

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a rostlinné produkce



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Vliv stimulačních přípravků na zvýšení fotosyntetické
produkce bramboru hlíznatého v ekologickém zemědělství**

Diplomová práce

Eliška Hlaváčová

Obor studia: Rozvoj venkovského prostoru

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

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv stimulačních přípravků na zvýšení fotosyntetické produkce bramboru hlíznatého v ekologickém 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 neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 26.4. 2021

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jaroslavu Tomáškoví, Ph.D. za cenné připomínky, odborné rady a čas, který mi věnoval. Zároveň bych ráda poděkovala svému partnerovi za velkou podporu.

Vliv stimulačních přípravků na zvýšení fotosyntetické produkce bramboru hlíznatého v ekologickém zemědělství

Souhrn

Diplomová práce se zabývá vlivem stimulačních přípravků na zvýšení fotosyntetické produkce bramboru hlíznatého v podmínkách ekologického zemědělství. Práce se skládá z teoretické a praktické části.

Teoretická část pojednává o historii brambor, o přípravě půdy na výsadbu hlíz, o samotné sadbě a následném ošetření rostlin. V teoretické části práce je dále zahrnuta fyziologie rostliny bramboru hlíznatého a její fotosyntetická produkce. Práce popisuje faktory ovlivňující růst rostlin brambor a zároveň zahrnuje kapitolu o plísni bramborové, jejíž výskyt v porostu byl v praktické části také sledován. Dále teoretická část pojednává o možnosti ochrany rostlin bramboru hlíznatého.

Praktická část práce popisuje metody a výsledky pokusů, které byly zrealizovány na Výzkumné stanici ČZU v Červeném Újezdu. Pro výzkum byly vytvořeny 3 varianty pokusu, které byly následně vyhodnoceny. Jednalo se o kontrolní variantu, dále o část rostlin, které byly ošetřené přípravkem Polyversum. Třetí varianta byla ošetřena přípravkem Galleko Arider a Galleko list. Zmíněné přípravky by měly zvyšovat fotosyntetickou produkci rostlin brambor a zároveň sloužit k prevenci proti plísni bramborové. Přípravky jsou povolené v režimu ekologického zemědělství. Pro tento pokus byla vybrána odrůda brambor Bernina. Poloraná, salátová odrůda, která vyniká odolností proti plísni bramborové a vysokým výnosem hlíz.

Na základě pozorování výnosových faktorů nedošlo k prokázání statisticky významného vlivu ošetření přípravky Galleko a Polyversum na jejich zvýšení. Nicméně varianta ošetřená přípravkem Galleko vykazovala nejvyšší výsledky v rámci počtu a hmotnosti konzumních hlíz na jeden trs. V případě fotosyntetických činností bylo zjištěno statisticky významného vlivu ošetření na jejich úroveň.

Klíčová slova: hlíza, produkce, vodní stres, chlorofyl, stimulace

The effect of stimulants on increasing the photosynthetic production of tuberous potatoes in organic farming

Summary

The diploma thesis deals with the influence of stimulants on increasing the photosynthetic production of tuberous potatoes in the conditions of organic farming. The work consists of theoretical and practical part.

The theoretical part deals with the history of potatoes, soil preparation for planting, the seedlings themselves and subsequent treatment of plants. The theoretical part of the work also includes the physiology of the tuberous potato plant and its photosynthetic production. The work describes the factors influencing the growth of potato plants and also includes a chapter on potato blight, the occurrence of which in the stand was also monitored in the practical part. Furthermore, the theoretical part deals with the possibility of protection of tuberous potato plants.

The practical part of the work describes the methods and results of experiments that were carried out at the CULS Research Station in Červený Újezd. For the research, 3 variants of the experiment were created, which were subsequently evaluated. It was a control, as well as a part of the plants that were treated with Polyversum. The last variant was treated with Galleko Arider and Galleko leaf. The mentioned preparations increase the photosynthetic production of potato plants and at the same time serve to prevent potato blight. The products are allowed in the organic farming regime. The Bernina potato variety was selected for this experiment. Semi-early, salad variety that excels in resistance to potato blight and high yield of tubers.

Based on the observation of yield factors, no statistically significant effect of Galleko and Polyversum treatment on their increase was demonstrated. However, the variant treated with Galleko showed the highest results in terms of the number and weight of consumable tubers per bunch. In the case of photosynthetic activities, a statistically significant effect of treatment on their level was found.

Keywords: tuber, production, watter stress, chlorophyll, stimulation

Obsah

1	Úvod	1
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	2
2.1	Hypotézy	2
2.2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Historie brambor	3
3.2	Pěstování brambor v ekologickém zemědělství	3
3.2.1	Příprava půdy	3
3.2.2	Sadba	4
3.2.2.1	Mechanická a biologická příprava	4
3.2.2.2	Výsadba hlíz	5
3.3	Fyziologie tvorby výnosu rostliny bramboru hlíznatého	6
3.4	Fotosyntetická produkce brambor	6
3.5	Vlivy, které ovlivňují růst rostlin brambor	8
3.5.1	Půdní podmínky	8
3.5.2	Teplotní podmínky	9
3.5.3	Světelné podmínky	9
3.5.4	Voda, vlhkost	9
3.6	Choroby brambor	10
3.6.1	Plíseň bramborová	10
3.6.1.1	Zařazení	10
3.6.1.2	Původ a rozšíření	10
3.6.1.3	Příznaky nákazy	11
3.7	Ochrana rostlin brambor proti plísni bramborové	12
3.7.1	Metody ochrany	12
3.7.2	Agrotechnika	13
3.7.3	Šlechtění	13
3.7.4	Alternativní ochrana v ekologickém režimu zemědělství	14
3.8	Sklizet	15
3.8.1	Příprava	15
3.8.2	Sklizet	15
3.8.3	Skladování	16
3.8.3.1	Schnutí hlíz	16
3.8.3.2	Suberizace hlíz	16
3.8.3.3	Zchlazení hlíz	16

3.8.3.4	Skladování hlíz	16
4	Metodika.....	17
4.1	Charakteristika lokality	17
4.2	Agrotechnika.....	19
4.3	Použitá odrůda brambor	20
4.3.1	Odrůda Bernina	20
4.3.2	Pokusné varianty	20
4.4	Přípravky	21
4.4.1	PRP SOL	21
4.4.2	Polyversum.....	21
4.4.3	Galleko Arider a Galleko list	22
4.5	Měření transpirace a fotosyntézy.....	23
5	Výsledky.....	24
5.1	Statistické vyhodnocení	24
5.2	Hodnocení výnosu.....	24
5.2.1	Počet malých hlíz o velikosti do 35 mm	24
5.2.2	Počet velkých konzumních hlíz.....	26
5.2.3	Hmotnost malých hlíz o velikosti do 35 mm	27
5.2.4	Hmotnost velkých konzumních hlíz.....	28
5.3	Hodnocení rychlosti transpirace a intenzity fotosyntézy.....	29
5.3.1	Rychlost transpirace.....	29
5.3.2	Intenzita fotosyntézy.....	30
5.4	Hodnocení výskytu plísně.....	31
5.5	Hypotézy.....	33
6	Diskuze.....	34
7	Závěr.....	37
8	Literatura	38
9	Seznam tabulek a grafů	45
10	Samostatné přílohy	46

1 Úvod

Pěstování brambor v režimu ekologického zemědělství reprezentuje produkci brambor bez chemických přípravků a současně souzní s přírodou, kterou nepoškozuje. V naší zemi pěstuje zhruba 236 farem konzumní brambory v režimu ekologického zemědělství. V tomto zmíněném režimu bojují zemědělci se škůdci, plevely, s plísněmi a dalšími možnými chorobami přirozenými metodami (Navrátil et al. 2015). Využívají vhodné osevní postupy, které napomáhají ve zmíněném boji, dále také volí vhodné odrůdy brambor a současně využívají vhodnou agrotechniku (Taufarová et al. 2014).

Cílem ekologické produkce konzumních brambor je vypěstování kvalitních hlíz se současnou ochranou životního prostředí. Výsledkem je produkt, který je certifikován. Certifikace zaručuje šetrné vypěstování daného produktu na chemicky nezatížené půdě za dodržení přísných podmínek (Olle et al. 2015).

V současné době se ekologické zemědělství dostává do popředí a lidé začínají produkty vyprodukované v ekologických podmínkách více vyhledávat. Důvodem je zvyšující se zájem o kvalitnější potraviny se současným zájmem o to, jakou daná potravina projde cestu, než se dostane ke konečnému spotřebiteli (Greenwya et al. 2011).

Je důležité zmínit, že pro ekologické zemědělce je náročné vypěstovat brambory v ekologickém režimu. Důvodem je výnosová variabilita a nižší výtěžnost konzumních hlíz. Brambory vypěstované v podmínkách ekologického zemědělství mají menší velikost. Za to však mají silnější slupku a kompaktnější dužninu (Diviš et al. 2011). Jak již bylo zmíněno, ekologičtí pěstitelé bojují se škůdci a s chorobami. V případě, že selže správný osevní postup, agrotechnika a celkově správný management pěstování v ekologickém režimu, existují povolené přípravky na ochranu rostlin, které může zemědělec využít (Pacífico et al. 2017). Hrozbou pro každého pěstitele brambor, a to nejen v ekologickém režimu zemědělství, je plíseň bramborová a mandelinka bramborová. Tato choroba a škůdce se dokážou velmi projevit na ekonomice podniku (Diviš, 2011).

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Hypotézy

Hypotéza 1: Podpůrné stimulační přípravky použité pro rostliny brambor zvýší fotosyntetickou produkci (výnos konzumních hlíz) nad úroveň neošetřené kontroly.

Hypotéza 2: Aplikace podpůrných přípravků zvýší intenzitu fotosyntézy měřenou přístrojem LC Pro + v porovnání s neošetřenou variantou.

2.2 Cíl práce

Cílem práce bylo zachování vysoké produkce biomasy (hlíz i nadzemní biomasy) brambor použitím stimulačních přípravků v simulovaných podmínkách ekologického zemědělství.

Dalším cílem bylo měření vlivu těchto biologických přípravků – fotosyntetická produkce a intenzita fotosyntézy u jednotlivých variant.

3 Literární rešerše

3.1 Historie brambor

Původ brambor (*Solanum tuberosum* L.) dohledáme až v Jižní Americe. Přesněji na území peruánskobolivijských And. Inkové pěstovali brambory také na území Chile a na ostrově Chiloe (Houba 2007). U nás v Evropě se tato plodina objevila v druhé polovině 16. století díky Španělům, kteří brambory do Evropy přivezli. Po převozu do Evropy trvalo lidem zhruba 200 let, než si u nich brambory vydobyly jak hospodářský, tak společenský význam. Postupem času se tato plodina začala po Evropě rozšiřovat a její větší rozmach můžeme zaznamenat v první polovině 19. století, kdy se staly přední plodinou (Kutnar 2005). V České republice se můžeme s prvními pěstiteli této plodiny setkat už v první polovině 17. století. Ve vyšším měřítku se brambory v naší zemi začaly pěstovat v hladových letech, díky Marii Terezii, která je k nám nechala přivézt z Pruska (Jůzl et al. 2000).

3.2 Pěstování brambor v ekologickém zemědělství

V režimu ekologického zemědělství se brambory řadí mezi nejvýznamnější plodinu. Je to z důvodů jejich příznivého vlivu na půdu a následně její úrodnost. I přesto je na našem trhu nedostatečná nabídka jejich produkce. Pěstitele velmi limituje náročnější pěstování při dodržování striktních pravidel ekologického režimu, nestálost výnosu a nízká výtěžnost (Diviš 2012). V porovnání s jinými zeměmi Evropské unie zaujímají v České republice ekologicky pěstované brambory pouze necelé 1 % z celkové plochy pěstovaných brambor (Diviš 2011). Lichtenštejnsko přitom zaujímá 29 % půdy, která je obdělávaná v režimu ekologického zemědělství, v sousedním Rakousku se jedná o 13 % půdy a ve Švýcarsku je to 12 % půdy. V celosvětovém porovnání vítězí Austrálie, která se stává zemí s největší rozlohou ekologicky obdělávané půdy (Nechwatal & Zellner 2015)

3.2.1 Příprava půdy

Příprava půdy začíná už na podzim. Podzimní příprava spočívá ve včasné podmítce, která může být udělána vláčením, nebo rýhovacími válci. V období před výsadbou je možné půdu využít pro pěstování meziplodiny k využití na zelené hnojení. Podle Dvořáka et al. (2014) se pro regulaci plevelů (například pýru) z agrotechniky využívá diskový podmítač, který rozřeže oddenky rostlin a plevelů na malé části a následně se hlubokou orbou (tzn. 25 až 30 cm) zapraví do půdy. Hluboká orba patří mezi nejdůležitější pracovní operace,

ale je důležité zmínit, že je z ekonomického hlediska pro zemědělce velmi finančně nákladná. V osevním postupu bývají brambory zařazovány po zhoršující předplodině. Proto je dobré v podzimní přípravě aplikovat statková hnojiva do půdy.

Jarní příprava je důležitá pro správné a rychlé vzházení rostlin brambor. Před výsadbou pěstitel volí takové operace, které jsou vhodné k dané lokalitě, typu půdy a celkovému průběhu počasí v daném roce. Klíčení nových rostlin podpoří smykování a vláčení, které probíhá v moment, kdy jsou zaschlé brázdy. V případě lehké půdy pěstitel volí prokypření půdy do hloubky 15 až 18 cm. Pokud je půda těžší, je dobré zvolit dvojnásobné kypření, kdy první je do nižší hloubky půdy (zhruba do 12 cm) a druhé hlubší (do 20 cm). Zmíněné operace přípravy půdy by měly probíhat za vhodných vlhkostních podmínek (Čermák 2013). Také Vokál et al. (2003) doporučuje na těžších půdách dvojí kypření. Dále také zmiňuje, že tato operace má příznivé účinky nejen na prokypření půdy, ale také půdu odplevelení, což je žádoucí.

