pěstovány na 20 milionech hektarů, čímž se dostávají na čtvrtou příčku ve významnosti plodin (po rýži, pšenici a kukuřici). Trend vzrůstu pěstování začal již v 60. letech 20. století a předstihl jiné pěstované plodiny v Africe a Asii. Tato situace trvá i v současnosti – polovina rozlohy, na níž jsou pěstovány brambory, se nachází v Asii (96 milionů hektarů). Průměrný výnos brambor činí 18,9 t/ha. Ještě vyšší výnosy jsou

zaznamenány v Evropě a Americe (21,1 t/ha a 25,9 t/ha). Naopak v Africe jsou průměrné výnosy jen okolo 14,2 t/ha (Singh a Kaur, 2016).

3.3 Ekologické zemědělství

Po skončení 1. světové války se začaly objevovat první myšlenky, vedoucí ke vzniku ekologického zemědělství v Evropě. Tento typ zemědělství přivodil změny, které se týkaly životního prostředí v zemědělských regionech a byl alternativním systémem ke konvenčnímu zemědělství (Zikeli et al., 2014). Podle Hodgese (1981) je ekologické zemědělství systémem, který se pokouší zajistit vyvážené životní prostředí, v němž jsou jednak kontrola chorob a škůdců, ale i udržování úrodnosti půdy docíleny zlepšením přirozených procesů a cyklů s malými vstupy zdrojů a energie za předpokladu optimální produktivity. Naproti tomu Huxley (1981) tvrdí, že ekologické zemědělství představuje použití látek, které se přirozeně vyskytují v zahradě, pro zemědělskou produkci (Dima, Otero, 1997).

Cílem ekologického zemědělství je chránit životní prostředí, usilovat o zkvalitnění půdy, pěstovat kvalitní biopotraviny a krmiva, co nejméně používat neobnovitelné suroviny a fosilní energii, vyloučit aplikaci průmyslových hnojiv a pesticidů (Dvorský, Urban, 2014).

Ekologické zemědělství celosvětově rychle roste. Představuje 370 milionů hektarů pod certifikovaným vedením s obratem z produktů EZ přibližně 60 miliard USD. Produkty z tohoto zemědělství mají při srovnání s konvenčními produkty menší množství reziduí pesticidů a vyšší obsah bioaktivních látek. Ekologické produkty je možno zakoupit jednak na trzích zemědělců, ale také na ekologických farmách i v obchodech s biopotravinami. Výše zmíněné produkty se v poslední době čím dál více objevují i v konvenčních obchodních domech (Zikeli et al., 2014).

3.4 Důvody pěstování brambor v ekologickém zemědělství

Moudrý et al. (2007) uvádějí pozitiva pěstování brambor v ekologickém zemědělství. Patří mezi ně významnost pro zařazení v osevním postupu (díky nim je podstatně nižší výskyt plevelů), blahodárné účinky na půdu a v neposlední řadě přispívání k ekonomické stabilitě ekologických farem.

3.5 Morfologie rostliny

3.5.1 Nadzemní orgány

Nadzemní část brambory se skládá z lodyhy s listy, které rozhodují o vlastnostech trsu. Ty mají vzhled na základě postavení stonku (vzpřímené, polovzpřímené, vzpřímené až rozkleslé). Trsy mohou dosahovat různé výšky: jsou velmi nízké (do 250 mm), nízké (260 – 400 mm), střední (410 – 550 mm), vysoké (560 – 650 mm) a velmi vysoké (nad 650 mm výšky). Pokud chceme popisovat nadzemní části, znamená to zaměřit se na výšku lodyhy, typ větvení a postavení lodyhy (Vokál et al., 2013).

Na nadzemní část rostliny má vliv tvar a typ natě. Stavba porostu je dána typem natě. Rozeznáváme typ stonkový a listový. Dle tvaru trsu se dá rozpoznat tvar kuželovitý, deštníkovitý, ale i zarovnaný. U stonku bývá rozličná tloušťka i délka. Stonek může být obdélníkový, trojúhelníkový nebo okrouhlý (Jůzl et al., 2000).

Typickým znakem rostliny je křídlení na okrajích stonku. Brambory se vyznačují lichospeřenými listy. Každý list je tvořen řapíkem a čepelí. Čepel je složena jednak z lístků ve dvojicích (jařma), ale také z lístku, který se nachází na samotném vrcholu. Mezilístky můžeme spatřit mezi jařmy. Lístky a mezilístky se mohou překrývat, a tím se vytváří list uzavřený. Pokud se však nedotýkají, tvoří se list otevřený. U listů můžeme rozlišit různé stupně chlupatosti – slabě, středně až značně. Na barvu listu brambor působí odrůda a rovněž i prostředí (Jůzl et al., 2000).

Květ lze popsat jako pět kališních lístků, pět korunních lístků, pět tyčinek s krátkými nitkami a prašníky a z pestíku. U některých odrůd je zajímavým rysem fakt, že mají dvakrát vyšší počet korunních lístků (na základě toho se říká květu dvojkorunka) (Vokál et al., 2013).

3.5.2 Podzemní orgány

Podzemní část trsu brambor je nazývána hlízou a pupenem (pupenovém klíčku). Hlízu můžeme definovat jako zduřelý konec oddenku – stolonu. Má významnou roli – je zásobním orgánem brambory a prostředkem vegetativního rozmnožování. Pokud dojde k extrémním povětrnostním podmínkám, odrazí se to na změně tvaru hlízy. Ze spících pupenů vyrůstají výhony vytvářející trs, v jednom očku se nachází 1 až 7 pupenů. To, v jaké poloze jsou očka, má účinek na tvar hlízy a na její využití (Vokál et al., 2013).

3.6 Listový index pokrývnosti půdy

Produktivitu plodin vyjadřujeme jejich výkonem na jednotku. Listový index pokrývnosti vypočítáváme pomocí následujícího vzorce:

$$L = \frac{s_1}{P}$$

s_1 = funkční zelená plocha listu klenby rostliny na ploše půdy – P.

s_1 se vztahuje k celkovému povrchu plochy listů.

Hodnota L je bez dimenze. Hodnoty s_1 a P jsou měřeny v m^2 (Coombs et al., 1985).

Jedna z provedených studií posuzovala vliv závlahy a mulče na rozvoj optimálního listového indexu pokrývnosti. Růst brambor byl stimulován – listový index pokrývnosti pokryl povrch půdy a zlepšil účinnost transpirace. Polyetylenový mulč zachoval vlhkost půdy, zvýšil teplotu půdy o 9 stupňů Celsia, podpořil rašení a růst kořenů, zvýšil celkový počet hlíz a výnos, ale na druhou stranu snížil jakost hlíz. Kapková závlaha se osvědčila jako užitečná (Kumari, 2012).

3.7 Fotosyntetické aktivní záření

Benda et al. (2000) uvádějí, že fotosyntetická asimilace je nejdůležitějším typem metabolismu a představuje velmi důležitý děj v biosféře.

Fotosynteticky aktivní radiace (FAR) představuje určitou část slunečního záření, která se využije k fotosyntéze. Účinnost přenosu energie ze slunce do energie, která je vázaná v chemických vazbách organických látek, je malá – jen mezi 1–6 %. Asi 30–40 % energie v rostlinné biomase se spotřebuje při vlastním metabolismu rostliny, zbytek je čistou produkcí rostlinné hmoty (Šarapatka et al., 2010).

K narušení fotosyntetického procesu dochází v souvislosti s intraspecifickou konkurencí. Při ní si konkurují rostliny mezi sebou (příčinou jsou environmentální zdroje) a zvýšená hustota vede k vyšší soutěživosti a následně k zápornému vlivu na fotosyntézu. Na základě tohoto faktu byly v experimentech porovnávány dvě vybrané odrůdy brambor různé ranosti (Vineta a Satina) a byla vyhodnocována účinnost fotosyntézy. Ze studií vyplývá, že

Vineta je méně vnímavá k zátěži. U odrůdy Satina je při zátěži účinnost fotosyntézy menší (Olechowicz et al., 2017).

V Rusku, ve stepích v regionu Volha, také proběhlo zkoumání efektivity dávek hnojiv na výnosy bramborových hlíz u dvou odrůd, a to Molly a Colette. Potvrdilo se, že indikátory fotosyntetické aktivity (pokryvnost listů, fotosyntetický potenciál listů a koeficient fotosyntetického aktivního záření) jsou odvislé od minerální výživy. Použití hnojiv a zvýšení jejich množství zvýšilo fotosyntetický potenciál (Mostyakova et al., 2018).

Vishnuvardhana et al. (2017) uvádějí, že mikroprvky mají důležitou roli, poněvadž zvyšují celkový obsah chlorofylu v listech a také působí na kvalitu fotosyntézy rostlin. Studie prokázala, že díky postřiku z roztoku mikroelementů (Cu, B, Mn, Zn, Mo), aplikovaném na listy brambor, došlo k vyššímu příjmu N, P a K a ke zvýšení obsahu chlorofylu a fotosyntézy v listech. To vedlo k vyššímu výnosu hlíz. Pokles v biomase při nízkém nebo vysokém množství manganu může být zapříčiněn nižší efektivitou fotosyntézy rostlin brambor, protože příliš malé, ale i velké množství manganu snižuje účinky fotosyntézy. Mangan má vliv na celkový výnos brambor.

3.7.1 Biomasa a fotosyntéza

Pro rostlinu je nezbytný vztah mezi fotosyntézou a produktivitou dané rostliny. Produktivitu a biomasu ovlivňují 4 faktory: míra světla; hodnoty, za nichž je světlo pohlceno zelenými orgány rostliny; respirační ztráty biomasy a efektivita fotosyntetické přeměny světla v biomase (Coombs et al., 1985).

3.7.2 PRP EBV a fotosyntéza

Podle Borowiaka et al. (2016) je PRP EBV speciální tekuté hnojivo, které se podílí na aktivitě metabolismu rostlin. Aktivuje fotosyntézu a přispívá k účelnému využití živin rostlinou. Má také kladný vliv na strukturu půdy, což způsobuje vyšší výnos.

3.8 Požadavky brambor na růst

3.8.1 Poloha pozemku

Dle Jůzla a Elznera (2014) výběr pozemku určeného k pěstování brambor hraje důležitou roli. Tato plodina by se měla pěstovat na pozemcích, které mají svažitost do 7 °, při vyšší svažitosti hrozí nebezpečí vodní eroze. Štolcová et al. (2009) uvádějí, že brambory se mohou pěstovat v naší republice ve všech oblastech, ale nejlépe se jim daří v bramborářské výrobní oblasti, kde se vyskytují lehčí až středně těžké půdy s pH 5,5-6,5.

3.8.2 Půda

Půdy určené k pěstování brambor by neměly být kamenité a ani zamokřené (Jůzl a Elzner, 2014). Vhodnými půdami jsou lehké hlinitopísčité a písčitohlinité půdy, které se dobře zpracovávají a velmi dobře propouští vodu a také vzduch. Tyto zmíněné půdy však méně zadržují vodu a porosty brambor na nich rostoucí musí být někdy zavlažovány (Vokál et al., 2013). V Bolívii blízko těžebního města Potosí byla provedena studie hodnotící vliv kovů v půdě zasažené těžbou, jejich účinek na samotnou půdu a úrodu brambor. V neposlední řadě řešil také potenciální zdravotní rizika u lidí, kteří konzumují brambory kontaminované těžkými kovy. Koncentrace kovů byly porovnávány s mezinárodními koncentracemi. Půdy obsahovaly vysoké koncentrace těžkých kovů As, Cd, Pb a Zn. Ve všech studovaných oblastech byl poměr rizika pro brambory vysoký pro As, Cd a Pb vzhledem k dětem a pro As a Cd vzhledem k dospělým. Pouze jedna oblast měla rizikový kvocient Pb nad 1 povolenou hodnotu pro dospělé. Ze závěru studie vyplývá, že toxické stopové prvky jsou nebezpečnější a představují větší zdravotní riziko, než se odborníci domnívali (Garrido et al., 2017).

3.8.3 Světlo

Fotoperioda je jedním z faktorů, jež ovlivňují tuberizaci brambor. Byly zkoumány dvě odrůdy (Agria a Savalan), aby se zjistily účinky dlouhého dne (14 hodin) a krátkého dne (8 hodin) na růst a produkci hlíz. Studie prokázala, že rostliny pěstované za podmínek krátkého dne produkovaly více hlíz a ty byly v průměru lepší než hlízy vyrostlé za podmínek dlouhého dne. Odrůda Agria dala více asimilátů do výhonků rostlin, ale méně asimilátů do podzemí

v dlouhých dnech a to je výhodné. Odrůda Savalan produkovala větší množství hlíz než Agria v krátkých periodách, zatímco dlouhá fotoperioda vedla ke zvýšení do výhonků a snížení v hmotnosti v podzemí. Došlo ke snížení obsahu chlorofylu obou odrůd za podmínek krátkého dne. Bez ohledu na odrůdu se počet i délka stolonu snížili za podmínek krátké fotoperiody, naproti tomu počet hlíz na rostlinu se zvýšil. Zjistilo se, že Savalan měl nižší citlivost na fotoperiodu než Agria. Rozdělení asimilátů ovlivňuje jak teplota, tak i fotoperioda a genotyp. Produkce hlíz vyžaduje optimální teplotu a délku dne a je zvýhodněna krátkými fotoperiodami. Brambory jsou krátkodenní plodiny, z hlediska tuberizace je velmi silné působení mezi genotypem a daným prostředím. Je dokázáno, že čím menší je citlivost na délku dne, tím je vyšší výnos (Setayesh et al., 2017).

3.8.4 Teplota

Brambory jsou velice náchylné na změny teploty. Pro klíčení je zapotřebí přiměřené teploty a vzduchu. Po výsadbě začínají klíčky růst již při teplotě 8-10 °C, ale vyšší teploty podporují vzcházení. Ideální teplota pro klíčení hlíz se pohybuje v rozmezí 15-20 °C. Klíčení lze ovlivňovat zvyšováním nebo snižováním teploty, což je aplikováno při předklíčování hlíz. Už při teplotě 5-6 °C dochází k růstu natě. Nejlepší je pro ni teplota 20-25 °C. Avšak při teplotě vyšší než 30 °C neroste a 40 °C má za následek poškození pletiv nadzemní části brambory. Pokud nastanou nízké teploty (-1 až -1,5 °C) trvající delší dobu, vede to ke zmrznutí natě. Ideální teplota pro růst hlíz činí 20 °C ve dne a 14 °C v noci (Jůzl et al., 2000).

Teplota patří mezi důležité faktory v období výsadby brambor. Na více místech světa byla provedena studie s 5 odrůdami – Kufri Jyoti, Kufri Megha, Kufri Pokraj, Rangpuria a Badami. Zkoumal se vývoj rostlin ve dvou obdobích, a to během října až ledna a v průběhu srpna až do konce října. Výzkum se uskutečnil v podmínkách dvou po sobě jdoucích let. Zjišťovalo se: asimilace uhlíku, děj antioxidantních enzymů a také výnos hlíz. Teplota během růstu plodiny vystoupala o 2 až 14 stupňů výše v období dřívějším, což ovlivňuje rostliny. Z pokusu vyplývá, že teplá vlna v dřívějším období rostliny způsobila, že došlo ke zvýšení aktivity antioxidantních enzymů a to mělo silnou pozitivní korelaci s výnosem hlíz. I když u všech testovaných kultivarů došlo k nižšímu výnosu hlíz v dřívějším období, Kufri Megha a Rangpuria měly nejlepší výsledky, a to díky množství karotenoidů, vyšší síti fotosyntézy, stálosti membrány a enzymatickým antioxidantním enzymům (Paul et al., 2016).

3.8.5 Vlása

Štolcová et al. (2009) uvádějí, že brambory patří k vlhkomilným rostlinám. Dle Dvořáka et al. (2016) je ideální množství srážek pro brambory 650-800 mm za rok. Z toho 60-70 % je potřeba v době vegetace. Srážky v období první části růstu brambor mají vliv na růst nadzemní části rostlin. Počet hlíz pod trsem je závislý na srážkách od května až do poloviny července a hmotnost hlíz ovlivňují srážky ve druhé polovině vegetace.

Brambory jsou také významnou plodinou v Indii. V letech 1995 – 1997 zde proběhl ve třech jarních obdobích (únor až červen) průzkum na písčitéch půdách. Ten si vzal za cíl zkoumat efektivitu míry zavlažování ve spojení s mulčem z jehličí borovice při použití na bramborách. Došel k závěru, že zmíněný mulč zvýšil výnos hlíz o 35 %. Brambory se neobejdou bez 380-450 mm vody, jinak jsou výnosy nižší. V části Uttaranchal je zavlažováno jen 10 % plochy určené k obdělávání. Mulče jsou důležité, protože udržují teplotu a vlhkost v půdě a díky nim došlo k vyšším výnosům (o 26 %) (Chandra et al., 2002).

3.8.6 Odrůda brambor

V ekologickém zemědělství je velice důležité zvolit zdravou a kvalitní sadbu. Jsou pouze malé rozdíly v odolnosti odrůd proti chorobám brambor. Důležitým měřítkem pro výběr odrůdy je nasazení hlíz. Pro rané odrůdy je typické, že nasazují nižší počet hlíz. Rané odrůdy dokážou v extenzivních podmínkách hlízy dobře vyživit. I přes ztráty zapříčiněné plísní bramborovou (*Phytophthora Infestans*) mají poměrně vyšší výnosovou jistotu, protože v čase výskytu této choroby je do hlíz už uloženo větší množství asimilátů (Moudrý et al., 2007).

Vliv odrůdy brambor na výnos a na odolnost vůči plísní *Phytophthora Infestans* de Bary (jedné z nejvážnějších chorob brambor) byly zkoumány v pokusech se 13 barevnými odrůdami - Red Emmalie a Blaue Anneliese byly vyhodnoceny jako nejvýhodnější. Co se týče celkového výnosu, statisticky se nelišil od kontrolní odrůdy Agria. Odolnost odrůdy Blaue Anneliese vůči plísní byla významně lepší ve srovnání s oběma kulturními odrůdami, u dalších 2 odrůd HB Red a Red Emmalie byla situace podobná jako u odrůdy Agria. Odrůda Russet Burbank byla více odolná než ostatní testované odrůdy. Potvrdilo se také, že za vyšších srážek a vyšší průměrné teploty dochází k ideálním podmínkám k rozvoji plísně (Pazderů, Hamouz, 2017).

Dle zdroje Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (eagri.cz) škodí na bramborách mšice, které sají rostlinné šťávy a přenáší a šíří bramborový vir Y (PVY^{N-Wi}). Ten je přenosný sadbou, a proto je nezbytná prevence při množení sadby. Zmíněný vir patří mezi neperzistentní (přenášený bodavě savým ústním ústrojím). Ve větším množství je v České republice nebezpečná mšice broskvoňová a řešetláková.

Infekce bramborového viru Y je jedním z největších problémů také v USA. Zde byla realizována studie, při níž odrůdy brambor Russet Burbank a Russet Norkotah Colorado 3 byly pěstovány ze dvou typů pre-nukleární sadby a G3 hlízy a byly napadeny virem Y. U první zmíněné odrůdy došlo k nižší incidenci systemické infekce ve srovnání s druhou. Rostliny odrůdy Burbank vyrostlé z G3 hlíz měly nižší výskyt PVY^{N-Wi} než při klasickém postupu. Lze dojít k závěru, že obojí, kultivar i typ sadby, mají vliv na rozvoj systemické infekce PVY^{N-Wi} po očkování (Boyd et al., 2018).

3.9 Vliv agrotechniky v ekologickém zemědělství

3.9.1 Brambory v osevním sledu

Vokál et al. (2013) se zmiňují, že brambory nejsou náročné na předplodinu a samy jsou označovány za zlepšující plodinu osevního sledu. Jůzl a Elzner (2014) ukazují na skutečnost, že není vhodné pěstovat brambory po sobě, což snižuje výnos hlíz a také je vysoké riziko napadení chorobami a škůdci.

3.9.2 Zpracování půdy

Zpracování půdy představuje soubor procesů, které vedou k přípravě vhodných podmínek pro výsadbu brambor (Hrudová, 2015). Brambory potřebují kyprou ornici, která podporuje dobrý růst rostlin. **Podzimní zpracování půdy** zahrnuje podmítku do hloubky 8-10 cm, která pomáhá udržet vláhu půdy a podporuje rozklad zbytků po sklizni. Samotná orba se provádí do hloubky 20-28 cm. **Jarní zpracování půdy** se provádí do hloubky 18-20 cm. Nyní se používá technologie pěstování brambor v odkameněných hrůbcích. Ke vhodnému nakypření slouží rotační kypřiče (Jůzl, Elzner, 2014).

3.9.3 Výživa a hnojení rostlin

Brambory řadíme mezi široko-řádkové organicky hnojené plodiny. Na výnos a kvalitu hlíz má vliv dusík. Na 10 t vyprodukovaných brambor je třeba 40-50 kg dusíku. Fosfor pomáhá při tvorbě kořenového systému, zajišťuje dozrávání rostlin a má příznivý vliv na biologickou hodnotu sadby. Na 10 t brambor je třeba 8,8 kg fosforu. Draslík ovlivňuje velikost hlíz a současně působí proti mechanickému poškození slupky. Vápník podporuje tvorbu a růst kořenů a hořčík rostliny odebírají v průběhu růstu. Na 10 t hlíz je zapotřebí 8,4 kg hořčíku (Jůzl et al. 2000).

Jedna studie konaná v Holandsku se zaměřila na zjištění interaktivních účinků dvou kultivačních systémů (redukované a standardní kultivace) a tří doplňkových organických hnojiv (mrvy, vojtěšky a travní/jetelové siláže) na organické brambory. Ze závěru vyplývá, že redukovaná kultivace vedla k nižším výnosům hlíz, a to o 13,4 % ve srovnání se standardní kultivací. Důvodem byla nižší průměrná velikost hlíz, která byla asociována s vyšší hustotou půdy a náchylností k suchu během mohutnění hlízy. Nicméně, užití redukované kultivace se pozitivně odrazilo na využití dusíku a na kvalitě hlíz, pokud hovoříme o specifickém spádu, suché hmotě a množství škrobu. Potvrdilo se, že rostlinná hnojiva zlepšila využití dusíku ve srovnání se statkovými hnojivy. I když aplikace vojtěšky vede k nejvyšším výnosům u obou kultivačních systémů, jejímu využívání brání vysoká cena (Drakopoulos et al., 2016).

3.9.4 Příprava sadby

Mechanická příprava sadby probíhá už na podzim, kdy se ze sadbových hlíz odstraní jednak různé příměsi, ale i malé a vadné hlízy. K výsadbě je třeba používat zdravé hlízy stejné odrůdy o hmotnosti 40-80 g. **Biologická příprava sadby** se skládá ze dvou částí – předklíčování a narašování. Předklíčování sadby probíhá už 6 týdnů před plánovanou výsadbou. V této době se nejprve nechají hlízy 10 dnů ve tmě narašit za teploty 8-12° C. Až se vytvoří klíčky o velikosti 3-5 mm, musí se osvětlovat a teplotu je nutné zvýšit na 12-18° C. Doba, kdy probíhá osvětlování činí 20-25 dnů a osvětluje se 12 hodin denně. Týden před sázením je nutné klíčky otužovat při teplotě 6-8° C a při vlhkosti 85-90 % (Jůzl et al., 2000).

3.9.5 Výsadba brambor

Doba výsadby brambor závisí na vlhkosti a teplotě půdy. Teplota půdy u narašené sadby by měla být 6-7° C. Pro výsadbu se používají stroje s meziřádkovou vzdáleností 75 cm a hlízy na řádku jsou od sebe vzdálené 29 – 33 cm. Brambory se sází do hloubky 6-8 cm a ornice nahrnutá nad hlízami by neměla být menší než 10 cm (Šnobl et al., 2002).

3.9.6 Regulace plevelů mulčem

Dvořák et al. (2015) uvádějí, že mulč hraje významnou roli při ochraně půdy, i přesto, že má také určité nevýhody. Polypropylenové textilie jsou propustné, co se týče srážek, a jsou silnější. Výsledky tříleté studie, provedené na poli v Leškovicích a v Uhříněvsi, hovoří o tom, že dekompozice travního mulče může vést k sekundárnímu zamoření plevelu (mezi koncem vegetace a sklizní). Typ mulče a doba jeho aplikace výrazně ovlivňuje váhu hlíz brambor. Největší váha byla zjištěna při aplikaci travního mulče. Nicméně, zahraniční pokusy ukazují, že polypropylenový mulč snižuje počet hlíz (které mají být prodány) na jednu rostlinu.