3.2.2 Sadba

Pro zaručení dobrého biologického, fyzikálního a zdravotního stavu hlíz pěstované odrůdy je důležité, aby byla sadba certifikovaná. V případě dodržení tohoto faktu můžeme předpokládat určitý výnosový potenciál. Se sadbou, která certifikovaná nebude, si může pěstitel do půdy přinést choroby, viry a bakterie, které by zapříčinily vysoké ekonomické náklady na jejich budoucí likvidaci, což by potenciální nízkou kupní cenu okamžitě zvýšilo (Haustvater & Doležal 2016).

Jak uvádí Diviš (2007), hlízy určené k sadbě by měly být ve velikosti 2,5 až 6 cm a jejich hmotnost by měla být v rozmezí od 30 do 80 gramů. Dle odrůdy by jeden hektar plochy určené k sadbě měl být osázen přibližně 400 000 rostlin.

Pro ekologické pěstitele bohužel stále není nabídka certifikované sadby brambor nijak pestrá, je spíše nedostatečná (Dvořák & Bicanová 2007).

3.2.2.1 Mechanická a biologická příprava

První důležitou částí v biologické přípravě sadby brambor je probuzení hlíz po dormanci (klidovém období hlíz), po které začíná docházet k jejich naklíčení. Ideální je maximální počet klíčků na hlíze. Cílem pěstitele je uspíšení vzházení hlíz, které sníží délku vzejití rostliny po zasazení. Současně to také přispívá k nižšímu napadení houbovými a bakteriálními chorobami, které se u brambor objevují. V případě vynechání biologické přípravy podle Vokála et al. (2003) se prodlouží doba vzejití rostliny bramboru hlíznatého o 6 až 8 týdnů.

Jednou z biologických příprav sadby je narašení brambor pomocí postupně se zvyšující teploty v místě, kde jsou hlízy skladované. Požadovaná konečná teplota je 8 až 10 stupňů. Díky zvyšující se teplotě na hlízách vyrostou 2 až 3 mm klíčky. Klíčky by v době sadby neměly být delší více než 5 mm (Ghidiu et al. 2011).

Další možnou variantou, jak hlízy biologicky připravit na sadbu je částečné světlo ve skladovacích prostorách. Sadba by měla být rovnoměrně rozložena, v ne příliš vysokých vrstvách (ideálně max. do 5 cm). Otevřením okna, či dveří zajistíme částečné světlo. Vše musí probíhat za vhodných teplotních podmínek. S narušením úplné tmy by se mělo začínat zhruba 2 týdny před výsadbou (Jůzl et al. 2000).

Mechanická příprava sadby spočívá v dobře přebrané sadbě. Důležité je odstranění nevhodných, nahnilých hlíz. Hlízy by měly být tříděné do frakcí podle velikosti. První velikostní frakce o rozmezí 2,5 až 4,5 cm a druhá frakce v rozmezí 4,5 až 6,5 cm. Hlízy určené pro sadbu může pěstitel zakoupit ihned po sklizni konzumních brambor nebo až na jaře. V případě, že pěstitel brambory sám uskladňuje, musí dbát na vhodné podmínky pro uskladnění, kterými jsou teplota, tma a správná vlhkost (Hamouz & Dvořák 2006).

3.2.2.2 Výsadba hlíz

S výsadbou hlíz každý pěstitel začíná podle své lokality. Výsadba se liší podle pěstitelské oblasti a také podle nadmořské výšky. V případě biologické přípravy sadby, tzn. hlízy již mají klíčky, můžou jít do půdy, která má teplotu 6 stupňů. Pokud pěstitel biologickou přípravu neprovádí, měly by hlízy přijít do půdy o teplotě 8 stupňů. Hlízy se sázejí do připravených hrůbků, v ideální meziřádkové vzdálenosti 75 cm. Vzdálenost jednotlivých hlíz by měla být okolo 30 cm. Důležitá je také hloubka, do které jsou hlízy zapravené. Výška ornice nad hlízou po mechanické kultivaci dosahuje 14 cm. Brambory jsou sázené pomocí sazeče, který může pěstitel zvolit dvouřádkový nebo šestiřádkový. Při využití techniky je dobré, aby pěstitel počítal s určitým procentem poškození klíčků. V případě dodržení výše zmíněných parametrů, odpovídá hmotnost 2,5 t sadby na 1 hektar (Hamouz et al. 2007).

Po výsadbě je zapotřebí ošetření půdy. Propráním a vláčením mechanickou kultivací zajistíme regulaci plevelů a také provzdušnění půdy. První proorání by měl pěstitel udělat týden po výsadbě. Proorání zapříčiní snížení ornice, tím se půda rychleji prohřeje a zvýší se rychlost vzházení hlíz (Dvořák et al. 2015).

Pokud se použije vhodná technologie ošetření půdy, může tím zemědělec předejít vodní erozi. Pěstitel jí ale předejde i vhodně zvolenou meziplojinou (Jun & Novák 2008).

3.3 Fyziologie tvorby výnosu rostliny bramboru hlíznatého

Výsledek výnosu rostlin bramboru hlíznatého je interakce mezi genotypem a podmínkami prostředí. Jednotlivé procesy neboli komplexní charakteristika složitého fenotypového projevu je tvorbou výnosu. Hlavním cílem studie fyziologie je objasnění mechanismu tvorby určité části rostliny, která reprezentuje hospodářský výnos (Zrůst 2001).

U bramboru je hospodářský výnos prezentován sušinou, která je během vegetace ukládána rostlinou do hlíz. Podobně jako u jiných rostlin je sušina tvořena z 90 až 95 % fotosyntetickou asimilací. Ve fázi ontogeneze bramboru hlíznatého je tvorba hlavních produkčních orgánů v podobě listů a také výstavba transportních orgánů v podobě stonků a kořenů. Díky tomu se vytváří předpoklady pro tvorbu hlíz, jakožto orgánů akumulujících produkty fotosyntézy. Právě hlízy představují hospodářský výnos rostlin (Rybáček 1998).

Pro tvorbu výnosu má významný vliv schopnost využití zachyceného slunečního záření porostem rostlin. Pro vysoký výnos je rozhodující optimální velikost listové plochy, produktivita asimilačních aparátů, životnost listů, délka období optimálně rozvinuté listové plochy, výkonný kořenový systém a hospodárná minerální výživa (Eremeev et al. 2019).

V průběhu růstu a vývoje rostlin můžeme záměrně ovlivnit určité fyziologické pochody. Na fotosyntetické, růstové, vývojové a také prostorově strukturní ukazatele porostu je vhodné minerální hnojení. Regulaci výnosotvorného procesu ovlivňuje také voda, teplota a světlo (Zrůst 2001). Jak již bylo výše zmíněno, pro tvorbu výnosu je velmi podstatná provzdušněná půda, která zajišťuje zlepšení podmínek ve sféře kořenové soustavy. Současně pro dosažení vysokého výnosu je také důležité zajištění dostatečného příjmu vody a živin z půdy (Vokál 2013).

Ideální rostlina by měla vytvořit větší počet stonků (5 až 8) a nižší počet hlíz (11 až 15 na trs). Průměrná hmotnost hlíz by měla být okolo 80 g (tato hmotnost by měla poskytnout pěstiteli 25 a více tun sklizně na 1 hektar), (Pulkrábek 2007).

3.4 Fotosyntetická produkce brambor

Fotosyntéza je biologickým dějem, při kterém je absorbována energie slunečního záření. Následně je tato energie přeměněna na energii do chemických vazeb organických látek. Primární neboli světelná část fotosyntézy je první fází komplexní fotosyntézy, která světelnou energii absorbuje do fotosyntetických pigmentů, následně vytvoří ATP a NADPH. V této první

fázi je také uvolňován kyslík. Dále vytvořené produkty vytvoří organické látky při druhé části fotosyntézy. Druhou část nazýváme sekundární, syntetickou nebo také temnostní. Poslední z názvů je poněkud zavádějící, jelikož tato fáze také probíhá jen na světle (Garett & Mundt 2000).

Vědecké práce potvrzují, že pro dosažení vysokého výnosu je důležitý výkonný fotosyntetický aparát s produkční strukturou, který velmi účinně pohlcuje a následovně přeměňuje dopadající záření (Zrůst 2001).

V organismu rostlin nalezneme cenné a velmi důležité biokatalyzátory, enzymy. Z chemické stránky hovoříme o jednoduchých a složených bílkovinách, které jsou součástí specifických řetězců a cyklů. Důležité jsou zejména pro metabolismus rostlin. Rychlost enzymatických reakcí závisí na faktorech, jakými jsou: obsah enzymu a substrátu, hodnota pH prostředí, teplota a inhibitory. Největší rychlost enzymatických reakcí zaznamenáme v moment optimálního pH (Cho et al 2015).

Pro plně funkční fotosyntézu rostlin jsou důležitá i barviva, které listy rostliny bramboru hlíznatého obsahují. Hovoříme o chlorofylech a karotenoidech. Tyto barviva nazýváme také lipochromy a jsou rozpustné v tucích. Jejich množství v listech rostlin je ovlivněno množstvím světla a také vzdušným kyslíkem. Listy rostlin pohlcují sluneční záření a následně tuto energii přeměňují na energii chemických vazeb. Je důležité zmínit, že v rostlinách probíhají také enzymatické procesy, které světlo nepotřebují. Při těchto procesech dochází k výměně CO₂ a O₂ mezi chloroplasty a vnějším vzduchem (Hradilík 2003).

Teplota je velmi úzce spjatá s délkou dne. Při dlouhé fotoperiodě dochází ke kompenzaci nižší teploty. V případě, že teplota dosáhne 14 °C, délka dne již neovlivní produkci hlíz. Listy rostlin bramboru obsahují tuberigenní faktor. Tento faktor podporuje založení hlíz. Současně i sluneční záření a teplota patří mezi hlavní a významné faktory, které mají vliv na růst rostlin. Pro fyziologické funkce rostliny jsou vhodné teplotní podmínky 20 °C ve dne a v noci 14 °C. V tento moment hovoříme zejména o možnosti průběhu fotosyntézy, který probíhá ve dne. V noci v rostlinách probíhá transport látek. Při transportu dochází ukládání látek pletiv a zásobních orgánů rostlin (Jůzl et al. 2000)

Jak je výše zmíněno, výnos brambor závisí i na schopnostech rostlin pohlcovat sluneční záření a následně jej akumulovat do sušiny. Což úzce souvisí s plochou listů. Index listové plochy je vyjádřena plochou listu na jednotku půdorysné plochy. Listová pokryvnost poukazuje na aktuální stav listové plochy k ploše půdy a vyjadřuje kolikrát je plocha půdy pokryta listovou plochou. Zimolka et al. (2008) udává ideální listovou pokryvnost u bramboru hlíznatého

v hodnotách 3,5 až 4,5 m² na m². Půdní pokryv je sledován za využití různých technik. Tento aspekt se pozoruje z důvodů sledování velikosti a rychlosti přírůstku vegetace.

Výnos rostlin brambor se odvíjí od procesu ukládání sušiny do hlíz, která je vytvářena z 90 až 95 % právě fotosyntetickou asimilací (Khiutti et al. 2015).

3.5 Vlivy, které ovlivňují růst rostlin brambor

3.5.1 Půdní podmínky

V České republice brambory našly své uplatnění zejména v hladových letech, tzn. v druhé polovině 17. století. Začaly se pěstovat v chudších podhorských a horských oblastech. Postupně se rozšířily na celé území České republiky a pěstovaly se ve všech druzích půd, kromě těch trvale zamokřených. Postupem času, zejména kvůli náročnosti pěstování ve větším množství (velkovýrobní produkce) se brambory začaly pěstovat v bramborářských oblastech. Tyto lokality se vyznačují nadmořskou výškou 450 až 550 m.n.m. a také ročním úhrnem srážek do 800 mm. Nicméně výhodou pěstování brambor (zejména pro zahrádkáře) je, že rostou v nížinách i na vysočinách (Čepl et al. 2012).

Vhodná půda pro pěstování brambor by měla mít stálou hladinu podzemní vody a měla by být dobře zásobena organickými látkami. Hlízám brambor se daří spíše v lehčích půdách, vyhovují jim písčitohlinité a hlinité půdy, které mají optimální pH (5,5 až 6,5). Písčité typy půdy řadíme mezi lehčí typ půdy, který obsahuje okolo 10 % jílnatých částic a humusu. Hlinitopísčité typy půdy řadíme mezi lehčí až střední půdy, obsahují 10 až 20 % jílnatých částic a humusu (Kasal 2012).

Například švédská studie z roku 1995 zkoumala obsažené množství organických prvků v hlízách ve vztahu s půdními podmínkami. Studie zjistila přímou korelaci mezi množstvím organických látek v hlízách s pH půdy (do hloubky 25 cm ornice). V případě nízkého pH půdy bude nižší obsah organických látek v hlízách, ale současně zvýšené množství nežádoucích stopových prvků. Těmto nežádoucím účinkům nízkého pH půdy můžeme předejít vhodným zvápnovacím procesem (Öborn et al. 1995)

Bramborám nevyhovuje podmáčená, kamenitá až šterkovitá půda. Množství kamene by nemělo překročit 20 tun na 1 hektar ve svrchní deseticentimetrové vrstvě. Dále velmi špatně snáší delší období sucha (Konvalina et al. 2014).

Sklonitost půdy neboli svahovitosti, která by neměla být vyšší jak 8 % (Zimolka et al. 2008).

3.5.2 Teplotní podmínky

Ideální doba výsadby hlíz je ovlivněna teplotou půdy, kterou by měl pěstitel sledovat. Úzce souvisí s lokalitou, ve které jsou brambory pěstovány. V případě, že sadba brambor nebyla biologicky ošetřena (tzn. nebyla předklíčená) je potřeba sázet hlízy do půdy o teplotě 8 až 10 °C. U biologicky ošetřené sadby neboli u předklíčené sadby můžeme hlízy sázet do půdy, která má nižší teplotu, tj. 4 až 6 °C. Současně nejenom teplota půdy ovlivňuje klíčení a následný růst brambor, ale také teplota vzduchu, která je pro klíčení hlíz optimální v rozmezí 15 až 20 °C. Můžeme tedy podotknout, že pro ideální růst brambor je vhodná denní teplota 20 °C a noční teplota 15 °C. U rostlin bramboru hlíznatého dochází k zastavení růstu v moment, kdy teplota vzduchu dosáhne 40 °C anebo pokud je nižší jak 2 °C (Zimolka et al. 2008).