Také v severní Číně je při pěstování brambor využíván polypropylenový mulč jako efektivní opatření, které šetří vodu. V jedné ze studií byl sledován účinek mulče na růst brambor. Z výsledků je patrné, že mulč šetří zavlažovací vodu a snižuje evapotranspiraci. Teplota půdy pod mulčem byla během dne o 2-9° C vyšší ve srovnání s půdou bez mulče (hlavně v raném stádiu růstu). Při zvětšení baldachýnu se však rozdíl v teplotě půdy mezi mulčovanými a nemulčovanými parcelkami snížily. Závěr studie naznačuje, že plastový mulč zlepšuje růst brambor v raném stádiu. Nelze opomenout fakt, že aplikace mulče byla spojena s nižším výnosem a také kvalitou bramborových hlíz, což však může být způsobeno chudší aerací půdy a kombinací vysoké teploty vzduchu s vysokou teplotou půdy. Nejvíce prospěšná z hlediska produkce brambor se jevila aplikace mulče na 60 dní, poněvadž až po této době byly minimalizovány zmíněné negativní účinky mulče (Wang et al., 2012).

3.10 Choroby

Nejzávažnějšími bakteriálními patogeny, které mají významný vliv na výnos brambor, jsou **měkká hniloba** (*Pectobacterium atrosepticum* a *Pectobacterium carotovorum*), **plíseň** (*Phytophthora infestans*), hniloba *Fusarium*, růžová hniloba (*Phytophthora*) a vodní hniloba (*Pythium*). Díky skladování hlíz v suchých a chladných podmínkách, preventivně s kondenzací a rozvojem anaerobních podmínek můžeme omezit rozvoj měkké hniloby.

Po sklizni je důležité dodržovat základní pravidlo – i malé množství hlíz s chorobou může vést k rozšíření na ostatní hlízy. Nejlepší pomocí je třídění hlíz před uskladněním. Také rychlá suberizace poté, co dochází k uskladnění (vysoká vlhkost, teplota mezi 10-12 stupni celsia a dobrá ventilace omezuje výskyt hniloby *Fusaria*, *Pythia* a *Phytophthora* (Singh, Kaur, 2016).

3.10.1 Houbové choroby

Plíseň bramborová (obr. 1) patří mezi nejzávažnější houbové choroby, která způsobuje nižší výnosy a také ztráty při uskladnění hlíz. Choroba se šíří od okrajů listů, které začínají hnědnout a dochází k odumírání pletiv. Proti této chorobě je třeba používat ochranné postřiky (Štolcová, 2009).

Alaux et al. (2018) uvádějí, že v Evropě v produkci ekologických brambor se používají fungicidy na bázi mědi, kterými lze omezovat plíseň bramborovou. Z důvodu narušování životního prostředí častým a nadměrným užíváním přípravků s mědí přistoupila EU k jiné alternativě, například k mykorrhizním houbám. Byly provedeny dva pokusy, které se uskutečnily ve dvou klimaticky rozdílných obdobích. První pokus byl v klimaticky suché a teplé sezóně s nízkým výskytem plísně bramborové a druhý pokus byl ve vysoké vlhkosti a relativně s vysokým výskytem plísně bramborové. Vyklíčené hlízy byly naočkovány mykorrhizní houbou ve skleníku před výsadbou na pole a v obou pokusech byly zjištěny naočkované mykorrhizní houby v kořenech při sklizni hlíz. V prvním pokusu vážnost nemoci AMF pre-kolonizovaných brambor byla podstatně nižší a počátek příznaků choroby se opozdil o 10 dnů. U druhého pokusu nebyly zjištěny rozdíly mezi AMF pre-kolonizovaným a kontrolním porostem brambor. V obou pokusech účinek mykorrhizní houby nebyl zjištěn na výnosech brambor. Ze studie vyplývá, že vážnost plísně bramborové měřené rozvojem

příznaků na listech rostliny brambor byla nižší u AMF pre-kolonizovaných brambor při nízkém výskytu plísně a v krátkém časovém úseku.



Obr. 1: Plíseň bramborová, převzato od Vokála et al. (2013).

Litschmann et al. (2017) se zmiňují o tom, že pro rozvoj většiny houbových chorob jsou důležité vyšší teploty společně s vyšší vlhkostí vzduchu, popřípadě i voda, která se nachází na povrchu rostliny.

K vážným chorobám brambor patří *Fusarium spp.* (kategorie *Ascomycota*) – houby, které prostřednictvím mykotoxinů kontaminují potraviny, a tak ohrožují zdraví lidí a zvířat. Způsobují suchou hnilobu brambor. V jedné polské studii byly nashromážděny vzorky bramborových hlíz se suchou hnilobou a identifikovány houbové izoláty. Nejfrekventovanějšími a nejnebezpečnějšími z 12 druhů jsou *Fusarium Oxysporum* (45% mezi 149 houbovými izoláty), *Fusarium Avenaceum* (12,1%), *Fusarium Solani* (10,7%) a *Fusarium Sambucinum* (7,4 %). Jejich výskyt je závislý na ročním období a lokalitě. Fylogenetická analýza poukázala na vysokou rozmanitost *Fusarium Solani* a nízkou rozmanitost *Fusarium Oxysporum*. Izoláty, patogenní pro brambory v laboratorních testech, se vyskytovaly u 4 druhů: *Fusarium Avenaceum*, *Fusarium Sambucinum*, *Fusarium Culmorum* a *Fusarium Graminearum*. Studie doplňuje 434 řad *Fusarium*, čímž je patrné, že seznam druhů *Fusarium* a mykotoxinů je delší, než se dříve předpokládalo (nehledě na to,

jestli tyto druhy vyvolávají suchou hnilobu brambor, nebo žijí jako saprofyty (Stefanczyk et al., 2016).

3.10.2 Opatření proti chorobám

Proti **virům** můžeme chránit rostliny několika způsoby - například používáním zdravé odrůdy nebo předčasně odstranit mechanickým způsobem bramborovou nať. Byly vyšlechtěny nové odrůdy s větší odolností vůči některým virům. Před **bakteriálním černáním stonku a měkké hnilobě hlíz** je možno chránit hlízy tím, že sklizeň se uskutečňuje jen za suchého počasí. Dodržováním osevního sledu, kvalitní sadbou vyšlechtěnou na odolnost se brambory chrání od **bakteriální kroužkovitosti brambor**. Proti **plísni bramborové** můžeme používat zdravou odrůdu, provádět vysoké hrůbkování, vysazovat hlízy do širších řádků, používat přípravky na zvýšení odolnosti rostlin a biopreparáty (Hrudová, 2015). Dvořák et al. (2016) uvádějí, že při závlaze je třeba použít kapkovou závlahu - a to za časného rána, protože vlhké listy oschnou podobně jako rosa. Při závlaze prováděné později odpoledne už listy brambor do večera neoschnou a zůstanou mokré přes noc a tím může vzniknout plíseň bramborová. Proti možnosti vzniku této choroby působí také správná výživa porostu. Tomášek (2012) hovoří o nižší možnosti výskytu plísně bramborové pod ochrannou sítí.

V ekologické produkci brambor se mimo jiné objevuje snaha nahrazovat fungicidy na bázi mědi preparáty bez obsahu tohoto prvku, které obsahují přírodní látky, včetně extraktů z rostlin a mikroorganismů. Ve Švýcarsku proběhla studie, která porovnávala 5 přípravků na bázi mědi s těmi, u nichž se nevyskytovala (konkrétně s Oekofluid P a Mycosinem) a zkoumala jejich schopnost regulovat *Phytophthora Infestans*, patogen způsobující plíseň u brambor (Dorn et al., 2007). Ve skleníku byly prováděny pokusy u více odrůd. U odrůdy Kerrs byla zjištěna menší rezistence vůči houbové plísni *Phytophthora infestans* ve srovnání s odrůdou Pimpernel a Beate (Quintanilla, 2002).

Hrudová (2015) uvádí, že před **strupovitostí brambor** v ekologickém systému pěstování plodin je možné chránit brambory několika způsoby – jedním z nich je zelené hnojení hořčicí, lupinou nebo žitem, druhým je zvýšení biologické činnosti půdy a dalším důležitým je zavlažování rostlin ve fázi nasazování hlíz. Proti chorobám **kořenomorce bramborové** a **vločkovitosti hlíz** brambor je možno se bránit správným osevním postupem, ničením plevelů a výsadbou odrůd s vyšší odolností.

Mycosin

Dle Dorna et al. (2007) bylo za účelem nahrazení fungicidů na bázi mědi zkoumáno 53 přípravků bez obsahu mědi. Výše zmíněné přípravky byly založeny na přírodních sloučeninách a také na rostlinných výtažcích a mikroorganismech. Celkem 5 přípravků z mědi bylo hodnoceno na patogen, který zapříčiňuje plíseň bramborovou. 30 % přípravků bez mědi brzdilo nepřímé klíčení sporangií a růst mycelií o 26 %. Avšak přípravky na bázi mědi byly nejvíce účinné. Měďnaté přípravky – Oekofluid P, Mycosin a jiné sирné jíly dokázaly redukovat plíseň bramborovou nejvíce – od 63 % do 37 %. Michelante a Haine (2004) uvádějí, že Mycosin je velmi účinný, pokud se jedná o ochranu proti infekcím, ale je velice citlivý na odolnost proti dešti.

3.11 Škůdci

Škůdci brambor napadají nadzemní i podzemní část rostliny. Patří sem **hád'átko bramborové** (*Globodera rostochiensis*-sající na kořenech), **hád'átko nažloutlé** (*Globodera pallida*), **drátovci** (*Elateridae*) poškozující hlízy a **mšice** (*Aphidoidea*). Nejvíce na bramborách však škodí **mandelinka bramborová** (*Leptinotarsa decemlineata*) - brouci i larvy ve všech stádiích. Pokud dojde k přemnožení, vznikají tzv. holožirý a výnosy jsou nižší až o několik desítek procent (Vokál et al. 2013).

V minulosti ovlivňovali škůdci brambor (především **mandelinka bramborová**) významně produkci brambor a s tím související zajištění potravy v Evropě (Suffert, Ward, 2014).

K potlačení mandelinky se využívá biologická ochrana – tedy přirození nepřátelé. V České republice jsou to ptáci, ploštice, sluněčka sedmitečná, střevlíci, škvoři a pavouci. Úspěšnost za jejich pomoci však není vysoká. Ve Spojených státech amerických je aplikována do porostů brambor dravá ploštice *Perillus bioculatus*, která ničí vajíčka i larvy mandelinky. Aktivně je preferována entomofágní houba *Beauveria Bassiana* a bakterie *Bacillus Thuringiensis* (Hausvater et Doležal, 2013). V Estonsku je považována mandelinka za jednoho z nejnebezpečnějších a nejvíce ekonomicky brambory poškozujícího škůdce. V této zemi bohužel neexistují přírodní nepřátelé mandelinky. Ta je odolná vůči významným skupinám konvenčních insekticidů, které jsou užívány celosvětově (Hiiesaar et al., 2009).

Tryjanowski et al. (2018) popisují dlouhotrvající studii, která se uskutečnila v letech 1958 – 2013 v západním Polsku. Zvyšující se teplota ovlivnila vztah mezi bramborami a

mandelinkou bramborovou. Při zvýšené teplotě bylo nutno zvýšit počet ošetření proti mandelince bramborové, protože mandelinka reaguje rychleji na zvyšující se teplotu než samotná rostlina.

Zatímco někteří škůdci brambor se neustále rozšiřují, jiní jsou efektivně pod kontrolou. Objevují se noví škůdci – např. typ blechy *Epitrix*. Je to zapříčiněno menším užíváním pesticidů a také změnami klimatu (Suffert, Ward, 2014).

Mšice sají na rostlině brambor a tím ji oslabují. Při přemnožení mohou způsobit velké škody. Mšice svým sáním na rostlině způsobují deformaci listů, nekrózy a to může vést k nižší úrodě. Velké škody způsobují mšice především tím, že přenášejí virové choroby (Jůzl et Elzner, 2014).

3.11.1 Opatření proti škůdcům

Ochranou proti **hád'átku bramborovému** (*Globodera rostochiensis*) a **hád'átku nažloutlému** (*Globodera pallida*), které jsou karanténní, je především používat zdravou sadbu, brambory pěstovat na stejném pozemku za 4-5 let, používat odolné odrůdy, zamezit přenosu zamořené půdy a pomocí organického hnojení zlepšovat kvalitu půdy. Proti **mandelince bramborové** můžeme využít brzkou výsadbu nebo také postřik – na bázi azadirachtinu a spinosadu. Na menších ploše se dají larvy sbírat a následně likvidovat (Hrudová, 2015).

Jedním z doporučení, jak minimalizovat výskyt škůdců, je osvojení si dobrého přístupu při zacházení s odpadem a půdou po zpracování brambor. V Evropě byla také přijata různá opatření – zákaz dovozu sadby a prodejních brambor z oblastí mimo EU, přijetí certifikovaných odrůd. Zmíněné postupy odpovídají na otázku, proč bylo v posledních desetiletích zaznamenáno málo nových škůdců (Suffert, Ward, 2014).

3.11.2 Bio-insekticidy

Jedním z nejvýznamnějších stromů na světě je podle indických odborníků **Neem** (botanicky *Azadirachta indica*). Podle nich má svou roli při řešení globálních problémů díky schopnosti lépe kontrolovat škůdce a přemíru populace, zlepšovat zdraví a napomáhat znovuoobnovení stromů a lesů (Dhaliwal et al., 2004). Atawodi et Atawodi (2009) zdůrazňují

široké uplatnění Neem-Azalu – od zemědělského přes ekologické a zdravotnické (extrakty z této rostliny mají především antioxidantní, protirakovinné, antibakteriální, antivirové účinky a účinky proti houbám, larvám a odpuzující hmyz).

Vliv Neem-Azalu byl sledován v Estonsku. Vodní emulze Neem-Azalu T/S (0,3%) byla aplikována na listy brambor a byl zkoumán její vliv na aktivitu mandelinky bramborové. V nevýběrovém testu sice mandelinky ožíraly listy s Neem- Azalem, ale žír byl 3-5x nižší ve srovnání s kontrolou (Hiisaar et al., 2009).

Neem-Azal je možné použít i při eliminaci háďátka bramborového (*Phthorimaea operculella*) (Zeller). Tento škůdce vede celosvětově k ekonomickým ztrátám u brambor. Pomocníkem v ochraně posklizňových brambor by mohl být biologický vir granulosis. V laboratorních podmínkách proběhlo testování jak účinku samostatné suspenze viru, tak kombinace viru a dvou produktů Neem-Azalu na bázi olejů (DalNeem a Neem-Azal). Vysoká úmrtnost larev háďátka (86,7%) nastala, když byl zkombinován DalNeem s virem a 4 mg Azadirachtinu/L. Z experimentu vyplývá, že Neem-Azal se nepodílel na vyšší efektivitě viru v boji proti larvám háďátka. Vhodným řešením ke snížení působení zmíněného škůdce při uskladnění brambor se ukázalo také spojení biologického viru s práškem z masku (Mascarin et Delalibera, 2012).

Tomášek (2012) uvádí, že použití Neem Azalu výrazně snižuje počet larev mandelinky a tím omezuje žír larvami, což způsobuje nesnížení výnosu hlíz.

3.11.3 Ochranné sítě

Ochranné sítě byly původně vytvořeny za účelem ochrany zahradních plodin a rostlin před poničením kroupami. Sítě modifikují světlo a snižují jeho míru, která zasahuje klenbu rostliny. Vytvářejí také ideální podmínky pro růst ovoce. Nezanedbatelný je i podíl na snížení abiotického stresu, když změny klimatu vedou ke zvýšení teplot. Ve studii provedené v jablečném sadu sice sítě neměly velký vliv na teplotu vzduchu a relativní vlhkost u klenby, ale snížily rychlost větru o 40% (ve srovnání s kontrolou), teplotu půdy a měly vliv na zlepšení vlhkosti půdy. Zajímavé je také zjištění, že svou roli hraje barva sítě. Perleťová a modrá zásadním způsobem snížily teplotu půdy ve srovnání s červenou barvou. Studie ukázala, že sítě redukovaly fotosynteticky aktivní záření (o 20%) a teplotu povrchu ovoce během plného slunečního svitu činily rozdíly mezi kontrolou 2,6-4,3° Celsia. Díky sítím byl také snížen výskyt spálení povrchu ovoce měřeného při sklizni. Sítě jsou a do budoucna

budou skvělým prostředkem, jak tlumit negativní důsledky vysokých teplot v oblastech velkého sucha (Kalcsits et al., 2017).

Dle Dvořáka et al. (2013) ochranné sítě značně snižují množství mandelinky bramborové na porostu brambor a jsou vhodnější než bílé netkané textilie, protože nedochází k přehřátí porostu. Ve studii bylo zjištěno, že použitím ochranných sítí došlo ke snížení defoliace o 76 % ve srovnání s neošetřenou kontrolou a o 34 % ve srovnání s porostem, který byl 2 krát ošetřen přípravkem Neem Azal T/S.

3.12 Sklizeň

V ekologickém zemědělství bývá většinou bramborová nať napadena plísní. Je však lepší ji odstranit mechanicky, aby se v období deštivého počasí zabránilo možnému nakažení hlíz plísní bramborovou. Po rozbití natě je vhodné 2-3 týdny počkat se sklizní, čímž dojde k vyvrání hlíz. Ty mají pevnější slupku a jsou méně náchylné k mechanickému poškození. Samotná sklizeň by měla probíhat při teplotách od 5-20 °C a za pěkného počasí (Moudrý et al., 2007).

3.12.1 Posklizňová úprava a skladování brambor

Po mechanizované sklizni brambor je třeba před uskladněním nebo expedicí odstranit od hlíz různé příměsi a také hlízy, které jsou napadené plísní bramborovou nebo mokrou hnilobou. Mechanicky nepoškozené a zdravé hlízy, které mají pevnou slupku a byly sklizené za pěkného počasí, se bez komplikací skladují (Jůzl et al., 2000).

4 Materiál a metodika

4.1 Charakteristika stanoviště

Polní maloparcelkové pokusy byly založeny na Výzkumné stanici ČZU v Červeném Újezdě (Praha-západ), který je od Prahy vzdálený přibližně 25 km. Tato stanice se nachází ve Středočeském regionu, kde jsou velmi dobré podmínky pro pěstování zemědělských plodin. Území se řadí do mírně teplé, mírně suché oblasti s převážně mírnou zimou a s nadmořskou výškou 405 m n. m. Půdy na této stanici jsou typu hnědozemě a sprašové pokryvy. Plochy půdy určené k pokusům se nacházejí ve východní části Červeného Újezdu (www.af.czu.cz).

4.2 Metodika pokusu

Pokus byl založen na malé parcelce se dvěma odrůdami brambor – Dicolora a Red Anna. Každá varianta měla 4 opakování (8 opakování na jednu variantu). Plocha jedné varianty byla 30 m². Jednotlivé varianty jsou znázorněny na plánu (obr. 2).

Nejprve se aplikovalo na široko ekologické hnojivo PRP-SOL v dávce 400 kg/ha. Poté se vytvořily hrůbky, které se přikryly mulčovací textilií, ve které byly otvory pro výsadbu brambor. Brambory se sázely dne 25. 4. 2017 dopoledne. Sázelo se celkem od jednotlivých odrůd 37 hlíz.

Od 24. 4. 2017 do 14. 8. 2017 umístěné čidlo Minikin zaznamenávalo hodnoty FAR na kontrole a síti.

2. 6. 2017 byl poprvé použit přípravek PRP-EBV v dávce 2 l/ha. Celkem se uskutečnilo 3 dávky přípravku PRP-EBV po 14 dnech.

15. 5. 2017 se položila lešenářská ochranná síť (zelené barvy) na hrůbky. 3. 7. 2017, v době líhnutí larev, byl aplikován přírodní insekticid Neem Azal T/S v množství 3,5 l/ha. Rovněž v tento den byl použit Myco-Sin, stimulační přípravek proti plísni, v množství 1 kg/ha (rozpuštěno ve 200 l vody).

3. 7. 2017 byla provedena kontrola porostu brambor u kontroly Dicolora a Red Anna, Neem Azal T/S, síť. Byly spočítány a zapsány počty hnízd, larev a brouků mandelinky bramborové. Dne 14. 7. 2017 byly opět spočítány a zaznamenány počty hnízd, larev a brouků u kontroly, Neem Azalu T/S a sítě.

15. 8. 2017 bylo zjištěno hodně plísně na porostu a nať začínala žloutnout. 27. 8. 2017 na parcelce už žádná nať nebyla.

Sklizeň brambor probíhala dne 15. září 2017 dopoledne. Hrůbky byly rozorávány traktorem s vyorávačem. Vybrané brambory se ukládaly do bramborových pytlů a potom byly z pole odvezeny do Výzkumné stanice v Červeném Újezdě, kde se třídily do tří frakcí. U každé frakce byly brambory spočítány, zváženy a zaznamenány. Získaná data byla statisticky vyhodnocena. Výnos konzumních hlíz je výnos hlíz nad 28 mm.

4.3 Varianty pokusu

V daném pokusu byly sledovány následující varianty:

1. PRP-EBV
2. Neem Azal
3. Myco Sin VIN
4. Ochranná síť
5. Neem Azal TS
6. Kontrolní neošetřená varianta

4.4 Popis odrůd

4.4.1 Dicolora

Odrůda Dicolora byla registrována v roce 2013. Tato konzumní odrůda je raná, má oválné hlízy, které se vyznačují sytě žlutou dužninou. Odrůda má dvoubarevnou slupku s červenými skvrnami. Je pro ni příznačný dobrý růst hlíz za kratší vegetační dobu. Dicolora potřebuje správnou výživu, brzký termín výsadby a ošetření proti plísní bramborové. Odrůda je odolná proti rakovině, částečně rezistenční proti virovým chorobám a dobře odolává mechanickému poškození (www.vesa-velhartice.cz).

4.4.2 Red Anna

Odrůda Red Anna byla registrována v roce 2005. Tato konzumní odrůda varného typu B/A je poloraná a hlízy mají oválný, pravidelný tvar. Barva slupky hlíz je červená a dužnina je sytě žlutá. Výnos hlíz je vysoký, je odolná proti virovým chorobám a také proti plísni bramborové. Potřebuje humózní půdy s vyváženým množstvím živin. Předností Red Anny je velmi dobrá odolnost vůči mechanickému poškození a možnost dlouhodobého uskladnění (www.vesa-velhartice.cz).

4.5 Popis přípravků

4.5.1 Ochranná síť

Zelená lešenářská ochranná síť (v tabulkách a grafech zmíněna síť) je tvořena polyesterovým úpletem s velikostí ok do 3 mm. Tato síť se aplikuje na hrůbky a rostliny ji samy během růstu nadzvedávají.

4.5.2 Mulčovací textilie

Mulčovací textilie černé barvy se umísťuje na hrůbky před výsadbou brambor. Propouští vodu a vzduch a brání prorůstání plevelů. Výhodou textilie je, že nedochází k přehřátí a vysušení půdy. Kladně působí na správný růst a vývoj kořenového systému, pomáhá udržovat vlhkost půdy. Mulčovací textilie použitá při studii měla plošnou hmotnost 50 g/m².

4.5.3 PRP – EBV

PRP-EBV je rostlinný přípravek s přídavkem draslíku, zlepšující fotosyntézu a vitalitu. Jedná se o roztok modré barvy, který pomáhá při rozvoji kořenového systému, podporuje vyšší růst a stav tkání u rostlin. Kladně také působí na výnos. Toto ekologické hnojivo má za úkol snižovat oxidativní stres. Postřik se aplikuje na listy rostliny a je nejvhodnější jej použít v době, když je pod mrakem. Déšť, který následuje 4 – 6 hodin po postřiku, podporuje účinnost přípravku.

4.5.4 PRP-SOL

PRP-SOL je pomocná látka na bázi dolomitického vápence, vápence a vápenatých sedimentů ve formě granulátu hnědé barvy. Má vliv na pH a dodává prvky vápník a hořčík do půdy. Přispívá ke stálému půdnímu složení a kladné biologické aktivitě půdy. Přípravek je aplikován do rostlinných zbytků pomocí rozmetadla minerálních hnojiv, a to v době před setím nebo po sklizni (ideálně tedy na jaře nebo na podzim). Hnojivo se nesmí rozpouštět ve vodě a použít na listy. Startovací dávka je v rozmezí od 300 do 600 kg na hektar - množství závisí na plodině a na stavu půdy. Po aplikaci PRP-SOL jsou rostliny rychleji zakořeněné a kořeny jsou mohutnější. PRP-SOL je možné aplikovat na všechny typy půd.

4.5.5 Myco-Sin VIN

Myco-Sin VIN je prostředek, který zvyšuje odolnost rostliny proti napadení houbovými a také bakteriálními chorobami. Je ve formě prášku béžové až světle hnědé barvy, který je rozpustný ve vodě. Myco-Sin podporuje vyšší produkci fenolických sloučenin, zpevňuje povrch listů a také brání prorůstání spór kutikulou. Rovněž dochází ke změně pH na listech, a tím se redukuje klíčení spór. Tento prostředek se aplikuje v časovém rozmezí 7-14 dnů v závislosti na infekčním tlaku. Pokud by došlo ke smytí přípravku silným deštěm, musí se daný postřik opakovat.