3.5.3 Světelné podmínky

Dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje růst rostlin brambor je viditelné světlo. Díky světlu je v první řadě u brambor zajištěna produkce asimilátů, které využijí pro stavbu rostliny. Rostliny reagují na roční období, tzn. že mají schopnost fotoperiodicity, tzn. dokážou rozeznat délku dne a noci. U rostliny bramboru hlíznatého můžeme poukázat na jednu zvláštnost. Z hlediska tvorby květu rostliny je brambor dlouhodobní rostlinou, ale z hlediska tvorby hlíz krátkodenní. Světlo, které rostlina přijímá v dlouhých dnech (16 hodin) podporuje růst natě, poupat a časnou tvorbu květů. Tím dochází ke zpomalování nasazování hlíz (Vacek & Bartáčková 2011).

3.5.4 Voda, vlhkost

Rostlinám bramboru hlíznatého nevyhovují podmáčené půdy. Zároveň však ale brambory trpí na dlouhodobé sucho. Brambory jsou velmi vnímavé na množství srážek v průběhu jejich vegetace. V případě, že je v lokalitě pěstovaných brambor vyšší úhrn srážek v čase od výsadby do vzejití rostlin, lépe se vytvoří kořenový systém rostlin. Následkem v období růstu rostlin je lepší hospodaření s vodou. V tomto momentě se srážky podílejí na růstu vegetace. V období od května do července úhrn srážek ovlivňuje množství a kvalitu hlíz (Diviš et al. 2011). Dle výše zmíněné charakteristiky můžeme rostliny brambor zařadit mezi rostliny mající středně velké nároky na vláhu. V podmínkách lehkých a středních půd vyžadují rostliny brambor 70 % vodní kapacitu, tak aby byl zajištěn vysoký výnos. Tzn. že 70 % pórů v půdě je vyplněno vodou a zbylá procenta jsou tvořena vzduchem. Pokud je půda v lokalitě, kde jsou brambory

pěstovány těžší, procenta vody a vzduchu se snižují. U těžších půd hovoříme okolo 45 % vodní kapacity (Prugar 2008). Existuje transpirační koeficient, který vyjadřuje nároky rostlin na vláhu, přesněji vyjadřuje spotřebu vody v jednotkách kilogramu na vytvoření 1 kilogramu sušiny biomasy. Rozpětí výsledných vypočítaných hodnot je 260 až 530 kg (Prigle et al. 2009).

3.6 Choroby brambor

Ekologické zemědělství s sebou přináší možnosti výskytu různých chorob, které jsou způsobené viry, bakteriemi či houbami (Ristaino 2012).

Virové onemocnění brambor je šířeno hlízami napadenými viry. Můžeme je určit pomocí sérologických testů ELISA a mají různé projevy. Často jsou hlízy napadené mozaikou na listech rostlin, svinutkou listů brambor nebo nekrotickou kroužkovitostí hlíz brambor (Rasocha et al. 2008).

Bakteriální onemocnění brambor je zapříčiněno bakteriemi, které napadají nejenom hlízu, ale i stonek. Patří mezi ne zčernání stonku brambor, či měkká hniloba hlíz nebo strupovitost brambor (Drenth et al. 1993).

Dalšími chorobami brambor jsou vložkovitost hlíz, rakovina brambor či hniloba brambor. Velmi závažným onemocněním je plíseň bramborová (Przetakiewicz 2015).

3.6.1 Plíseň bramborová

Závažné onemocnění, které rostliny brambor napadá je plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*). Plíseň bramborová napadá nať i hlízy a způsobuje vysoké ztráty na výnosech. V důsledku napadení natě plísní bramborovou je snížena fotosyntetická aktivita rostlin (Mazáková 2006).

3.6.1.1 Zařazení

Jedná se o zástupce třídy *Oomycetes*. Rod *Phytophthora*, říše *Chromista*. Může zapříčinit rozsáhlé škody na výnosu i kvalitě jak na poli, tak ve skladovacích prostorách (Cook 2004).

3.6.1.2 Původ a rozšíření

Původcem plísně bramborové je biotrofní parazit *Phytophthora infestans*, který patří mezi nejvýznamnější a nejzávažnější onemocnění brambor a rajčat.

Existují dvě teorie o místě původu plísně. Andská teorie vychází z předpokladů, že patogen pochází z Jižní Ameriky, stejně jako hostitel. Mexická teorie předpokládá, podle genetických analýz patogenu, že místem původu je střední Mexiko. V této lokalitě se patogeny vyznačují nejvyšší genetickou variabilitou i vyšší diverzitou virulence. V současné době se populace přiklání a podporuje mexickou teorii (Mazáková 2006).

Zástupci rodu *Phytophthora* se rozmnožují v půdě a svého hostitele napadají jak pod zemí, tak nad povrchem země. Plíseň bramborová je listový patogen, který tvoří vzdušné mycelium (Kalina & Váňa 2005).

Pěstitelé se této choroby obávají z důvodů velmi rychlé až masivní sporulace, díky které se plíseň velmi rychle šíří. Pěstitelé si tuto chorobu mohou na své pole zavést díky necertifikované sadbě. Dalším problémem také bývají nesklizené napadené hlízy z předešlé sklizně.

Plíseň je šířena i pomocí větru. Obzvláště za vlhkého počasí dokáže uvolnit 8 až 12 zoospor, které vyklíčí v hyfu dalšího hostitele. Zoospory se pohybují pomocí bičíků. Jsou uvolňovány i za nižších teplot. Pokud je teplota vyšší, sporangium klíčí přímo (Finckh et al. 2006).

3.6.1.3 Příznaky nákazy

Plísni bramborové vyhovují nižší teploty a vysoká vlhkost půdy. Jejím šíření také napomáhají větrné podmínky, díky kterým se choroba v porostu velmi rychle šíří (Kazda et al. 2010). Mycelium proroste list rostliny, haustoria napadnou buňky a začnou způsobovat nekrotizování tkáně. Následně se opětovně vytvoří sporangiofory. Rostlinám, které byly napadené skrz infikované hlízy, začínají hnědnout a odumírat listy ve vegetačních vrcholech, postupně se přidávají další listy i stonek. V případě přenosu infekce pomocí větru můžeme první příznaky pozorovat ve spodních listových patrech a také na koncích listů. Choroba se projevuje nejprve žlutými skvrnami na listech, které rychle hnědnou až černají a šíří se nejenom po listech, ale už po celé rostlině. Pokud je při růstu porostu vlhké počasí, na spodní straně listů rostlin se objeví bělavý povlak. Jedná se o povlak, který tvoří zmíněné sporangiofory (Kaur & Mukerji 2004).

Inkubační doba plísně bramborové je jeden týden. Postupně se vytváří skvrny, které se zvětšují a spojují. V případě dobrých klimatických podmínek pro plíseň, dokáže tato choroba zlikvidovat celou rostlinu zhruba do 2 týdnů (Talich et al. 2013).

Podle Arora a Khurana (2004) se životní cyklus patogenu za poslední dvě desetiletí výrazně změnil. Cyklus se o 30 % zkrátil a rozšířil svoji teplotní toleranci mezi 5 a 27 stupňů.

V ekologickém zemědělství to pěstitele nemusí trápit, ale navíc si plíseň vytvořila rezistenci vůči fungicidu metalaxylu. Zároveň se více množí oosporami a mnohem častěji poškozuje a zasahuje stonek rostlin (Arora & Khurana 2004).

3.7 Ochrana rostlin brambor proti plísni bramborové

3.7.1 Metody ochrany

Ochrana porostu proti plísni bramborové, která je nedostatečná může být příčinou vyznaných ztrát. Důvodem je samozřejmě její negativní vliv na kvalitu hlíz. Důležitá je včasná a zejména komplexní ochrana. Své uplatnění našla integrovaná ochrana rostlin, která je založena právě na komplexnosti ochrany. Rozhodující roli v integrované ochraně rostlin hraje biologická neboli genetická ochrana, mechanická ochrana, na něž navazují agrotechnická opatření a v ekologickém zemědělství povolené bio-insekticidy, či další prostředky na ochranu rostlin povolené v rámci ekologického režimu (Tein et al. 2015).

V ekologickém režimu pěstování brambor je samozřejmě praxe mnohem obtížnější, než je tomu v konvenčním zemědělství. Oba typy zemědělství mají společný cíl, kterým je udržení zdravého porostu. Bohužel v konvenčním zemědělství se možnost využití pesticidů negativně odráží nejen na životním prostředí. Ekologický způsob zemědělství je založen na způsobu hospodaření bez používání chemických syntetických pesticidů. Přípravky, které jsou povolené v ekologickém režimu zemědělství můžeme nazývat jako biologická ochrana. V současnosti není v praxi biologická ochrana výrazně využívána, ale z hlediska budoucnosti má velký potenciál (Dvořák & Mičák 2013).

Nepřímé metody jsou hlavním principem ochrany porostu v ekologickém režimu zemědělství. Zmíněné metody mají zejména preventivní funkci. Můžeme říct, že nepřímé metody převažují nad těmi přímými. Začínají u výběru vhodné a certifikované odrůdy, která je ideální pro pěstování v dané lokalitě, v daných pěstebních podmínkách a současně je i ekonomicky využitelná. Zdravá certifikovaná sadba je důležitým, základním bodem, na který by měl pěstitel dbát. Dalšími kroky nepřímých metod je střídání plodin, správná péče o půdu a využívání agrotechnických opatření (Olle et al. 2015).

Přímé metody jsou ekologickými zemědělci využívány v moment, kdy dojde k přemnožení chorob a škůdců. Cílem přímé metody je redukce chorob a škůdců, nikoliv jejich úplné vymýcení. Mezi přímé metody řadíme prostředky biologické ochrany, mechanickou ochranu porostu, dále organické, minerální přípravky a rostlinné výtažky a oleje. Tuto skupinu možných přímých ochrany porostu má na starosti Státní rostlinolékařská správa. Ta pro naši

republiku vydává seznam registrovaných přípravků na ochranu rostlin, které mohou být využívány v ekologickém zemědělství (Dvořák et al. 2015).

3.7.2 Agrotechnika

Jak již bylo několikrát zmíněno, prvním důležitým krokem pěstitelé je používání zdravé, certifikované sadby (Dvořák et al. 2014).

Pěstitel by měl podle své lokality vybrat vhodnou odrůdu, ideálně se orientovat podle náchylnosti natě a hlíz na plíseň bramborovou. Nebývá to pravidlem, ale rané odrůdy brambor bývají náchylnější než odrůdy brambor s delší vegetační dobou. V případě, že má pěstitel k dispozici lehkou, propustnou půdu, může si dovolit pěstovat citlivější odrůdy. Dále by pěstitel určitě neměl zanedbat biologickou přípravu sadby neboli narašení a naklíčení hlíz. V případě, že to klimatické podmínky dovolí určitě zvolit včasnou výsadbu, která urychlí vývoj rostlin. Tento krok je důležitý hlavně u mladých porostů, které jsou více náchylné k infekci (Hausvater & Doležal 2016).

Neméně podstatný je také tvar hrůbků a výška půdy, která hlízy kryje. Silnější vrstva zeminy hlízy snižuje potencionální infekci. Vhodný tvar hrůbků a nahrnutí hlíny zajistí při srážkách to, že voda po hrůbcích stéká a tím se omezí přímá kontaminace hlíz sporami plísně. Půda slouží jako mechanický a biologický filtr. Pokud pěstitel před výsadbou využije technologii odkamenění, tvar hrůbků se odvíjí od seřízení sazeče. V praxi často dochází k nesprávnému seřízení hrobkovacích těles, což má za následek nevhodný tvar hrůbků či nízkou vrstvu přihrnuté zeminy (Hofmann 2003).

Dalším krokem je správná výživa. Rostliny, které mají nadbytečné množství dusíku v důsledku přehnojení jsou náchylnější k plísni. V případě, že je výskyt plísně v porostu už zaznamenán, nadbytečný dusík v porostu umožní rychlejší šíření plísně. Důležitým výživovým aspektem je také dostatečná zásoba hořčíku (Konvalina et al. 2007).

3.7.3 Šlechtění

Dlouhodobý a velmi obtížný proces, který zajistí zvýšenou ochranu rostlin bramboru hlíznatého, šlechtění na rezistenci vůči plísni bramborové. Jedna z možných způsobů ochrany brambor. Tento způsob ochrany je však limitován schopností patogenu plísně bramborové odolávat, a dokonce si vytvořit virulentnější rasy. Například vertikální rezistence je řízena majorgenem (jedním genem), tím pádem je snadněji patogenem plísně překonána. Horizontální

rezistenci podmiňují minorgeny (skupina genů), čímž je tato rezistence stabilnější a pro patogen tak možná mutace náročnější (Gebhardt et al. 2006). Vertikální rezistence řízena majorgenem je závislá na vnějších podmínkách, přesněji na teplotě a vlhkosti. Negativní stránka této rezistence je proto integrována současně s chemickou ochranou. Jeden z typů rezistence probíhá díky aktivaci hypersenzitivních buněk, které začínají v okolí průniku patogenů do rostliny odumírat. Následně dojde k indukci transkripce genů patogenu a tkáň napadené rostliny spustí systémovou obranou reakci. Další typ rezistence probíhá díky schopnosti mechanismu rostliny bránit se současně proti více kmenům plísňe. Obranné mechanismy se zaměří na efektorové molekuly, které se vyskytují ve více liniích (Khiutti 2015).

Rezistentní šlechtění vůči plísni bramborové má v pěstitelství svou významnou roli (Fry 2008).

3.7.4 Alternativní ochrana v ekologickém režimu zemědělství

Při situaci, kdy pěstiteli selhala preventivní opatření, která učinil, může přejít k přímým metodám ochrany. Pokud bychom se podívali na složení přípravků na ochranu proti plísni bramborové v režimu ekologického zemědělství, zjistíme, že většina z těchto povolených přípravků je na bázi mědi (Dvořák et al. 2014). Zákon č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství, říká, že maximální povolené množství mědi, které bude na porost aplikováno je 6 kg na 1 hektar za rok. Pokud je pěstitel u svazu PRO-BIO, tak ho čekají mnohem přísnější pravidla. Svaz PRO-BIO povoluje použití maximálně 3 kilogramů na hektar za rok. Dalším velmi důležitým krokem při používání povolených přípravků na ochranu rostlin je správná a hlavně včasná aplikace. Podstatný je totiž povlak na rostlině, který musí být dostatečný. Mezi povolené přípravky na ochranu rostlin v ekologickém režimu na bázi mědi patří například Champion 50 WP nebo Bukanyr či Kuprikol. Tyto povolené přípravky jsou na bázi hydroxidu a oxychloridu měďnatého (ÚKZÚZ 2017).

V případě, že pěstitel nechce používat přípravky na bázi mědi se mu výběr z povolených přípravků velmi zúží. Avšak existuje několik alternativ, které jsou spíše podpůrnými prostředky nežli ochrannými. Účinnost těchto přípravků je totiž založena zejména na včasné aplikaci. A to v moment před výskytem patogenu. Jedná se vlastně o preventivní použití. Zmínit můžeme například povolený přípravek MycoSin. Tento přípravek zvýší produkci fenolických sloučenin, tím napomůže k zpevnění povrchové vrstvy listů. Silnější vrstva listu zabrání prorůstání spor kutikulou. Dále má také vliv na pH povrchu listu, čímž omezí klíčení spor (Tomášek et al. 2014).

Polyversum je dalším vhodným prostředkem pro ekologické pěstitele. Obsahuje hyperparazitické houby *Phythium oligandrum*, které napadá mycelia patogenních hub. Tento přípravek má dvojí využití. Aplikovat ho můžeme jako u předchozích přímo na porost. Nebo lze využít pro moření hlíz. Dle Dvořáka (2014) má prokazatelně příznivý vliv na tvorbu výnosu.

3.8 Sklizeň

3.8.1 Příprava

Před sklizní je důležitá příprava, která má v ekologickém režimu jasné cíle. Jedním z nich je zabránění napadení hlíz plísní. Dále odstranění plevele, které usnadní samotnou sklizeň. Pozorné sledování zralosti hlíz a pevnost jejich slupky. V další řadě pěstitel provede odstranění natě pro ulehčení vyorání hlíz. Pěstitel může využít jednu ze tří metod. V případě slunečného a teplého počasí pomocí rozbíječe natě nat' rozbije. Pokud zemědělec pěstuje odrůdy, jejichž hlízy jsou méně přichycené na stolonech, může zvolit metodu vytrhávání natě. Anebo může zvolit tepelnou likvidaci natě. Poslední metoda se prakticky nevyužívá, z důvodů její náročnosti na vyšší spotřebě propan-butanu (Diviš et al. 2011).

Všechny zmíněné úkony vychází ze znalostí o vlastnostech hlíz brambor, jejich chemickém složení, teoretických základech brambor, které by měl pěstitel mít (Vokál et al. 2003)

3.8.2 Sklizeň

V moment, kdy dojde k samotné sklizni je cílem zemědělce co nejméně poškodit hlízy. Odrůdy, které jsou náchylné k mechanickému poškození je vhodné vybírat ručně. To samé platí u kamenného typu půdy. Ve většině případech se používají sklízeče a vyorávače brambor a následně se hlízy ukládají na sklizňové vozy.

Sklizeň se provádí podle vyzrálости porostu, podle typu odrůd. Dále podle množství kamene a typů a jakosti půd. Brambory se nesklízají za nepříznivých podmínek počasí, jakými jsou déšť, či brzy po dešti, kdy je půda mokrá. Dalším důležitým aspektem je teplota vzduchu. Bramborám vyhovují teploty nižší než 20 °C, však nesmí klesnout pod 8 °C. V nepříznivých klimatických podmínkách jsou hlízy brambor mnohem více náchylné k mechanickému poškození. Dochází u nich i k bakteriální hnilobě, což by mohlo zapříčinit ztráty výnosu, zhoršení kvality hlíz. Všechny tyto faktory by se samozřejmě odrazili i v ekonomické stránce (Zimolka et al. 2008).

3.8.3 Skladování

3.8.3.1 Schnutí hlíz

Po provedené sklizni je prvním důležitým krokem oschnutí sklizených hlíz. V ideálním případě se hlízy nechávají oschnout 36 hodin. Následujících 14 dní by měl pěstitel brambory mít v teplotních podmínkách do 16 °C, v prostorách, kde proudí vzduch tak, aby se brambory mohly „vydýchávat“. Při tomto kroku by neměla teplota přesáhnout 22 °C a zároveň by neměla klesnout pod 10 °C (Kazda et al. 2010).

3.8.3.2 Suberizace hlíz

Po ukončení fáze prosychání hlíz, dochází k suberizaci neboli k hojení vzniklých ran. Suberizace probíhá při teplotách 12 až 18 °C a důležitá je relativní vlhkost, která by měla být v rozmezí 85 až 95 %. Fáze trvá 10 až 21 dnů, přesná délka suberizace závisí na teplotě brambor a míře jejich mechanického poškození. Hojení hlíz probíhá tak, že se na jejich povrchu vytvoří korková vrstva (Hajšlová & Schulzová 2006).

3.8.3.3 Zchlazení hlíz

Před úplným uskladněním sklizených brambor je nutné brambory vytřídit a zbavit se tím kusů, které by potenciálně mohly roznést choroby. Dále pěstitel postupným větráním snižuje teplotu vzduchu do rozmezí 2 až 5 °C. Podle Hradilíka (2003) je ideální teplota pro skladování brambor 5 °C. Čisté přenosky či bedýnky, ve kterých jsou brambory uloženy jsou dalším důležitým bodem pro dlouhodobé uskladnění. Pěstitel by měl neustále kontrolovat teplotu ve skladovacích prostorách a zajistit v nich větrání. V případě, že budou brambory skladovány ve vyšších teplotách, pěstitel by měl zajistit aplikaci retardačních prostředků, které zamezí klíčení hlíz (Dvořák et al. 2015).

3.8.3.4 Skladování hlíz

Při následném skladování hlíz je udržována teplota, která byla dosažena ve zchlazovací fázi. Denně by mělo být zajištěné větrání po dobu 1 až 2 hodiny denně, pokud mají hlízy požadovanou skladovací teplotu, je možné zajistit krátkodobé větrání vnitřním vzduchem. Účelem je odvedení produktů, vylučovaných při dýchání hlíz z mezihlízového prostoru (Kasal 2012).

4 Metodika

Pro zpracování diplomové práce byl v roce 2020 založen maloparcelový pokus na fakultním pracovišti, na Výzkumné stanici FAPPZ v Červeném Újezdě.

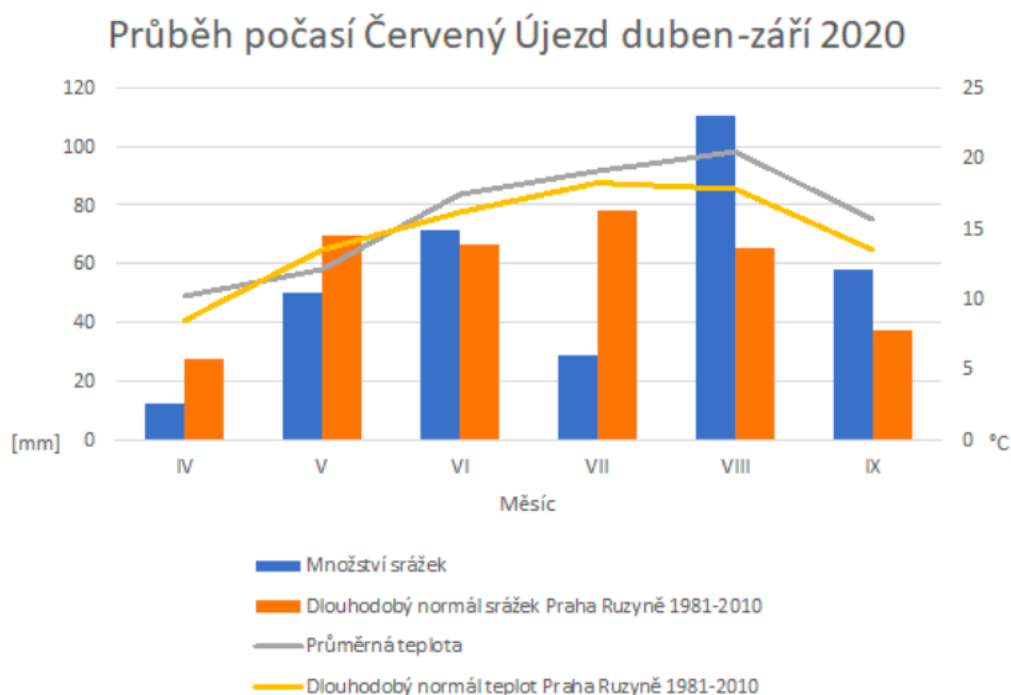
4.1 Charakteristika lokality

Pokus k diplomové práci byl založen na fakultním pracovišti, na Výzkumné stanici FAPPZ v Červeném Újezdě. Jedná se o experimentální pracoviště, které slouží katedře agroekologie a rostlinné produkce. Stanice se zabývá pokusy pro osivářské a chemické firmy. Rozloha, kterou stanice obhospodařuje činí 30 ha, z toho 6 ha plochy slouží k pokusům. Je zde vyměřeno 5 honů, které mají standartní šířku 162 m a minimální délku 300 m. Školský zemědělský podnik Lány pomáhá s obhospodařováním pozemků.

Každoročně jsou zde zakládány pokusy s řepkou ozimou, ječmenem jarním, kukuřicí, pšenicí ozimou, cukrovkou, čirokem zrnovým, hořčicí bílou a sareptskou, vojtěškou, mákem setým a dalšími plodinami.

Půdním představitelem ve zmíněné lokalitě je hnědozem. Jsou zde půdy se střední rychlostí infiltrace. Půdy jsou středně hluboké až hluboké. Středně až dobře odvodněné, hlinitopísčité až jílovitohlinité. Ilimerizace, při které dochází k okyselování povrchových vrstev půdy, peptizací koloidů a následně se vyplavuje do spodiny, je zde hlavním půdotvorným procesem. Půda, na které jsou pokusná pole, obsahuje mírný obsah humusu, obsah fosforu a draslíku je dobrý.

Klimatické podmínky Červeného Újezdu jsou optimální. Výzkumná stanice leží v okrese Praha-Západ, tudíž ve středočeském regionu. Nadmořská výška výzkumné stanice je 398 m.n.m, konkrétněji 50°04' zeměpisné šířky a 14°10' zeměpisné délky. Pokusné plochy jsou převážně s jižní expozicí, v průměrné nadmořské výšce 405 m.n.m. Rovinný terén, na kterém pokusná pole leží podmiňují zásak srážkových vod. Substrát zde má dobrou vododržnost. Lokalita Červeného Újezdu spadá do mírně teplé a suché oblasti. Zimní období je zde také mírné. Průměrná roční teplota se zde pohybuje mezi 7°C a 8,5 °C. Průměrný roční úhrn srážek je v rozmezí 450 až 550 mm.



Graf 1 Grafické znázornění klimatických podmínek v období probíhajícího pokusu (Meteostanice VS ČÚ)

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

rok 2020	teplotní normál (°C)	prům. teplota (°C)	odchylna 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.

4.2 Agrotechnika

Na podzim roku 2019 započala příprava pozemku k pokusu. Byla provedena střední orba do hloubky 25 cm. Na pokusném poli byla jako předplodina pěstována pšenice ozimá. Posklizňové zbytky pšenice byly zaorány.

Následovalo vláčení a prokypření půdy. Na jaře byly do hloubky zhruba 10-15 cm vytvořeny brázdy, do kterých byly hlízy ručně zasázeny.

Při pokusu bylo využito biologické přípravy, která spočívala v předklíčení. Předklíčení probíhalo v časovém úseku 7 týdnů před samotnou výsadbou, tudíž začátkem března. Hlízy byly uskladněné v bedýnkách v nízkých vrstvách (dvě hlízy nad sebou). Předklíčení se započalo v březnu. Následně 16. dubna 2020 proběhla výsadba se sponem 30x75 cm. Délka jedné varianty byla 10 m a šířka 7,5 m. Celková výměra 75 m² představovala 10 řádků, které sloužily jako opakování jedné varianty.

Po měsíci od výsadby, 16. května 2020, byly brambory vyplečkovány. Plečkování je činnost, jejíž podstatou je prokypření vrchní vrstvy ornice v prostoru mezi řádky brambor. Odstraní se tak vzniklý škraloup, půda se provzdušní. Benefitem této činnosti je pozitivní vliv na hospodaření s půdní vláhou. Cílem činnosti je především odstranění vzrostlého plevele.

Nať byla odstraněna 14 dní před sklizní. Samotná sklizeň byla provedená 9. září 2020 ručním vykopáním jednotlivých trsů z různých opakování. Počet opakování byl vždy 30 na jednu pokusnou variantu. Hlízy byly tříděné do dvou velikostních frakcí, do velikosti 35 mm a nad 35 mm.

4.3 Použitá odrůda brambor

4.3.1 Odrůda Bernina

Pro pokus byla vysazena odrůda Bernina. Odrůda Bernina byla registrovaná v roce 2012. Jedná se o velmi kvalitní salátovou odrůdu neboli varný typ A. Vyniká svou sytě žlutou dužninou, barevnou stabilitou i po uvaření a vzhledově líbivými, dlouze oválnými hlízami. Slupka hlíz je hladká a očka jsou mělká. Tato odrůda má vysoký výnos a jako poloraná odrůda má vynikající skladovací schopnosti. Možné tuto odrůdu skladovat až do pozdního jara. Benefitem této odrůdy je poměrně vysoká odolnost vůči virovým chorobám a strupovitosti. Na námi sledovanou plíseň bramborovou je odrůda středně až vysoce odolná.

Dalšími pozitivními stránkami odrůdy Bernina je velmi dobrá snášenlivost sucha, kdy pěstování bez závlahy není problém. Šlechtitel však doporučuje ošetření porostu proti kořenomorce. Brambory vyžadují pro pěstování středně kvalitní půdy s přívodem živin.