4.5.6 Neem Azal T/S

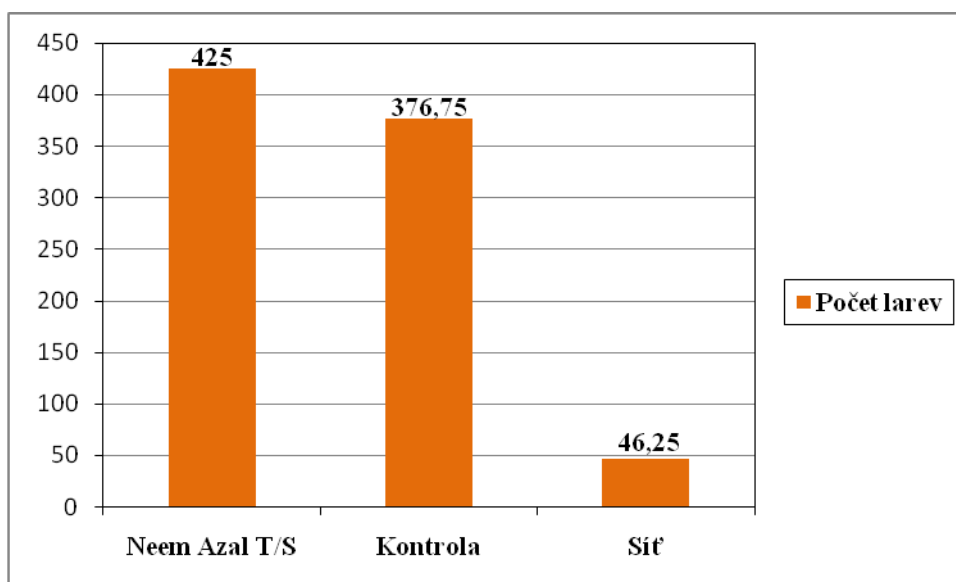
Neem Azal je selektivní biologický insekticidní přípravek vyskytující se ve formě emulgovatelného koncentrátu. Obsahuje výtazek z tropické rostliny *Azadirachta indica*. Využívá se k ochraně rostlin před mandelinkou bramborovou a má medovou až hnědou

barvu. Tento přípravek obsahuje účinnou látku azadirachtin v množství 10,6 g/l. Dokáže už po několika hodinách po aplikaci zastavit požerovou aktivitu škůdců a za několik dnů se larvy už nevyvíjí a hynou. U brouků se také zastavuje žír, snižuje plodost a v nižší míře také hynou. Předností azadirachtinu je velice malá toxicita s ohledem na savce a dlouhodobá účinnost.

5 Výsledky

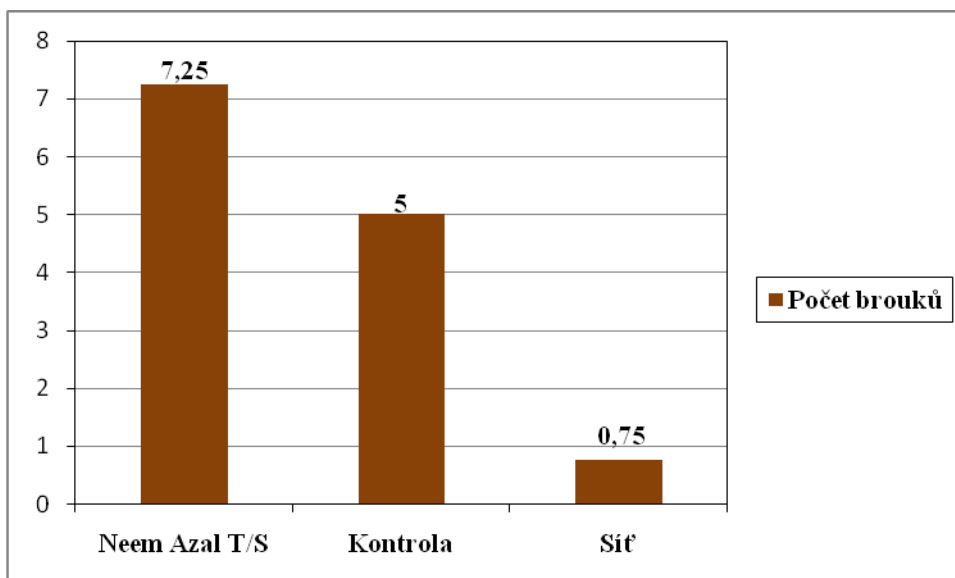
5.1 Hodnocení mandelinky bramborové

Dne 3. 7. 2017 byla provedena kontrola mandelinky bramborové u všech tří sledovaných variant – Neem Azal T/S, kontrola, síť. Byly spočítány larvy, brouci a hnízda. Dne 14. 7. 2017 byla provedena znovu kontrola mandelinky bramborové na všech třech variantách. Byl spočítán a zapsán počet larev, brouků a hnízd ke statistickému vyhodnocení.



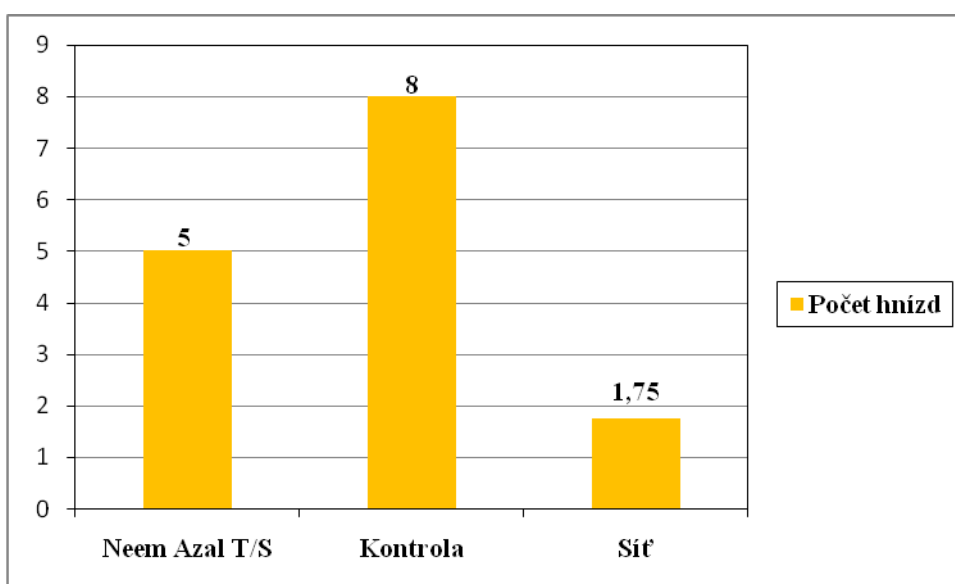
Graf 1 : Počet larev (ks) podle varianty při měření 3. 7. 2017

Varianta síť vykazuje nejnižší počet larev (46,25 ks), protože tato ochranná síť zapříčinila nepropustnost pro brouky do porostu brambor. Varianta kontrola měla více než 8 krát vyšší počet larev ve srovnání s variantou síť. Porosty varianty s aplikací Neem Azal T/S měla nejvyšší počet larev na porostu, jelikož se jednalo o stav před aplikací tohoto přírodního insekticidu (graf 1).



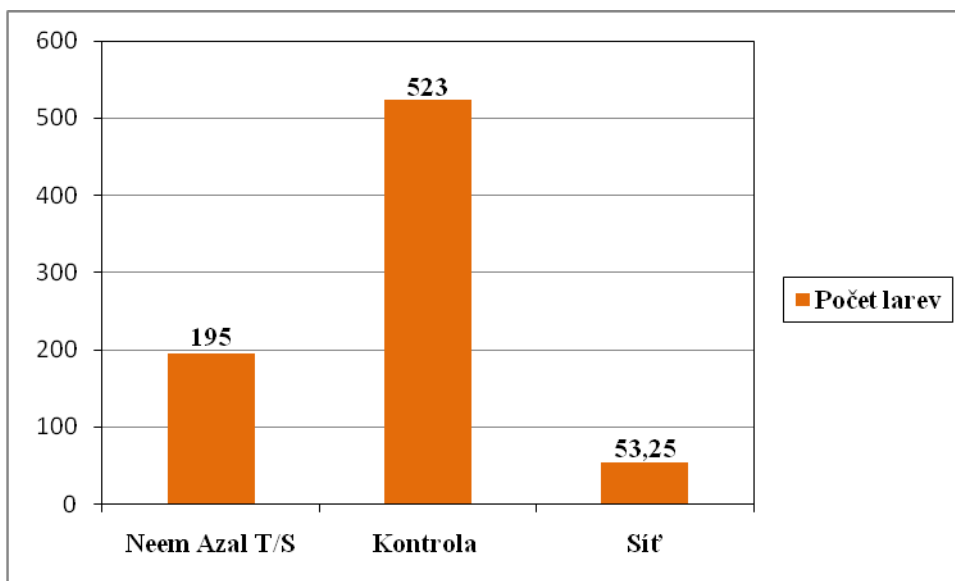
Graf 2 : Počet brouků (ks) podle varianty při měření 3. 7. 2017

Na porostech varianty s ochrannou sítí (graf 2) byl zjištěn nejnižší počet brouků ve srovnání s variantou kontrola (5 ks) a variantou Neem Azal T/S (7,25 ks).



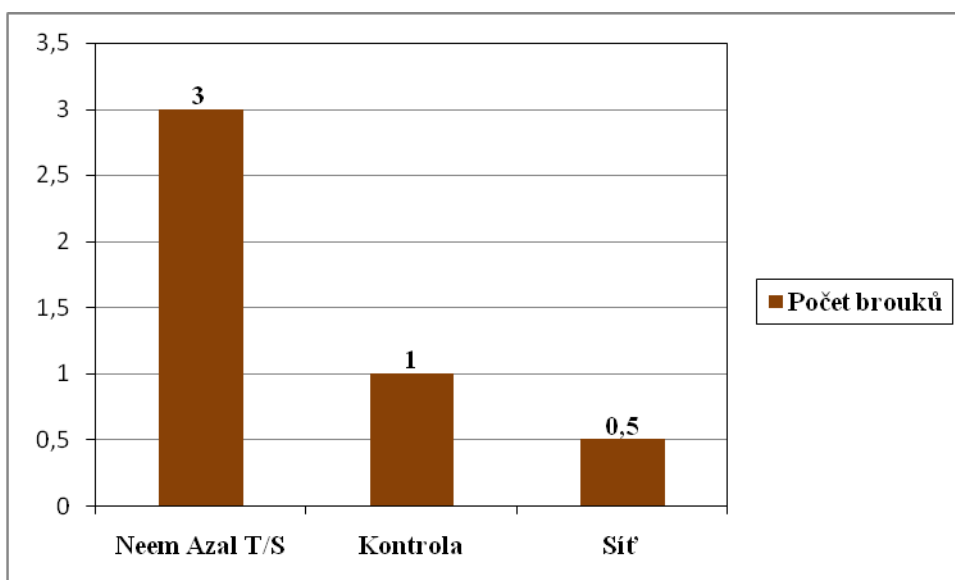
Graf 3: Počet hnízd (ks) podle varianty při měření 3. 7. 2017

Nejvyšší počet hnízd (8) byl zaznamenán u varianty kontrola oproti variantě síť (1,75), která vykazovala nejnižší počet hnízd (graf 3).



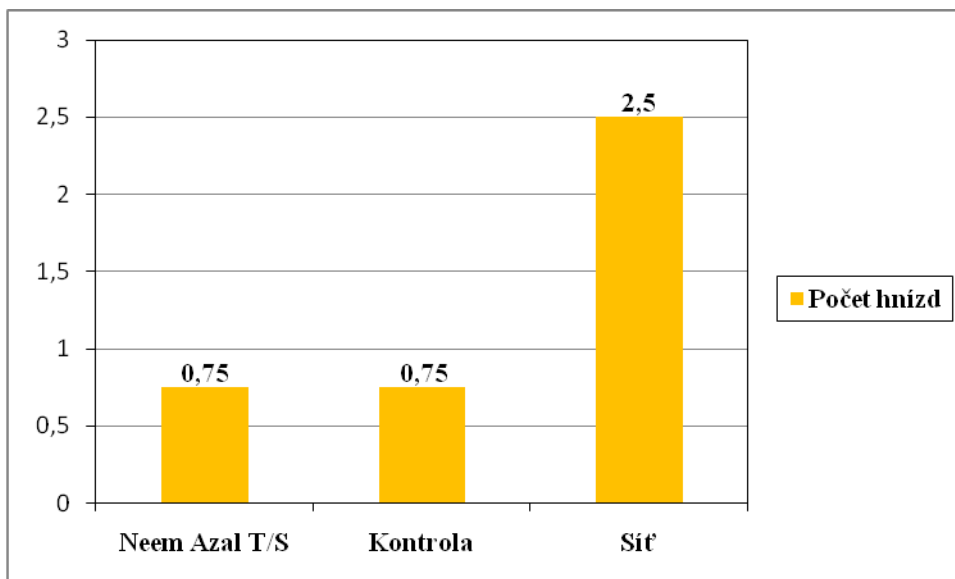
Graf 4: Počet larev (ks) podle varianty při měření 14. 7. 2017

Jak je patrné z grafu 4, u kontroly byl zjištěn nejvyšší výskyt larev. Neem Azal T/S vykazoval více než 2 krát nižší počet larev oproti variantě kontrola. Na variantě síť bylo zaznamenáno nejméně larev.