Z důvodů vysokého výnosu je u této odrůdy doporučena výsadba o 2 cm hlouběji. Běžně je tato odrůda sázena se sponem 30 až 32 cm, což vychází na 50.000 hlíz.ha⁻¹. Pokud je cílem vyšší třídění než 35/50 doporučuje šlechtitel výsadbu zvětšit spon o 2 cm. Překrytí půdou by nemělo být vyšší jak 17 cm.

4.3.2 Pokusné varianty

Na menším pokusném poli byl proveden pokus zahrnující tři varianty, které byly založeny za účelem zjištění efektivity použitých přípravků proti plísni bramborové. Současně použité přípravky měly zajistit zvýšení fotosyntetické produkce brambor v podmínkách ekologického režimu zemědělství.

Délka jedné varianty byla 10 m a šířka 7,5 m. Celková výměra 75 m² představovala 10 řádků, které sloužily jako opakování jedné varianty.

Jedna z variant sloužila jako kontrolní, přesněji jednalo se o část brambor, které nebyly po celou dobu ošetřovány žádným přípravkem. Druhá varianta byla ošetřena přípravkem Polyversum s účinnou látkou *Phytium oligandrum* v dávce 100g.ha⁻¹ a třetí přípravkem Galleko Arider v dávce 0,8l.ha⁻¹.

Výsadba proběhla 16. dubna 2020 v ranních hodinách. Sklizeň proběhla 9. září 2020.

4.4 Přípravky

4.4.1 PRP SOL

Před výsadbou byla aplikována pomocná půdní látka PRP SOL. Jedná se o látku na bázi dolomitického vápence, vápence a vápenatých sedimentů těžených z mořského dna. Preparát je ve formě granulátu hnědé barvy. Složení ochranné pomocné látky je vápník, mořská sůl, malé množství hořčíku.

Cílem aplikace této ochranné látky je zvýšit půdní úrodnost. Složení produktu pozitivně ovlivňuje půdní strukturu a biologickou aktivitu půdy. Díky aplikaci zmíněné látky by měly rostliny lépe zakořenit, lépe vzcházet, kořenový systém by měl být bohatší a porost vyrovnanější. Výrobce také udává lepší parametry skladovatelnosti ošetřené zeleniny.

Před výsadbou bylo aplikováno 350 kg.ha⁻¹ přípravku PRP SOL. Tento přípravek může být aplikován ručně nebo rozmetadly (pro minerální hnojiva). Přípravek se aplikuje před sadbou, nelze ho aplikovat na list a není možné přípravek rozpouštět ve vodě. Doporučuje se aplikovat na podzim či na jaře. Pokud se aplikuje nižší dávka přípravku, není zapotřebí, aby byl přípravek aplikován do přímo do půdy. Různé atmosférické podmínky vlastnosti tohoto přípravku nemění. Pokud se aplikuje vyšší dávka, je doporučeno přípravek zapravit 10 až 20 cm do půdy. Pro náš pokus byl způsobem aplikace rovnoměrné rozhození přípravku po celém povrchu.

4.4.2 Polyversum

Jedná se o mikrobiální fungicidní přípravek na ochranu rostlin ve formě smáčitelného prášku. Účinnou látkou je *Phythyum oligandrum Drechsler*, obsahující oospory 1 x 10⁶/g. Tato účinná látka působí fungicidně u řady plísňových onemocnění jako je právě plíseň bramborová.

Mechanismus účinku tohoto biofungicidu se může projevit až ve třech rovinách. V prvním případě hovoříme o mykoparazitismu, kdy napadne stélku fytopatogenů (v našem případě stélku plísně bramborové) a začne čerpat živiny pro vlastní výživu, čím začne potlačovat fytopatogenní houby (plíseň bramborovou pomalu zlikviduje). Druhým mechanismem účinku je indukce rezistence vůči chorobám nadzemních částí, kdy sekundární metabolity *Phythia* stimulují tvorbu morfologických a biochemických bariér. Tohoto efektu je dosaženo díky sekundárním metabolitům v kořenovém systému, které následně ovlivní fyziologii rostliny. Posledním možným mechanismem je růstová stimulace, při které sekundární metabolity podporují tvorbu růstových fytohormonů.

Jelikož účinnou látkou přípravku je mikroorganismus *Phythium oligandrum*, jedná se o ekologický přípravek.

Použití vyžaduje dodržení přesných pokynů pro aplikaci. Aplikovat tento přípravek se může ve formě záливky, postřikem na list, máčením kořenů, řízků, nebo celých rostlin. Výrobce udává informaci, že vzhledem k biologickému principu mechanického účinku prostředku není možné přípravkem rostlinu předávkovat. Pro náš pokus jsme využili formu postřiku. Rostliny jsme postřikovali 0,05% suspenzí (5 gramů na 10 litrů vody). Postřik se aplikuje od čtvrtého listu. Aplikuje se preventivně před výskytem nežádoucí plísně bramborové. Mezi aplikacemi by měl být interval 7 až 14 dní.

4.4.3 Galleko Arider a Galleko list

Tento přípravek je určený pro rostliny jako protistresová ochrana. Přesněji stresové podmínky jako sucho, zamokření, zasolení či jiné další. Používá se jako přídavek k základní výživě. Aplikace tohoto přípravku je možná ve všech fázích růstu porostu.

Obsahuje směs oligopeptidů, aminokyselin, antioxidantů a výtažků z mořských řas. Jeho účinek je smáčivý, penetrační a lepivý.

Účinky tohoto přípravku jsou optimalizování energetického metabolismu, podpoření růstových procesů porostu. Dále zvyšuje příjem živin a vláhy. Celkově by měl zlepšit zdravotní stav rostlin. Důležitou informací od výrobce pro náš pokus bylo to, že tento přípravek zvyšuje výkon fotosyntézy.

Na pokus byl použit přípravek „Galleko list“, který podporuje tvorbu nových listů, zvětšuje listovou plochu rostlin. Dále by měl rostliny regenerovat po mechanickém poškození, a zvyšovat tvorbu zásobních látek. Zpomaluje stárnutí listů a odumírání starších listů, podporuje zpevnění buněčných stěn a zlepšuje využitelnost dusíku. V neposlední řadě, jak již bylo zmíněno, pro nás nejdůležitější efekt – zvyšuje koncentraci chlorofylu rostlin a tím i výkon fotosyntézy.

Dávkování je závislé na růstové fázi rostliny. Obecně je uváděno 0,8 l/ha. Pro náš pokus jsme použili 0,5l/ha.

4.5 Měření transpirace a fotosyntézy

Rychlost fotosyntézy i rychlost transpirace je udávána v jednotkách $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^2$. Měření bylo provedeno při konstantní teplotě 21 °C mezi 20 a 23 hodinou večerní. Každá varianta pokusu zahrnovala 40 opakování. Probíhalo ve dnech 18.8. 2020, 19.8. 2020 a 20.8. 2020. Ozáření bylo 550 nm. Hodnoty byly zaznamenávány po dobu 20 minut v intervalu po 1 minutě. Tím bylo zajištěné ustálení podmínek uvnitř měřicí komory. Jedna varianta z pokusu zahrnovala 40 opakování.

Rychlost transpirace (E) a intenzita fotosyntézy jsou ukazatele vitality rostlin. Jedná se o ukazatele související s celkovým výnosem porostu. Infračervený listový analyzátor (přístroj LC Pro +), který byl pro pokus k dispozici, měří základní fyziologické pochody v listu. Dokáže to, aniž by musel být oddělit list od rostliny. Postupem pro měření je vsunutí listové plochy do měřicí komory, ve které je řízená teplota i světlo. Přístroj detekuje změny koncentrace oxidu uhličitého a vodní páry v proudu vzduchu, který prochází v neprodyšné komoře kolem listu. Tato gazometrická metoda měří při hustotě ozáření FAR 400 až 700 nm v rozsahu 0 až 2000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2$. Teplotní podmínky zvládne v rozmezí -5 až +50°C. Gazometrický systém spočívá v principu nasávání proudu vzduchu z (+) a následně jeho vypouštění zpět do atmosféry (-). Podmínky v komoře jsou udržovány zcela automatizovaně. Stejně tak jako výpočty parametrů výměny plynů jsou plně automatizované. Míra asimilace a transpirace jsou vypočítávány každých 20 vteřin z rozdílů v koncentraci plynů a úrovně průtoku vzduchu. Zmíněné mísení vzduchu v komoře zajišťuje ventilátor. Oxid uhličitý se měří pomocí infračerveného analyzátoru plynů. Měření vody je prováděno dvěma senzory vlhkosti. Hodnoty, které přístroj naměří jsou uloženy na paměťovou kartu, kterou přístroj obsahuje.

5 Výsledky

Na základě schválené metodiky byl proveden postup hodnocení sledovaných parametrů pokusu. Diplomová práce byla zaměřena na sledování výskytu plísně bramborové v porostu, který byl ošetřen dvěma prostředky schválenými v režimu ekologického zemědělství. Dále pokus zkoumal intenzitu fotosyntézy a rychlost transpirace. V závěru pokusu došlo k celkovému zhodnocení výnosu hlíz.

5.1 Statistické vyhodnocení

Pro statistické zhodnocení bylo využito programu STATISTICA 12, verze 12.1. Pomocí HSD Tukey testu a ANOVY byly zhodnoceny výsledky pokusu.

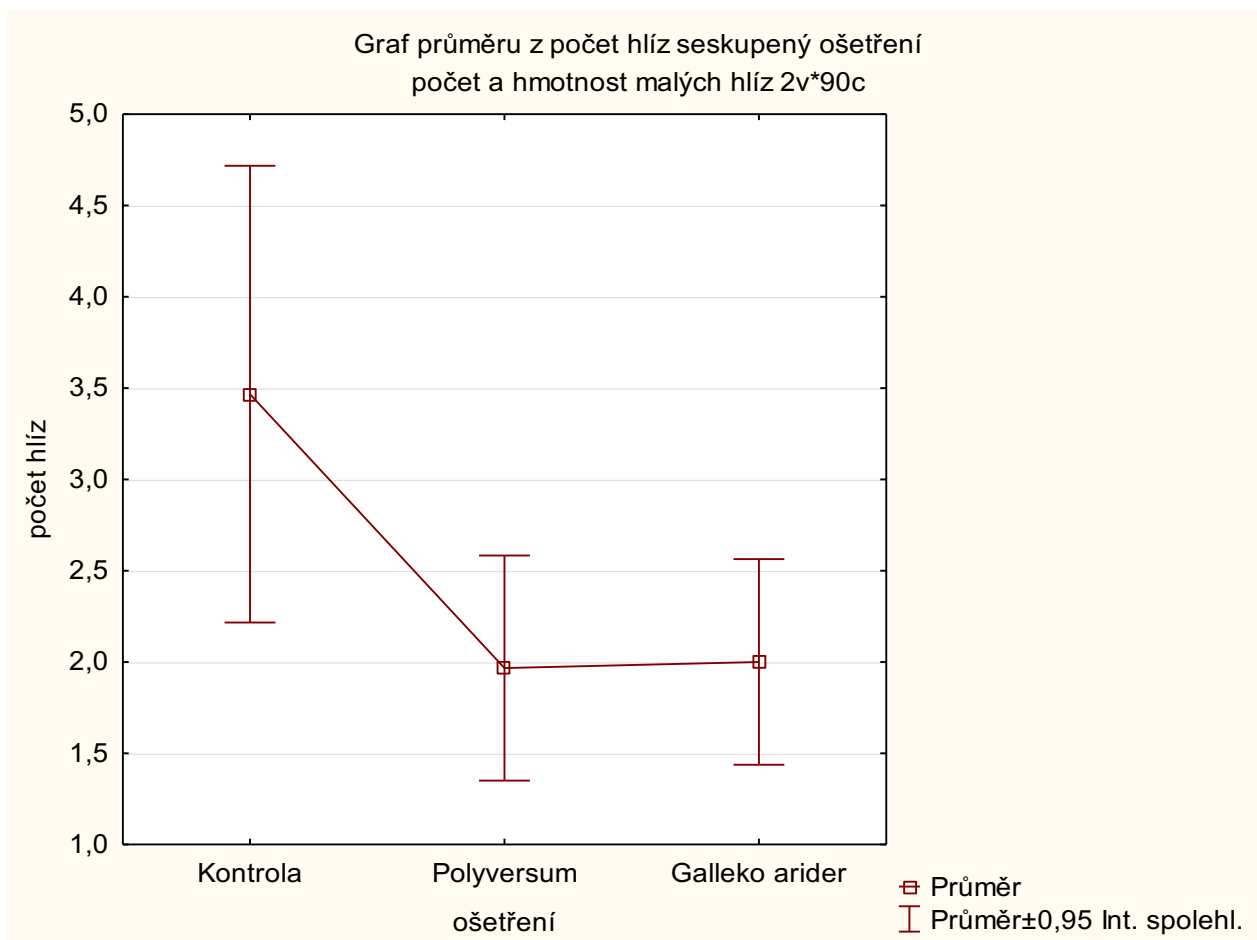
5.2 Hodnocení výnosu

Sklizeň brambor z našeho pokusného pole byla uskutečněna 9. září 2020. Hlízy byly tříděny podle velikosti do dvou frakcí. První frakce zahrnovala menší hlízy, které byly o velikosti do 35 mm. Druhá frakce zahrnovala velké (konzumní) hlízy. U hodnocení výnosu sklizených hlíz byl sledován počet hlíz a jejich hmotnost v rámci jednoho trsu.

5.2.1 Počet malých hlíz o velikosti do 35 mm

Tabulka 2 Počet (ks.trs⁻¹) malých hlíz o velikosti do 35 mm

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná počet malých hlíz (počet a hmotnost malých hlíz) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 5,4073, sv = 87,000			
	ošetření	počet hlíz Průměr	1	2
2	Polyversum	1,966667	****	
3	Galeko arider	2,000000	****	
1	Kontrola	3,466667		****



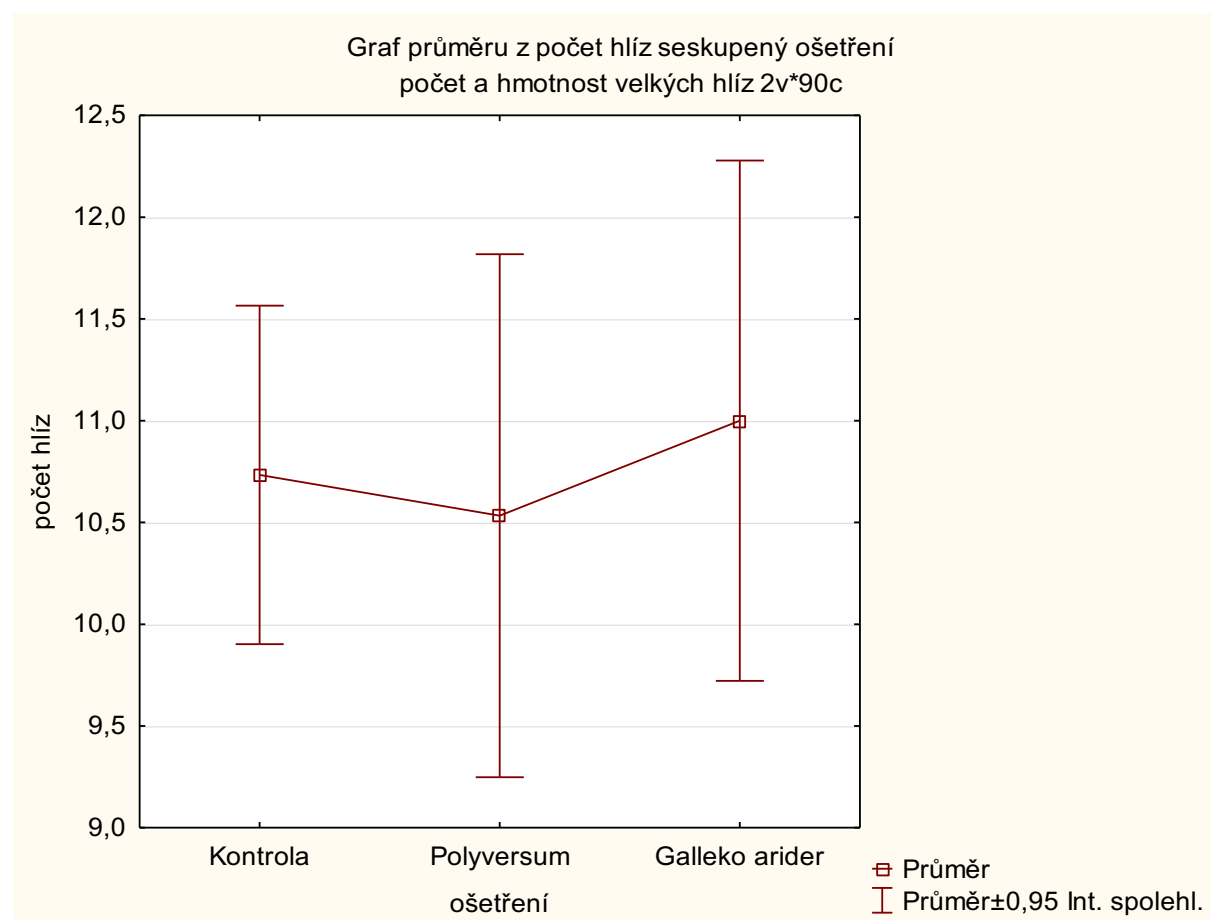
Graf 2 Statistické vyhodnocení počtu(ks.trs⁻¹) malých hlíz o velikosti do 35 mm

V rámci měření byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi ošetřenými variantami biologickými prostředky na ochranu rostlin v porovnání s neošetřenou, kontrolní variantou (viz. tab. č. 2 a graf č. 2). Bylo průkazně zjištěno, že neošetřené stanoviště rostlin brambor (kontrola) vykazovalo největší počet malých hlíz do 35 mm (3, 466 ks.trs⁻¹). Rostliny ošetřené biologickými preparáty s obchodním názvem Polyversum a Galleko dosahovaly průměrného počtu malých hlíz do 35 mm na jeden trs 1,966 ks.trs⁻¹ a 2 ks.trs⁻¹.

5.2.2 Počet velkých konzumních 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 = 9,5096, sv = 87,000			
Č. buňky	ošetření	počet hlíz Průměr	1
2	Polyversum	10,53333	****
1	Kontrola	10,73333	****
3	Galleko arider	11,00000	****



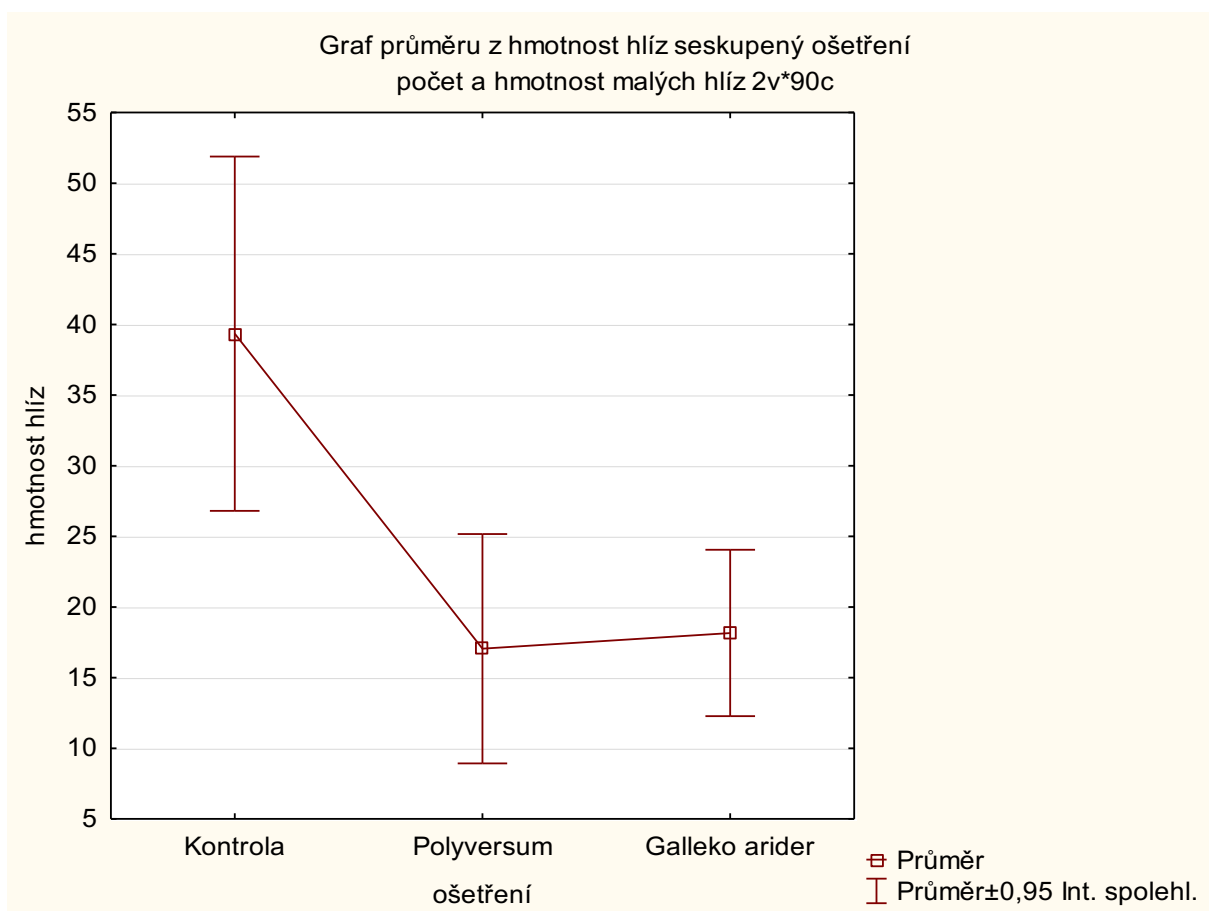
Graf 3 Statistické vyhodnocení počtu ($ks.tr.s^{-1}$) velkých (konzumních) hlíz

V případě hodnocení počtu velkých konzumních hlíz nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi kontrolou a ošetřeními variantami přípravkami Polyversum a Galleko Arider. Nicméně varianta našeho pokusu, která byla ošetřena biologickým přípravkem Galleko Arider dosáhla při sklizni největšího výnosu (počtu) velkých konzumních hlíz. Výsledky jsou znázorněné v grafu č. 3.

5.2.3 Hmotnost malých hlíz o velikosti do 35 mm

Tabulka 4 Hmotnost (g.trs-1) malých hlíz o velikosti do 35 mm

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná hmotnost malých hlíz (počet a hmotnost malých hlíz) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 616,17, sv = 87,000			
	ošetření	hmotnost hlíz Průměr	1	2
2	Polyversum	17,05000	***	
3	Galleko arider	18,16333	***	
1	Kontrola	39,35000		****



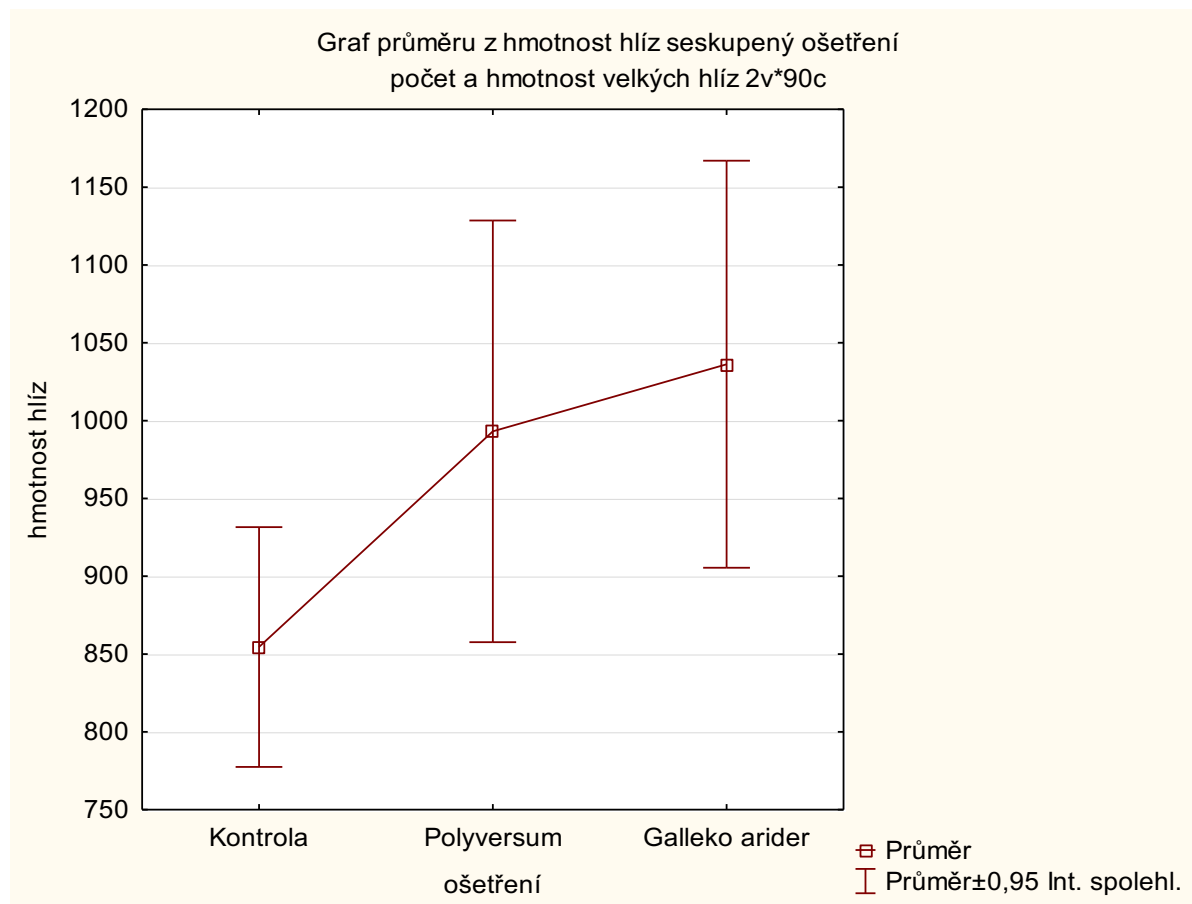
Graf 4 Statistické vyhodnocení hmotnosti (g.trs-1) malých hlíz o velikosti do 35 mm

Stejně jako u počtu malých hlíz byl i u jejich hmotnosti zjištěn statisticky významný rozdíl v porovnání s kontrolní variantou (viz. tab. č. 4 a graf č. 4). Porost, který byl ošetřen biologickými přípravky na ochranu rostlin s obchodním názvem Polyversum a Galleko Arider dosahoval nižších hmotnostních výsledků (17,050g.trs-1 a 18,163g.trs-1) v porovnání s kontrolní variantou (39,350g.trs-1).

5.2.4 Hmotnost velkých konzumních hlíz

Tabulka 5 Statistické vyhodnocení hmotnosti (g.tr.s^{-1}) velkých (konzumních) hlíz

Tukeyův HSD test; proměnná hmotnost velkých hlíz Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 98936,, sv = 87,000			
Č. buňky	ošetření	hmotnost hlíz Průměr	1
1	Kontrola	854,533	***
2	Polyversum	993,097	***
3	Galleko arider	1036,207	***



Graf 5 Statistické vyhodnocení hmotnosti (g.tr.s^{-1}) velkých (konzumních) hlíz

V případě hodnocení hmotnosti velkých (konzumních) hlíz nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi kontrolní variantou a zbývajícími variantami ošetřenými biologickými přípravky na ochranu rostlin (viz. tab. č. 5 a graf č. 5). Nejvyšší hmotnost velkých (konzumních) hlíz vykazovala varianta, u které byla aplikována látka Galleko Arider ($1036,207 \text{ g.tr.s}^{-1}$). Druhou nejvyšší hmotnost dosahovala varianta ošetřená přípravkem Polyversum ($993,097 \text{ g.tr.s}^{-1}$) a nejnižší hmotnost byla zjištěna u kontrolní varianty ($854,533 \text{ g.tr.s}^{-1}$).