Graf 5: Počet brouků (ks) podle varianty při měření 14. 7. 2017

U varianty síť (0,5 ks) byl nejnižší počet brouků oproti variantě kontrola (1 ks). U varianty Neem Azal T/S (3 ks) se vyskytoval nejvyšší počet brouků ze všech variant.



Graf 6: Počet hnízd (ks) podle varianty při měření 14. 7. 2017

Jak je patrné z grafu 6, nejvyšší počet hnízd měla varianta síť (2,5 ks) a ostatní sledované varianty Neem Azal T/S a kontrola měly shodný počet hnízd (0,75 ks).

5.2 Statistické zhodnocení výsledků larev, brouků a hnízd mandelinky bramborové

Ke statistickému zhodnocení byla použita ANOVA programu STATISTICA, verze 12 a pro porovnání mezi průměry byl použit LSD Fisherův test.

Tab. 1: Statistické vyhodnocení hnízd dne 3. 7. a 14. 7. 2017

Varianta	Datum	Počet hnízd v ks			
Neem Azal T/S	14.7.2017	0,75	****		
Kontrola	14.7.2017	0,75	****		
Síť	3.7.2017	1,75	****		
Síť	14.7.2017	2,50	****	****	
Neem Azal T/S	3.7.2017	5,00		****	****
Kontrola	3.7.2017	8,00			****

LSD test; proměnná Počet hnízd Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 4,5139, sv = 18,000

Dne 3.7. byl u varianty Neem Azal T/S průkazně vyšší počet hnízd. Po aplikaci, která proběhla 3.7. se statisticky průkazně snížil počet hnízd (viz. tab.1).

Tab. 2: Statistické vyhodnocení brouků dne 3. 7. a 14. 7. 2017

Varianta	Datum	Počet brouků v ks				
Sít'	14.7.2017	0,50	****			
Sít'	3.7.2017	0,75	****			
Kontrola	14.7.2017	1,00	****	****		
Neem Azal T/S	14.7.2017	3,00		****	****	
Kontrola	3.7.2017	5,00			****	
Neem Azal T/S	3.7.2017	7,25				****

LSD test; proměnná Počet brouků Homogenní skupiny, alfa = 0,0500 Chyba: meziskup. PČ = 2,0278, sv = 18,000

Při porovnání počtu brouků ve dvou termínech (3. 7. a 14. 7. 2017) byl zjištěn statisticky průkazně nižší počet brouků u varianty ošetřené Neem Azalem T/S (14. 7.) ve srovnání s tou samou variantou před aplikací přípravku (3. 7.). Varianta sít' v obou dnech měla nejnižší výskyt brouků (tab. 2).

Tab. 3: Statistické vyhodnocení larev dne 3. 7. a 14. 7. 2017

Varianta	Datum	Počet larev v ks			
Sít'	3.7.2017	46,25	****		
Sít'	14.7.2017	53,25	****		
Neem Azal T/S	14.7.2017	195,00	****		
Kontrola	3.7.2017	376,75			****
Neem Azal T/S	3.7.2017	425,00			****
Kontrola	14.7.2017	523,00			****

LSD test; proměnná Počet larev Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 11602,, sv = 18,000

Při srovnání počtu larev v obou termínech (3. 7. a 14. 7.) nebyly zaznamenány průkazné rozdíly mezi průměry. Varianta sít' měla statisticky nejnižší výskyt larev (tab. 3) po oba dva dny. Varianta kontrola měla statisticky nejvyšší počet larev (523 ks larev), průkazně vyšší než Neem Azal T/S (dne 14. 7. 2017).

Tab. 4: Statistické vyhodnocení počtu hnízd dne 3. 7. 2017

Varianta	Počet hnízd v ks		
Sít'	1,75	****	
Neem Azal T/S	5,00	****	****
Kontrola	8,00		****

LSD test; proměnná Počet hnízd Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 8,5278, sv = 9,0000

Ochranná síť zapříčinila statisticky průkazně nejnižší počet hnízd oproti variantě kontrola (tab. 4).

Tab. 5: Statistické vyhodnocení počtu larev dne 3. 7. 2017

Varianta	Počet larev v ks		
Sít'	46,25		****
Kontrola	376,75	****	
Neem Azal T/S	425,00	****	

LSD test; proměnná Počet larev Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 16868,, sv = 9,0000

U varianty síť je statisticky průkazně nejnižší počet larev ve srovnání s kontrolou a variantou Neem Azal T/S. Varianta síť měla nejnižší výskyt larev (tab. 5).

Tab. 6: Statistické vyhodnocení brouků dne 3. 7. 2017

Varianta	Počet brouků v ks		
Sít'	0,75		****
Kontrola	5,00	****	
Neem Azal T/S	7,25	****	

LSD test; proměnná Počet brouků Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 3,0556, sv = 9,0000

Na porostech nakrytých ochrannou sítí byl zjištěn nejnižší počet brouků ve srovnání s variantou ošetřenou Neem Azal T/S (tab. 6).

Tab. 7: Statistické vyhodnocení hnízd dne 14. 7. 2017

Varianta	Počet hnízd v ks		
Sít'	2,50		****
Kontrola	0,75	****	
Neem Azal T/S	0,75	****	

LSD test; proměnná Počet hnízd Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,50000, sv = 9,0000

U varianty sít' 14. 7. 2017(tab. 7) byl zaznamenán statisticky průkazně nejvyšší průměr hnízd ve srovnání s variantou kontrola a Neem Azal T/S, u kterých byly neprůkazné průměry hnízd.

Tab. 8: Statistické vyhodnocení larev dne 14. 7. 2017

Varianta	Počet larev v ks			
Sít'	53,25	****		
Kontrola	523,00			****
Neem Azal T/S	195,00		****	

LSD test; proměnná Počet larev Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 6335,6, sv = 9,0000

U varianty sít' byl zjištěn statisticky průkazně nejnižší výskyt larev, oproti Neem i kontrole. Varianta kontrola (tab. 8) měla statisticky průkazně nejvyšší výskyt larev oproti variantě Neem Azal T/S a síti.

Tab. 9: Statistické vyhodnocení brouků dne 14. 7. 2017

Varianta	Počet brouků v ks		
Sít'	0,50	****	
Kontrola	1,00	****	
Neem Azal T/S	3,00		****

LSD test; proměnná Počet brouků Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1,0000, sv = 9,0000

Varianta Neem (tab. 9) měla průkazné průměry brouků oproti variantě sít' a kontrole, které vykazovaly neprůkazné průměry. U varianty Neem Azal T/S (tab. 9) byl zjištěn statisticky nejvyšší výskyt brouků.

5.3 Statistické zhodnocení plísně bramboru

U varianty síť (tab. 10) byl zjištěn statisticky průkazně nejnižší průměr výskytu plísně bramboru, oproti variantě Neem Azal T/S a kontrola, které mají statisticky neprůkazné průměry.

Tab. 10: Statistické vyhodnocení plísně bramboru – průměr u termínů 10. 7. 2017 a 10. 8. 2017

Varianta	% napadení listové plochy plísní bramboru		
Síť	6,00		****
Neem Azal T/S	24,00	****	
Kontrola	33,00	****	

LSD test; proměnná procento napadení natě Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 209,56, sv = 21,000

Varianta síť (tab. 11) měla statisticky průkazně nejnižší procentuální napadení natě bramboru oproti variantě kontrola, která měla statisticky průkazně nejvyšší průměr plísně bramboru.

Tab. 11: Statistické vyhodnocení plísně bramboru – průměr, 1. termín 10. 7. 2017

Varianta	% napadení listové plochy plísní bramboru		
Síť	4,00	****	
Neem Azal T/S	10,00		****
Kontrola	15,00		****

LSD test; proměnná procento napadení natě Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 5,1944, sv = 9,0000

Tab.12: Statistické vyhodnocení plísně bramboru – průměr, 2. termín – 10. 8. 2017

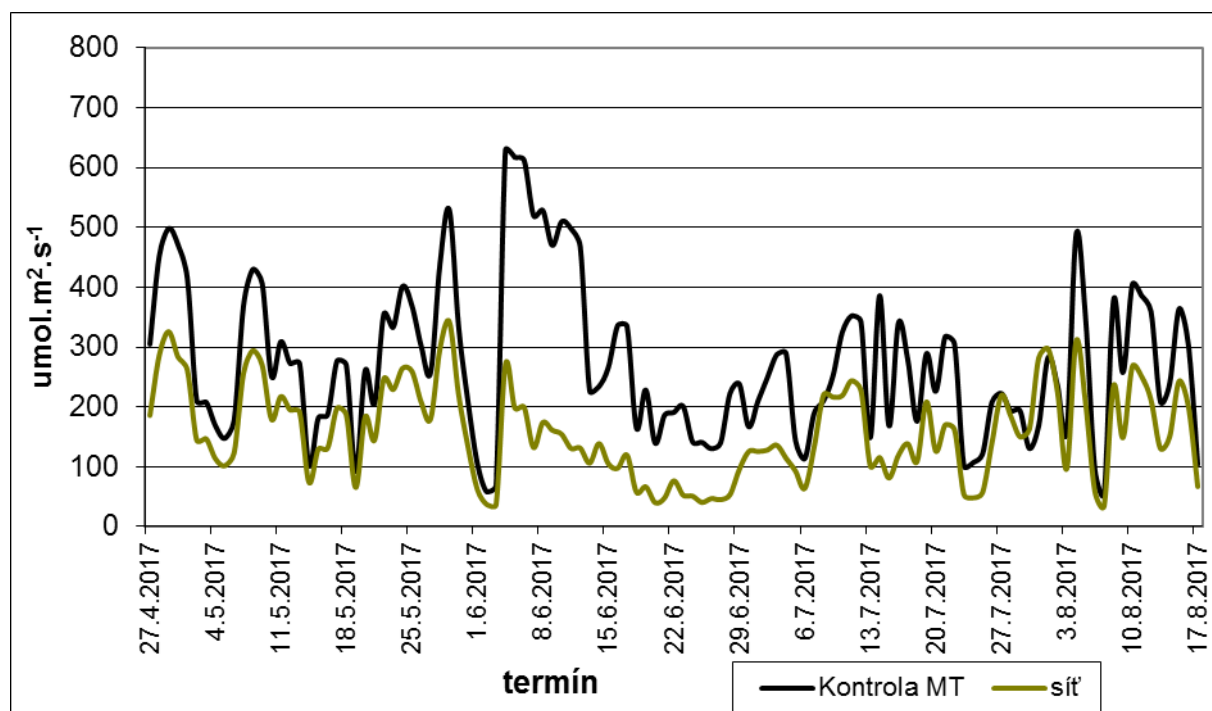
Varianta	% napadení listové plochy plísní bramboru		
Síť	8,00	****	
Neem Azal T/S	37,00		****
Kontrola	51,00		****

LSD test; proměnná procento napadení natě Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ=28,417,sv=9,0000

V druhém termínu měření (10. 8.) (tab. 12) byly pozorovány významnější rozdíly napadení plísně bramboru. Při důkladném zkoumání a porovnávání variant pokusu byly zjištěny

průkazné rozdíly v napadení brambor při použití různých metod a postřiků. Především zajímavý byl trend nejnižšího napadení rostlin pod ochrannou sítí (8 % listové plochy). U varianty Neem Azal T/S bylo napadení plísní bramboru 37,75% listové plochy.