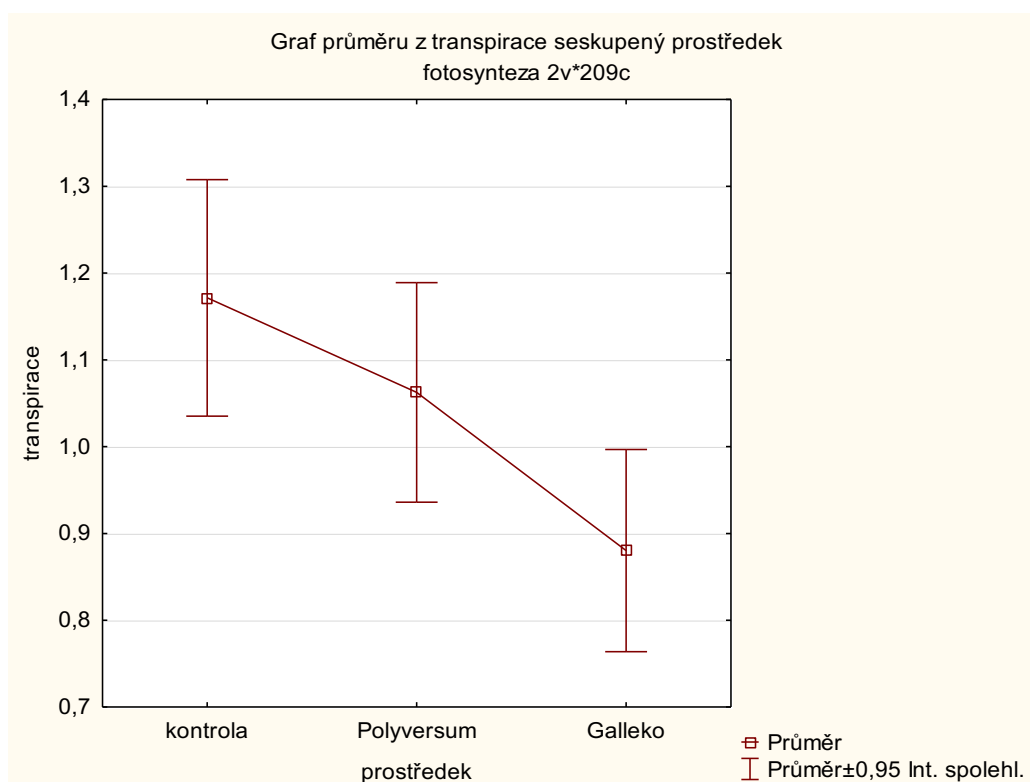
5.3 Hodnocení rychlosti transpirace a intenzity fotosyntézy

V teoretické části práce byla zmíněna důležitost intenzity fotosyntézy a rychlost transpirace. Jedná se o významný ukazatel úrovně vitality rostliny a současně koreluje s celkovým výnosem plodiny. V tabulkách č. 6 a č. 7 a grafech č. 6 a č. 7 jsou zobrazena statisticky zpracovaná data pro rychlost transpirace a intenzitu fotosyntézy. Jedná se o průměry všech provedených měření. Každá varianta pokusu zahrnovala 40 opakování.

5.3.1 Rychlost transpirace

Tabulka 6 Rychlost transpirace ($g (H_2O).m^{-2}.h^{-1}$)

Č. buňky	Tukeyův HSD test; proměnná transpirace (fotosyntéza) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = ,27738, sv = 206,00			
	prostředek	transpirace Průměr	1	2
3	Galleko	0,880270	***	
2	Polyversum	1,062500	***	***
1	kontrola	1,171429		***



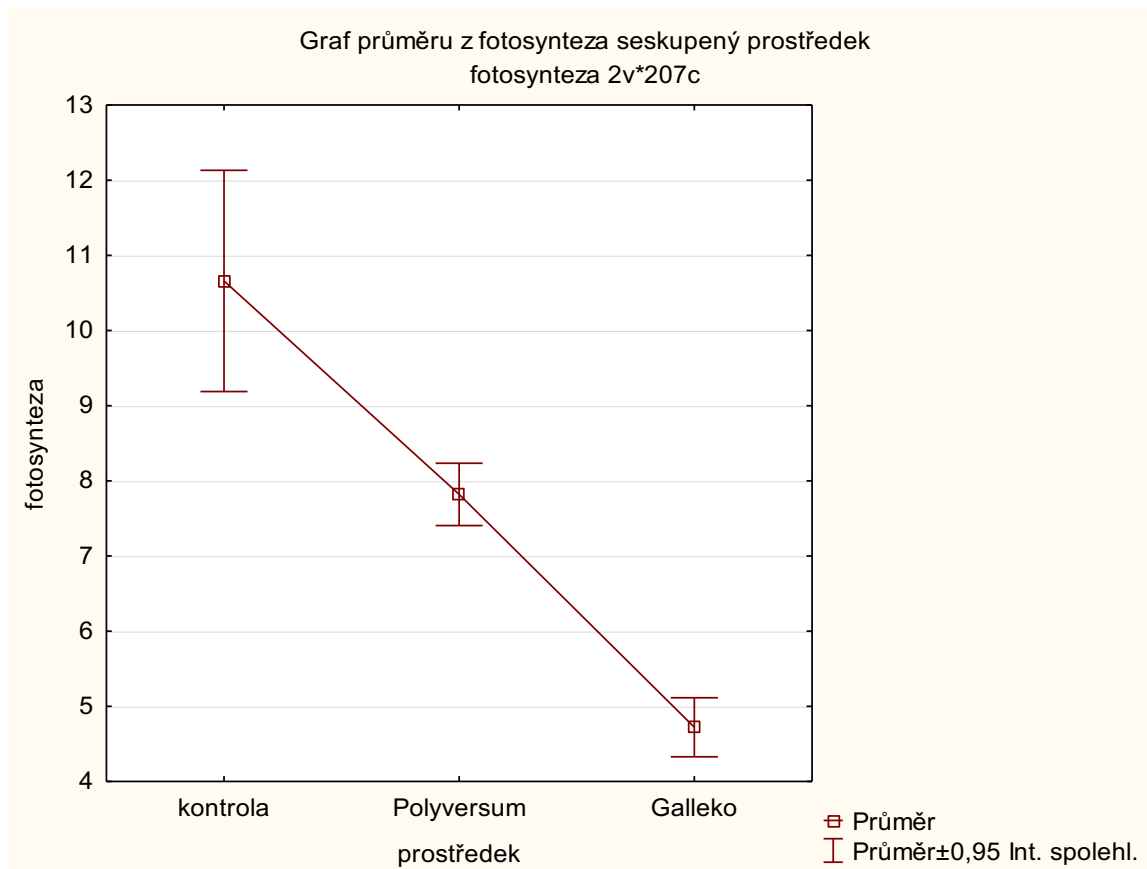
Graf 6 Rychlost transpirace ($g (H_2O).m^{-2}.h^{-1}$)

V rámci výsledků rychlosti transpirace byl zjištěn statisticky významný rozdíl u obou ošetřených variant vůči neošetřené kontrolní. Nejvyšší hodnoty rychlosti transpirace dosahovaly rostliny, které se nacházely na kontrolním stanovišti a nebyly ošetřené žádným ochranným prostředkem. Druhou nejvyšší hodnotu rychlosti transpirace dosahovala varianta, která byla ošetřena přípravkem Polyversum. Nejnižší hodnoty rychlosti transpirace byly naměřeny u varinty, která byla ošetřena přípravkem Galleko (viz. tab. č. 6 a graf č. 6).

5.3.2 Intenzita fotosyntézy

Tabulka 7 Intenzita fotosyntézy ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \text{ listové plochy} \cdot \text{hod}^{-1}$)

Tukeyův HSD test; proměnná fotosyntéza (fotosyntéza)					
Homogenní skupiny, alfa = ,05000					
Chyba: meziskup. PČ = 12,439, sv = 204,00					
Č. buňky	prostředek	fotosyntéza Průměr	1	2	3
3	Galleko	4,72167	****		
2	Polyversum	7,82028		****	
1	kontrola	10,66032			****



Graf 7 Intenzita fotosyntézy ($\text{mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \text{ listové plochy} \cdot \text{hod}^{-1}$)

V případě hodnot intenzity fotosyntézy byl zjištěn u obou ošetřených variant statisticky významný rozdíl vůči kontrolní variantě. Ošetřené varianty vykazovaly společně nižší hodnoty intenzity fotosyntézy v porovnání s kontrolním stanovištěm (viz. tab. č. 7 a graf č. 7). Nejvyšších hodnot intenzity fotosyntézy bylo naměřeno u kontroly (10,660 mg CO₂.dm⁻²listové plochy.hod⁻¹). Střední hodnotu intenzity fotosyntézy vykazovala varianta ošetřená přípravkem Polyversum (7,820 mg CO₂.dm⁻² listové plochy.hod⁻¹). Nejnižší hodnota intenzity fotosyntézy byla zjištěna u varianty, která byla ošetřena biologickým přípravkem Galleko (4,721 mg CO₂.dm⁻² listové plochy.hod⁻¹).

5.4 Hodnocení výskytu plísně

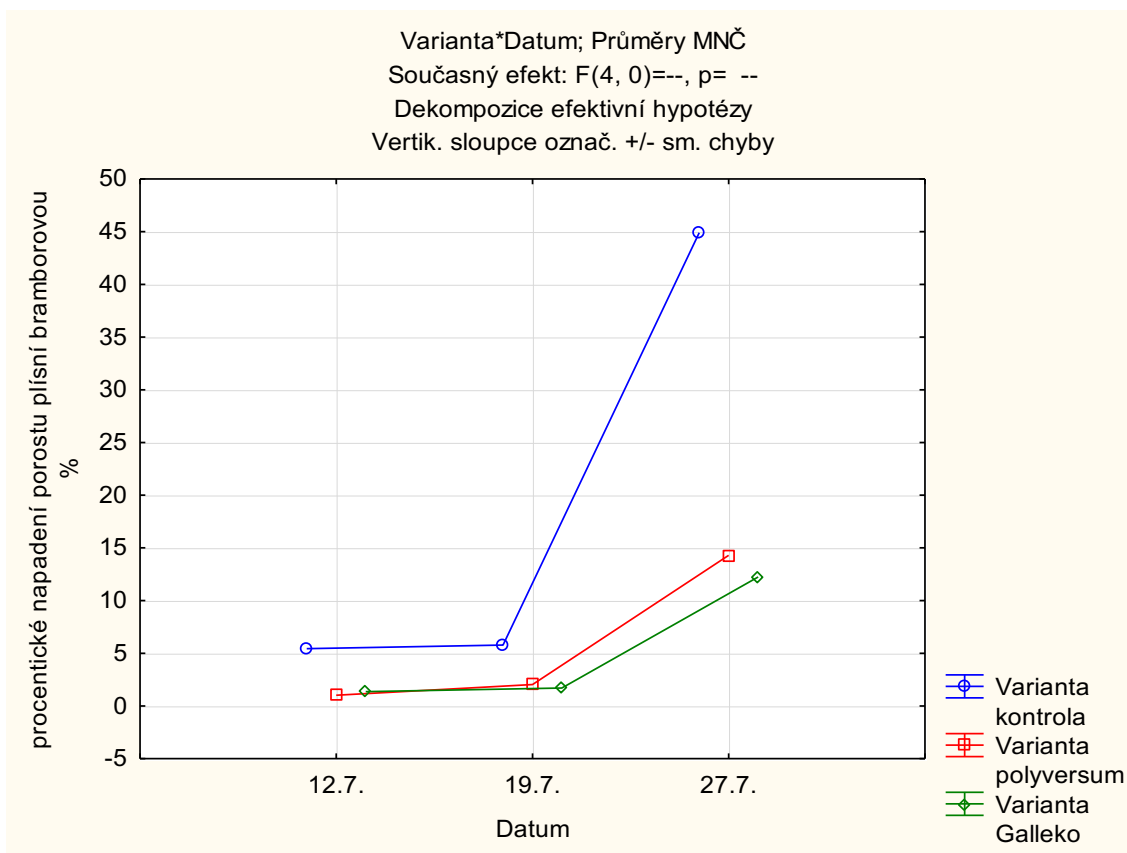
V průběhu pokusu byl současně hodnocen výskyt plísně bramborové. Během vegetace byla prováděna bonitace, při které byl hodnocen výskyt zmíněného patogenu. Napadení listové plochy plísní bramborovou bylo hodnoceno pomocí bonitačního stupně, který je znázorněn v tabulce č. 8. Zjištěná data byla statisticky vyhodnocena. Parametry byly sledovány ve dnech 12.7. 2020, 19.7. 2020 a 27.7. 2020.

Tabulka 8 Škála hodnocení napadení listové plochy

Bonitační stupeň	% napadení natě
1	100
2	88
3	77
4	66
5	55
6	44
7	33
8	22
9	11

Tabulka 9 Statistické zhodnocení napadení porostu plísni bramborovou (%)

Tukeyův HSD test; proměnná (%) procentické napadení porostu plísni bramborovou Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 202,46, sv = 6,0000			
Č. buňky	Varianta	procentické napadení porostu plísni bramborovou Průměr	1
3	Galleko	5,10000	****
2	polyversum	5,78333	****
1	kontrola	18,70667	****



Graf 8 Grafické znázornění vyhodnocení napadení porostu plísni bramborovou (%)

V rámci statistického hodnocení napadení porostu plísni bramborovou nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi kontrolou a ošetřenými variantami (viz. tab. č. 9 a graf č. 8). Výrazný výskyt plísně bramborové byl zaznamenán u kontrolní varianty, a to zejména v sedmém měsíci, kdy procentické napadení porostu kulminovalo v hodnotu 44,90 %. Současně došlo v tomto měsíci i ke zvýšení procentického napadení porostu plísni bramborovou u ošetřených variant. Naměřené hodnoty procentického napadení porostu plísni bramborovou v měsíci červenci dosahovaly v rámci varianty ošetřené přípravkem Polyversum hodnot 14,29 %. U přípravku Galleko procentického napadení porostu dosahovalo 12,24 %.