5.4 Fotosynteticky aktivní radiace (FAR)



Graf 7: Průběh intenzity FAR pod ochrannou sítí a na kontrole

Růst rostlin a vitalita porostů brambor je ovlivněna jednak množstvím FAR, ale také jeho spektrem. V pokusu byla použita lešenářská ochranná síť, kde bylo zjištěno podstatně nižší napadení plísně bramboru a vzhledem k použitému materiálu ochranné sítě, byl do porostu brambor mezi řádky nainstalován datalogger, kterým se měří FAR. Pro porovnání s kontrolou byl nainstalován i na variantě kontrola. Datalogger pro měření FAR byly umístěny do středu řádků a poté ukotveny do půdy. Každých 15 minut od začátku vegetace až do 17. 8. 2017 byly automaticky zaznamenávány hodnoty FAR. K vyhodnocení naměřených hodnot byl použit program Mini 32 (verze 4.2.53.0, výrobce EMS Brno ČR). Z grafu 7 je patrné, že na variantě síť byla zjištěna průkazně statisticky nižší intenzita FAR. Spočítáním ANOVA LSD testu (tab. 13) bylo na hladině významnosti alfa =0,05 zjištěna průměrná

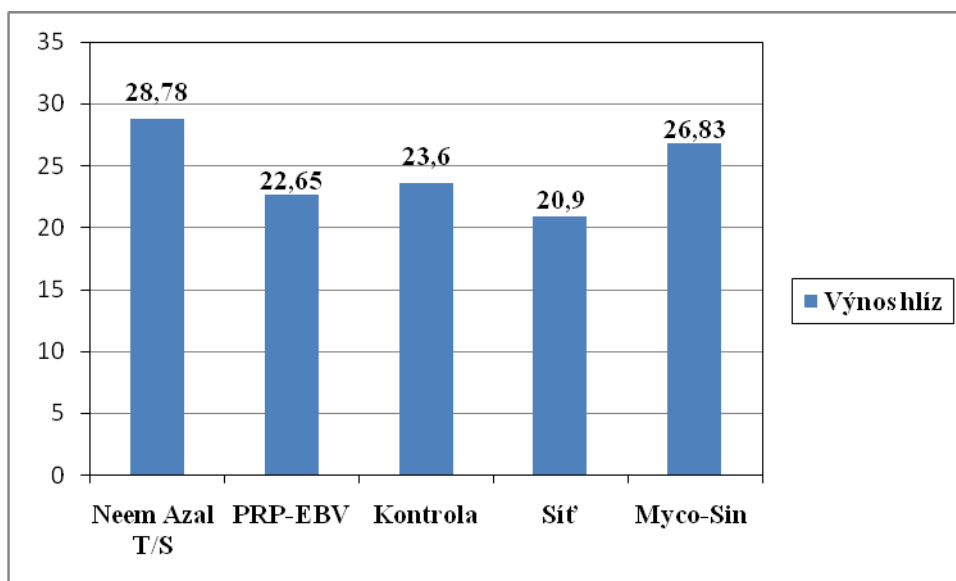
hodnota FAR pod ochrannou sítí 153,60 $\text{umol.m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ v porovnání s variantou kontrola s 273,77 $\text{umol.m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Podle výsledků v tabulce 13 je patrné, že uvedené hodnoty jsou statisticky průkazně rozdílné. U varianty síť je intenzita FAR o 43,9 % nižší než u varianty kontrola.

Tab. 13: Statistické vyhodnocení FAR varianty síť a kontrola

Varianta	Intenzita FAR v $\text{umol.m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$		
Síť	153,60	****	
Kontrola	273,77		****

LSD test; proměnná FAR, Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 11599,, sv = 227,00

5.5 Výnos hlíz



Graf 8: Výnos konzumních hlíz u sledovaných variant

Jak je patrné z grafu 8, nejmenší výnos hlíz měla varianta síť (20,90 t. ha⁻¹) a nejvyšší výnos byl u varianty Neem Azal T/S. Varianta kontrola měla výnos 23,60 t. ha⁻¹. U varianty ošetřené stimulačním přípravkem PRP-EBV činil výnos 22,65 t. ha⁻¹. U varianty ošetřené přípravkem proti plísni Myco-Sinem byl výnos 26,83 t. ha⁻¹. Tento výnos byl vysoký, protože nebyl u rostlin, jako jediné varianty, zničen fotosynteticky aktivní aparát a tím byly

zvýhodněny oproti ostatním variantám, které byly zničeny více mandelinkou a měly pak i více plísň.

5.6 Stanovisko k výzkumným hypotézám

Hypotéza č. 1: Rostliny, které budou pěstovány pod ochrannou sítí budou mít k dispozici nižší FAR .

Tato hypotéza nebyla vyvrácena.

Z výše uvedeného grafu 7 je patrné, že na variantě síť byla zjištěna podstatně nižší intenzita FAR než u kontrolní varianty.

Hypotéza č. 2: Ochranná síť na porostech sníží celkový výnos hlíz.

Tato hypotéza nebyla vyvrácena.

Ochranná síť na porostu brambor snížila celkový výnos hlíz. Ten na této variantě činil 20,90 t.ha⁻¹.

6 Diskuse

Při sledování bylo zjištěno, že PRP- EBV mělo kladný vliv na výnos hlíz, který činil 22,65 t/ha. Ve studii Dvořáka et al. (2013), probíhající na 2 místech po dobu 5 let, činil výnos hlíz po použití zmíněného přípravku 30,6 t/ha, což bylo o 7,95 t/ha více ve srovnání s pokusem. Naopak, výnos na variantě kontrola se v obou případech o mnoho nelišil – činil 23,6 t/ha v pokusu ve srovnání s 27,4 t/ha (studie Dvořáka et al., 2013). V pokusu byl PRP-EBV aplikován 3 x v množství 2 l/ha a u daných autorů 4 x, také v množství 2 l /ha. Tato skutečnost tedy vypovídá o vlivu počtu aplikace přípravku na výnos hlíz.

Stejně jako v pokusu byla ve studii Tomáška et al. (2009) použita lešenářská síť, která zabránila napadení brambor plísní, a vyskytoval se zde nejmenší počet mandelinky bramborové. Použití sítě však zapříčinilo nejnižší výnos (31,08 t/ha) ze všech 7 uvedených variant. V pokusu činil výnos pod sítí 20,90 t/ha, což je o 10,18 t/ha méně než ve studii Tomáška a Dvořáka. Významného rozdílu bylo dosaženo při srovnání výnosu kontroly u Tomáška a Dvořáka (40,51 t/ha) a v pokusu (23,60 t/ha). V něm je u varianty síť (tab. 12) statisticky průkazně nejnižší průměr výskytu plísně bramboru ve srovnání s kontrolou, kde byl statisticky průkazně nejvyšší průměr plísně bramboru. O efektivitě sítí hovoří i studie provedená od r. 2009 do r. 2012 v zahraničí v místě Kakamega, při níž se prostřednictvím sítí podařilo ochránit rostliny před virovými chorobami po dobu 33 měsíců. Navíc došlo k významně vyšší produkci pod sítí ve srovnání s rostlinami ve stejné lokalitě bez sítě (www.sweetpotatoknowledge.org).

Neem-Azal T/S snížil množství larev mandelinky bramborové, a to o více než o polovinu. Dne 3. 7. 2017 bylo na porostu 425 larev mandelinky, po aplikaci přípravku Neem Azal T/S se jejich množství snížilo na 195 (graf 4). Co se týče výnosu, v pokusu došlo po užití daného přípravku k nejvyššímu výnosu (28,78 t/ha), u Tomáška a Dvořáka byl výnos dokonce okolo 44 t/ha. Neem Azal T/S je velice účinný také v boji proti mšicím. Z jedné švýcarské studie vyplývá, že počet mšic na neošetřených rostlinách se po 3 dnech vyšplhal na 303 na 100 listů. Po aplikaci zmíněného přípravku bylo po stejné době na rostlinách pouze 24 mšic na 100 listů. Také hustota mšic byla nižší. Nejvýznamnější rozdíly v počtu mšic mezi kontrolou a ošetřenými rostlinami byly patrné po 7, 14 a 21 dnech sledování. Je zajímavé, že i po uplynutí 21 dnů se pohybovala účinnost Neem Azal T/S okolo 97,8 %. Podle odborníků může k nejlepším výsledkům přispět kombinace zmíněného přípravku a přirozených nepřátel mšic (Daniel et al., 2014).

Užitím přípravku Myco-Sin došlo v pokusu ke snížení plísně na porostu. Pokud však dojde ke srovnání se studií, provedenou v České republice v letech 2011 a 2012 Bočkem et al. (2012), lze konstatovat, že Myco-Sin (v kombinaci se dvěma dalšími preparáty) naopak nevedl ke snížení výskytu houbových chorob u ekologicky pěstovaných jahod. Co se týče výnosu, v pokusu dosahoval při použití zmíněného preparátu hodnoty 26,83 t/ha, ale ve studii Tomáška a Dvořáka (2009) byl daleko vyšší (okolo 38 t/ha). Boček et al. (2012) poukazují na fakt, že celkové výnosy a výnosy konzumních brambor se významně nelišily při srovnání s kontrolou. Naopak, kontrola prokázala nejvyšší celkový výnos. Ze všech, autory užitých, preparátů se nejvíce osvědčil Myco-Sin, díky němuž došlo na sledované parcelce k nejvyššímu celkovému výnosu. Jedinou nevýhodou aplikace Myco-Sinu se stalo snížení váhy plodů (ve srovnání s kontrolou).

7. Závěr

Předmětem studia diplomové práce bylo zjistit, jak se dají ovlivnit produkční vlastnosti brambor v systému ekologického zemědělství. Cílem práce bylo určit, zda brambory pěstované pod sítí budou mít k dispozici nižší FAR a zda ochranná síť na porostech sníží celkový výnos hlíz.

Přesné pokusy byly prováděny na Výzkumné stanici ČZÚ v Červeném Újezdě v období roku 2017. Na základě pozorování bylo zjištěno, že pod ochrannou sítí se vyskytovala plíseň v menší míře než na ostatních variantách. Bylo to způsobeno nižší vlhkostí na porostu brambor, která způsobuje plíseň bramborovou.

Potvrdilo se také, že pod sítí byl nižší FAR, poněvadž síť bránila přístupu slunečním paprskům. Z uvedených výsledků vyplývá, že varianta síť měla negativní vliv na výnos hlíz (20,90 t/ha) ve srovnání s kontrolou (23,60 t/ha) a PRP- EBV (22,65 t/ha).

Výnos hlíz po ošetření přípravkem Neem-Azal T/S činil 28,78 t/ha, což představovalo největší výnos ze všech sledovaných variant. Neem-Azal T/S snižuje napadení plísní bramboru a díky němu je patrná menší defoliace listů, čímž brání patogenům rozšířit se na porostu brambor.

Studie také přinesla zajímavé výsledky ohledně výskytu mandelinky bramborové podle způsobu ošetření. V 1. termínu (3. 7. 2017) bylo nejvíce larev na porostu, který byl později ošetřen přípravkem Neem-Azal T/S (425 ks). Nejmenší počet larev byl ve srovnání s tím zaznamenán u varianty síť (46,25 ks). Nejvíce brouků se objevilo u varianty s Neem-Azal T/S (7,25 ks) a naopak nejméně u varianty síť (0,75 ks). Největší počet hnízd byl u kontroly (8 ks) a nejmenší u sítě (1,75 ks). Ve druhém termínu (14. 7. 2017) bylo však zjištěno, že nejvíce larev je na porostu kontrola a nejméně u varianty síť. U Neem-Azal T/S se podstatně snížil výskyt larev (195 ks), což vede k závěru, že tento přípravek je opravdu efektivní pro redukci především larev mandelinky bramborové. Největší množství brouků bylo na porostech u Neem-Azal T/S (3 ks) ve srovnání s nejnižším počtem (0,5 ks) u varianty síť. U kontroly\ došlo k výraznému snížení počtu brouků na porostu (1 ks). Hnízd se vyskytoval stejný počet jak u Neem- Azal T/S, tak u kontroly (0,75 ks). Nejvyšší počet byl zaznamenán u varianty síť (2,5 ks).

Závěrem lze konstatovat, že rostliny pěstované pod sítí mají k dispozici nižší FAR (graf 7) ve srovnání s variantou kontrola. Dále se také potvrdilo, že ochranná síť snížila celkový výnos hlíz oproti kontrolní variantě.

8. Seznam literatury

Alaux, P. L., Cesar, V., Naveau, F., Cranenbrouck, S., Declerck, S. 2018. Impact of *Rhizophagus Irregularis* MUCL 41833 on Disease Symptoms Caused by *Phytophthora Infestans* in Potato Grown Under Field Conditions. *Crop Protection*. 107. 26 – 33.

Atawodi, S. E., Atawodi, J. C. 2009. *Azadirachta Indica* (Neem): a Plant of Multiple Biological and Pharmacological Activities. *Phytochemistry Reviews*. 8 (3). 601–620.

Benda, V., Babůrek, I., Žďárský, J. 2000. *Biologie II. Nauka o potravinářských surovinách*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. Praha. 196 s. ISBN: 80-7080-402-5.

Boček, S., Salaš, P., Sasková, H., Mokričková, J. 2012. Effect of Alginure (Seaweed Extract), Myco-sin VIN (Sulfuric Clay) and Polyversum (*Pythium Oligandrum* Drechs.) on Yield and Disease Control in Organic Strawberries. *Acta univ. Agric. Et silvic. Mendel. Brun.*, LX. 8. 19-28.

Borowiak, K., Niewiadomska, A., Sulewska, H., Szymanska, G., Gluchowska, K., Wolna-Maruwka, A. 2016. Effect of PRP SOL and PRP EBV Nutrition on Yield, Photosynthesis Activity and Soil Microbial Activity of Three Cereal Species. *Fresenius Environmental Bulletin*. 25 (6). 2026-2035.

Boyd, E., Carpenter, E., Ross, B. T., Zidack, N., Flenniken, M. L. 2018. Potato Cultivar and Seed Type Affect the Development of Systemic Potato Virus Y (PVY^{N-Wi}) Infection. *American Journal of Potato Research*. 1 – 8.

Coombs, J., Hall, D. O., Long, S. P., Scurlock, J. M. O. 1985. *Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis*. Pergamon Press Ltd. Oxford. 298 s. ISBN: 0-08-031999-8.

Daniel, C., Koller, M., Wyss, E. 2014. Neem-Azal T/S to Control Leafhoppers and Aphids in Greenhouse Sweet Pepper and Tomato. *Acta Horticulturae*. 1041. 157-162.

Dhaliwal, G. S., Arrora, R., Koul, O. 2004. *Neem: Today and in the New Millennium*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

Diviš, J., Bárta, J. Bártová, V. 2011. *Pěstování brambor v podmínkách ekologického zemědělství. Metodika. JU v Českých Budějovicích. České Budějovice. 43 s. ISBN: 978-80-7394-295-3.*

Dorn, B., Musa, T., Krebs, H., Fried, M. P., Forrer, R. H. 2007. Control of Late Blight in Organic Potato Production: Evaluation of Copper-free Preparations under Field, Growth Chamber and Laboratory Conditions. *European Journal of Plant Pathology*. 119 (2). 217-240.

Drakopoulos, D., Scholberg, M. S. J., Lantinga, E. A., Tiftonell, P. A. 2016. Influence of Reduced Tillage and Fertilization Regime on Crop Performance and Nitrogen Utilization of Organic Potato. *Organic Agriculture*. 6 (2). 75-87.

Dvorský, J., Urban, J. 2014. *Základy ekologického zemědělství. ÚKZÚZ. Brno. ISBN: 978-80-7401-098-9.*

Dvořák, P., Tomášek, J., Hamouz, K., Jedličková, M. 2016. *Potatoes (Solanum tuberosum L.). Agricultural and Biological Sciences.*

Dvořák, P., Tomášek, J., Hamouz, K., Kuchtová, P. 2015. Reply of Mulch Systems on Weeds and Yield Components in Potatoes. *Plant Soil Environ.* 61 (7). 322-327.

Dvořák, P., Tomášek, J., Hamouz, K., Cimr, J. 2013. Ověřený postup v ochraně půdy a porostů brambor. *Sborník ze seminářů "Intenzifikace rostlinné výroby a trendy pěstitelských technologií. 17.- 25.1.2013. 55-60.*

Garrido, A. E., Strosnider W. H. J., Wilson, R. T., Condori, J., Nairn R. W. 2017. Metal – Contaminated Potato Crops and Potential Human Health Risk in Bolivian Mining Highlands. *Environmental Geochemistry and Health*. 39 (3). 681-700.

Haase, N. U., Haverkort, A. J. 2006. *Potato Developments in a Changing Europe*. Wageningen Academic Publishers. Nizozemí. ISBN: 978 – 90 – 8686 – 011 – 1.

Hausvater, E., Doležal, P. 2013. Ochrana brambor proti mandelince bramborové. Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o. a Poradenský svaz bramborářský kroužek. Havlíčkův Brod. 12 s. ISBN: 978-80-86940-50-2.

Hiisaar, K., Švilponis, E., Metspalu, L., Jogar, K., Mänd, M., Luik, A., Karise, R. 2009. Influence of Neem-Azal T/S on Feeding Activity of Colorado Potato Beetles (*Leptinotarsa decemlineata* Say). *Agronomy Research*. 7. 251-256.

Hrudová, E. 2015. Ochrana rostlin v ekologickém zemědělství. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 144 s. ISBN: 978-80-7509-268-7.

Chandra, S., Singh, R. D., Bhatnagar, V. K., Bisht, J. K. 2002. Effect of Mulch and Irrigation on Tuber Size, Canopy Temperature, Water Use and Yield of Potato (*Solanum tuberosum*). *Indian Journal of Agronomy*. 47 (3). 443-448.

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. 232 s. ISBN:80-7157-446-5.

Jůzl, M., Elzner, P. 2014. Pěstování okopanin. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 100 s. ISBN: 978-80-7509-3.

Kalcsits, L., Musacchi, S., Layne, D. R., Schmidt, T., Mupambi, G., Serra, S., Mendoza, M., Asteggiano, L., Jarolmasjed, S., Sankaran, S. 2017. Above and Below-Ground Environmental Changes Associated With the Use of Photosensitive Protective Netting to Reduce Sunburn in Apple. *Agricultural and Forest Meteorology*. 237. 9-17.

Kumari, S. 2012. Influence of Drip Irrigation and Mulch on Leaf Area Maximization, Water Use Efficiency and Yield of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal of Agricultural Science*. 4 (1). ISSN 1916-9752.

Lammerts van Bueren, E.T., Myers, J. R. 2012. *Organic Crop Breeding*. Wiley – Blackwell. West Sussex (Velká Británie). ISBN: 978-0-470-95858-2.

Litschmann, T., Hausvater, E., Doležal, P., Baštová, P. (2017). Metodika nové prognózy a signalizace plísně bramboru na základě stanovení hodnoty indexu. Havlíčkův Brod. ISBN: 978-80- 86940-74-8.

Mascarin, G. M., Delalibera, I. 2012. Insecticidal Activity of the Granulosis Virus in Combination with Neem Products and Talc Powder Against the Potato Tuberworm *Phthorimaea Operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). *Neotropical Entomology*. 41(3). 223-231.

Mostyakova, A. A., Vladimirov, K. V., Tyaminov, A. Y., Vladimirov, V. P., Mikhailov, A. L. 2018. Productivity of Early Maturing Varieties of Potatoes, with the Application of Designated Doses of Fertilizers, Within the Conditions of the Forest-Steppe of the Middle Volga Region. *Helix* 8 (1). 2341-2345.

Moudrý, J., Konvalina, P., Kalinová, J. 2007. Ekologické zemědělství. – Vysokoškolská učebnice. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice. 219 s. ISBN: 978-80- 7394- 046-1.

Navrátil, J., Šejnohová, H., Doležalová, H., Pícha, K., Rádlová, L., Sedláková, L. 2015. Atlas ekologické zemědělské produkce – Česká republika. Jih. České Budějovice. 53 mapových listů. ISBN: 978-80-86266-90-9.

Olechowicz, J., Chomontowski, C., Olechowicz, P., Pietkiewicz, S., Jajoo, A., Kalaji, M. H. 2017. Impact of Intraspecific Competition on Photosynthetic Apparatus Efficiency in Potato (*Solanum tuberosum*) Plants. *Photosynthetica*. 1-5.

Paul, S., Farooq, M., Gogoi, N. 2016. Influence of High Temperature on Carbon Assimilation, Enzymatic Antioxidants and Tuber Yield of Different Potato Cultivars. *Russian Journal of Plant Physiology*. 63 (3). 319-325.

Pazderů, K., Hamouz, K. 2017. Yield and Resistance of Potato Cultivars with Colour Flesh to Potato Late Blight. *Plant Soil Environ*. 63 (7). 328-333.

Quintanilla, P. 2002. Biological control in potato and tomato to enhance resistance to plant pathogens-especially against *Phytophthora infestans* in potato. Doctoral thesis. ISBN 91-576-5452-2.

Setayesh, R., Kafi, M., Mehrjerdi, M. Z. 2017. Low Sensitivity to Photoperiod May Increase Potato Yield in Short Day Through the Maintenance of Sink and Source Balance. *Pak. J. Bot.* 49 (3). 929-933.

Singh, J., Kaur, L. 2016. *Advances in Potato Chemistry and Technology*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier Science. p. 618. ISBN: 978-0-12-800002-1.

Stefanczyk, E., Sobkowiak, S., Brylinska, M., Sliwka, J. 2016. Diversity of *Fusarium* spp. Associated with Dry Rot of Potato Tubers in Poland. *European Journal of Plant Pathology*. 145 (4). 871-884.

Suffert, M., Ward, M. 2014. Emerging Pests of Potato in Europe: Early Warning, Risk Analyses and Regulation. *Potato Research*. 57. 263 – 271.

Šarapatka, B. 2010. *Agroekologie východiska pro udržitelné zemědělské hospodaření*. Bioinstitut,o.p.s. Olomouc. ISBN: 978-80-87371-10-7.

Štolcová, M., Bečka, D., Capouchová, I., Faměra, O., Fuksa, P., Hakl, J., Hamouz, K., Hosnedl, V., Kocourková, D., Koudela, M., Kuchtová, P., Mrkvička, J., Pazderů, K., Pulkrábek, J., Sus, J., Svobodová, M., Šantrůček, J., Štrnc, P., Vašák, J., Veselá, M., Urban, J. 2009. *Speciální fyto technika. Česká zemědělská univerzita v Praze*. Praha. 168 s. ISBN.978-80-213-1893-9.

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

Tryjanowski, P., Sparks, T., Bleharczyk, A., Maecka-Jankowiak, I., Switek, S., Sawinska, Z. 2018. Changing Phenology of Potato and of the Treatment for its Major Pest (Colorado Potato Beetle).A Long-term Analysis. *American Journal of Potato Research*. 95 (1). 26-32.

Urban, J., Šarapatka, B. 2003. Ekologické zemědělství. Ministerstvo životního prostředí. Praha. 300 s. ISBN: 807-21-227-46.

Vishnuvardhana, M. R. P., Anjanappa, M., Ramegowda G. K., Anilkumar, S., Prasad, P. S. 2017. Studies on Influence of Specific Micronutrient Formulation on Grade Wise Tuber Yield and Quality in Potato (*Solanum Tuberosum* L.). *International Journal of Chemical Studies*. 5 (4). 1762-1765.

Vokál, B., Bárta, J., Bártová, V., Čepl, J., Čížek, M., Doležal, P., Domkářová, J., Dohanyos, M., Faltus, M., Greplová, M., Hamouz, K., Hausvater, E., Homolka, P., Horáčková, V., Hůla, J., Fasal, P., Kopačka, V., Koukalová, V., Mayer, V., Melzoch, K., Opatrný, Z., Patáková, P., Paulová, L., Polzerová, H., Rajchl, A., Rychtera, M., Šantrůček, L., Šárka, E., Ševčík, R., Tajovský, M., Vejchar, D., Zámečník, J. 2013. Brambory – šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Profi Press s. r. o. Praha. 160 s. ISBN: 978-80-86726-54-0.

Wang, F., He, Z. 2012. Effects of Plastic Mulch on Potato Growth. In: He, Z., Larkin, R., Honeycutt, W. (eds). *Sustainable Potato Production: Global Case Studies*. Springer. Dordrecht. ISBN 978-94-007-4103-4.

Zikeli, S. Rembialkowska, Zalecka, A., Badowski, M. 2014. Organic Farming and Organic Food Quality: Prospects and Limitations. *Agroecology – Present Status and Future Propectus*. 3. 85-164.

Internetové zdroje:

www.vesa-velhartice.cz

ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský). Prognóza ohrožení sadbových porostů brambor. [cit. 2018-02-25]. Dostupné z <eagri.cz/public/web/ukzuz/portal>

Net tunnels to protect sweetpotato planting material from disease. A guide to construct and maintain tunnels. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z <www.sweetpotatoknowledge.org>

9. Seznam příloh



Příloha 1: Parcelka s porostem brambor v Červeném Újezdě (vlastní foto)



Příloha 2: Larvy mandelinky bramborové 3. července 2017 (vlastní foto)



Příloha 3: Hnízdo mandelinky bramborové na plevelu (vlastní foto)



Příloha 4: Larvy mandelinky bramborové 14. 7. 2017 (vlastní foto)



Příloha 5: Plíseň bramborová na porostu brambor (vlastní foto)