5.5 Hypotézy

Hypotéza č. 1: Podpůrné stimulační přípravky použité pro rostliny brambor zvýší fotosyntetickou produkci (výnos konzumních hlíz) nad úroveň neošetřené kontroly.

Hypotéza č. 1 byla vyvrácena.

V rámci hodnocení výnosu konzumních hlíz byl pozorován jejich počet a hmotnost. Zjištěná data nebyla statisticky průkazná. Nicméně varianta ošetřená přípravkem Galleko vykazovala největší počet a hmotnost velkých (konzumních) hlíz na jeden trs.

Hypotéza č. 2: Aplikace podpůrných přípravků zvýší intenzitu fotosyntézy měřenou přístrojem LC Pro + v porovnání s neošetřenou variantou.

Hypotéza č. 2 byla přijata.

V rámci výsledků rychlosti transpirace a intenzity fotosyntézy byl zjištěn statisticky významný rozdíl u variant ošetřených přípravky Galleko a Polyversum v porovnání s kontrolní nepšetřenou variantou.

6 Diskuze

Jedním z faktorů, který má významný vliv na rozvoj plísně bramborové je výběr odrůdy. Námí zvolená odrůda s obchodním názvem Bernina se vyznačuje střední až vysokou odolností vůči plísni bramborové. Tento fakt koresponduje i s poznatky Finckhe et al. (2006), kteří ve své práci uvádějí, že mezi nejúčinnější opatření v prevenci proti napadení vegetace plísní bramborovou se řadí vhodný výběr odolné odrůdy.

Úroveň výskytu plísně bramborové závisí na klimatických podmínkách v průběhu vegetačního období. Kapsa (2004) ve své práci pojednává o tom, že bohaté srážky v součinnosti s vysokou relativní vlhkostí vzduchu a dlouhodobého zvlhčení listové plochy zapříčiňují zvýšený tlak plísně bramborové. Během tříletého polního experimentu došel zmíněný autor k závěru, že napadení listové plochy zmíněným patogenem lze významně snížit v případě použití biologických přípravků na ochranu rostlin, kterým je například prostředek Polyversum s účinnou látkou *Phytium oligandrum*. V námí sledovaném pokusu se předchozí závěr autora Kapsy (2004) potvrdil. Rostliny ošetřené přípravkem Polyversum a Galleko vykazovaly napadení porostu plísní bramborovou v hodnotách 5,78 % a 5,10 % v porovnání s neošetřenou kontrolní variantou, u které bylo zaznamenáno napadení plísní v rozsahu 18,70 %.

Dle výzkumu autora Paurson (2014) vykazovala plíseň bramborová navzdory ošetření výrazné poškození porostu brambor. Tato skutečnost je umocněna také tím, že sledovaný rok vykazoval vyšší teploty v porovnání s teplotním normálem. Tento fakt koresponduje i s naším zjištěním, kdy námí sledovaný rok vykazoval obdobné teplotní hodnoty (zvýšení o 1,7°C oproti teplotnímu normálu), což se promítlo i v míře napadení porostu plísní bramborovou. S ohledem na předpokládané zvýšení frekvence teplejších let lze očekávat vyšší výskyt zmíněného patogenu.

Tomášek (2012), který prováděl tříletý pokus, ve kterém sledoval účinek biologického přípravku na ochranu rostlin proti plísni, hovoří o důležitosti volby správného termínu aplikace prostředků. Ideálně na základě prognózy a signalizace plísně bramborové v daném roce.

Podle Dvořáka (2014) je přípravek Polyversum vhodný i na moření hlíz a celkově příznivý dopad na výnos hlíz. Šarapatka a Urban (2006) také ve své publikaci potvrzují Dvořákův pozitivní vliv použití povoleného přípravku Polyversum, který obsahuje hyperparazitické houby napadající mycelia patogenních hub.

Autoři Kurzawińska & Mazur (2009) ve své práci poukazují na zvýšení výnosových faktorů při použití jimi pozorovaných preparátů na ochranu rostlin, které zahrnovali i námí

sledovaný prostředek s obchodním názvem Polyversum. Výstup autorů Kurzawińska & Mazur (2009) nekoresponduje s našimi výsledky, kdy varianta ošetřená přípravkem Polyversum paradoxně vykazovala nejnižší výsledky ve všech měřených výnosových faktorech. V počtu velkých a malých hlíz byly zjištěny výsledky v hodnotách 10,53 ks.tr^{s-1} a 1,96 ks.tr^{s-1}. Dalším výnosovým faktorem byla hmotnost malých hlíz. I v tomto případě byla zjištěna u varianty ošetřené přípravkem Polyversum nejnižší hmotnost malých hlíz, tj. 17,05 g.tr^{s-1}. Pouze v případě velkých (konzumních) hlíz dosahovala varianta ošetřená přípravkem Polyversum vyšších hodnot v porovnání s kontrolní variantou a to o 139 g.tr^{s-1}.

Podobné výsledky přípravku Polyversum popisuje i studie z roku 2012 provedená Bočkem et al., která zkoumala vliv prostředku na výnos jahod. Zkoumaným kvalitativním parametrem byla hmotnost plodů. Boček et al. (2012) potvrzuje, že použití přípravku Polyversum zvýšil výnos zkoumané plodiny, a to v parametru hmotnosti plodů.

Výnos je pro pěstitele důležitým výsledkem jeho práce. Na výnos hlíz pěstovaných brambor působí různé negativní vlivy, například zmíněná plíseň bramborová.

Při hodnocení výsledků výnosu hlíz bylo zjištěno statistické významnosti u kontrolní varianty porostu (tedy porost, který nebyl ošetřen žádným přípravkem), jak u počtu hlíz, tak i u hmotnosti malých hlíz do velikosti 35 mm. Kontrolní varianta vykazovala největší počet hlíz s nízkou hmotností, tj. 3,46 ks.tr^{s-1}.

V případě hmotnosti velkých konzumních hlíz nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi ošetřenými plochami a kontrolní variantou, která nebyla ošetřena žádným přípravkem. Nicméně z grafického znázornění (graf č.5) vyplývá, že porost ošetřený biologickým přípravkem Galleko dosáhl ve výnosu nejvyšší hmotnosti sklizených hlíz. Současně tento fakt koresponduje s tím, že porost ošetřený zmíněným přípravkem měl v našem pokusu také nejvyšší počet velkých konzumních hlíz (11 ks.tr^{s-1}) v porovnání se zbylými variantami (Polyversum 10,53 ks.tr^{s-1}, kontrolní varianta 10,73 ks.tr^{s-1}).

Pro pěstitele jsou převažující větší hlízy, s vyšší hmotností v celkovém výnosu žádoucí. Slattery (2016) ve své publikaci uvádí, že výnos hlíz brambor velmi ovlivní kvalitní ošetření porostu rostlin brambor. Což potvrzuje i Hausvater a Baštová (2018), kteří říkají, že postřikový program, který je sestaven z kvalitních účinných přípravků a jejich aplikace je zvolena ve správný čas, dokážou ochránit hlízy a tím i pěstitele před ztrátami. Ve své práci zmiňují přípravek Polyversum s účinnou látkou *Phythium oligandrum*, které bylo použito i v našem pokusu.

Autoři Singh et al. (2001) hovoří ve své publikaci o tom, že pokud dojde ke zvýšené defoliaci, současně dojde i ke zvýšení fotosyntetické činnosti ve zbývajících mladých listech

rostliny. Pokud je rostlina poškozená, dojde ke zvýšení počtu chloroplastů. Aktivita chloroplastů zesílí v moment, kdy rostlina dokončí růst mladých listů. Právě tento zmíněný proces je důležitý pro rostlinu, protože dokáže plnohodnotně vykompenzovat vzniklé ztráty způsobené defoliací. Avšak pouze do určité úrovně poškození rostliny. Pokud dojde k defoliaci spodních listů rostliny, sušina se sníží o 40 % a současně k úměrnému poklesu výnosu hlíz. Následoval pokus, ve kterém došlo k umělému odstranění listů. Listy byly ponechány pouze ve středu rostliny a důsledkem bylo snížení sušiny o 70 %. Horní listy rostlin tvoří 30 % celkové listové plochy celých rostlin. Rostliny se sníženou listovou plochou vykazují zvýšenou činnost fotosyntézy, ale zároveň významně ovlivňují výnosové faktory.

Napadení plísní bramborovou způsobí nevratné poškození listové plochy a tím pádem dojde k výraznému ovlivnění fotosyntetické činnosti, která je přímo úměrná k její listové ploše.

Dle autorů Shah et al. (2010) mohou některé plísně produkovat toxiny, které mají významný vliv na chloroplasty a ribozomy, u kterých způsobují změny na povrchu buněčných membrán a narušují jejich funkci. Tato činnosti způsobuje růstové abnormality, nekrózu a vadnutí. Nekrotrofické infekce způsobují nekrotrofické léze. A ty následně brání procesu fotosyntézy v poškozené oblasti. Z tohoto důvodu dochází ke snížení úrovně fotosyntetické produkce napadené rostliny.

Autoři Singh et al. (2001) ve své práci pojednávají o schopnosti poškozených rostlin kompenzovat vzniklou ztrátu z důvodů defoliace či nekrózy listů. Tato skutečnost může vysvětlovat zvýšení námi naměřených hodnot u kontrolní varianty. Rostliny ošetřené přípravky na ochranu rostlin Polyversum a Galleko vykazovaly v našem měření v porovnání s kontrolní variantou nižší úroveň transpirace a intenzity fotosyntézy.

7 Závěr

Předmětem této diplomové práce bylo zjistit, zda použité stimulační přípravky, kterými byl porost brambor ošetřen, mají vliv na zvýšení fotosyntetické produkce a intenzitu fotosyntézy u jednotlivých variant. Současně byly sledovány i výnosové faktory a výskyt plísně bramborové ošetřených variant v porovnání s kontrolní neošetřenou variantou.

V případě hodnot intenzity fotosyntézy byl v rámci této diplomové práce zjištěn statisticky významný rozdíl u ošetřených variant v porovnání s kontrolní variantou. Varianty ošetřené přípravky Polyversum a Galleko vykazovaly nižší hodnoty intenzity fotosyntézy v porovnání s kontrolní variantou. Nejvyšších hodnot intenzity fotosyntézy bylo naměřeno u kontrolní varianty ($10,660 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \text{ listové plochy} \cdot \text{hod}^{-1}$). Střední hodnotu intenzity fotosyntézy vykazovala varianta ošetřená přípravkem Polyversum ($7,820 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \text{ listové plochy} \cdot \text{hod}^{-1}$). Nejnižší hodnota intenzity fotosyntézy byla zjištěna u varianty, která byla ošetřena biologickým přípravkem Galleko ($4,721 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \text{ listové plochy} \cdot \text{hod}^{-1}$). V rámci výsledků rychlosti transpirace byl rovněž zjištěn statisticky významný rozdíl u obou ošetřených variant.

V rámci hodnocení výnosových faktorů byly v této práci pozorovány vlivy použitých přípravků na počet a hmotnost velkých (konzumních) hlíz na jeden trs. Zjištěné hodnoty nebyly statisticky průkazné, ačkoliv varianta ošetřená přípravkem Galleko vykazovala největší počet a hmotnost velkých (konzumních) hlíz na jeden trs.

V otázce výskytu plísně bramborové nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými variantami. Nicméně tak jako u výnosových faktorů tak i u výskytu plísně bramborové bylo zjištěno nejlepších výsledků u varianty ošetřené přípravkem Galleko.

Závěrem lze konstatovat, že nejvýznamnějším činitelem, který predikuje úroveň výnosu a jeho kvalitu je soubor klimatických faktorů během vegetačního období. Je potřeba včas určit vývoj klimatických podmínek v průběhu roku, tak abychom byli schopni včas reagovat a mohli zvolit vhodnou techniku ošetření porostu brambor proti možnému patogennímu činiteli.

V případě požadavku na zvýšení výnosového potenciálu rostlin je možné aplikovat prostředek Galleko, který v našem měření vykazoval nejlepších výsledků.

8 Literatura

Arora RK, Khurana SMP. 2004. Major Fungal and Bacterial Disease of Potato and their Management. In: Mukerji, K. G. Fruit and Vegetable Diseases. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht 28: 189-231.

Boček S, Salaš P, Sasková H, Mokričková J. 2021. 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*: **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**: 2026–2035.

Cook DEL, Lees AK. 2004. Markers, old and new, for examining *Phytophthora infestans* diversity. *Plant Pathology* **53**:692 - 704.

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.

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

Diviš J. 2007. 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, 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.

Eremeev V, Talgre L, Kuht J. 2019. The soil microbial hydrolytic activity, content of nitrogen and organic carbon were enhanced by organic farming management using cover crops and composts in potato cultivation. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science* **70**: 1-8

Finckh M, Bruns C, Geldermann ES. 2006. Challenges to Organic Potato Farming: Disease and Nutrient Management. *Potato Research*, **49**: 27-42

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.

Gebhardt C, Bellin D, Henselewski H, Lehmann, Schwarzfischer J, Valkonen J. 2006. Marker-assisted combination of major genes for pathogen resistance in potato. *Theoretical and Applied Genetics*. PubMed **8**: 1458-1464.

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.

Greenway GA, Guenther JF, Makus LD, Pavek MJ. 2011. An Analysis of Organic Potato Demand in the U.S. *American Journal Potato Research* **88**:184 – 189.

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. 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.

Hofmann U. 2003. Kupferreduzierung und Kupferersatz im ökologischen Weinbau – Ergebnisse aus dem BÖW Ringversuch. In: Berichte aus der BBA – Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau, Heft **118**: 27-37

Houba M. 2007. Poznejte, pěstujte, používejte brambory. Praha: firma Europlant šlechtitelská vlastním nákladem ve spolupráci s firmou Atelier Longin Kolín, Kolín.

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

Cho MS, Park DH, Namgung M, Ahn TY, Park DS. 2015. Validation and application of real-time PCR protocol for the specific detection and quantification of *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* in potato. *The Plant Pathology Journal* **31**:123-131.

Jun J, Novák F. 2008. Stol let organizovaného českého bramborářství. Havlíčkův Brod: Ústřední bramborářský svaz České republiky, Havlíčkův Brod.

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 T, Váňa J. 2005. Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii. Karolinum, Praha.

Kapsa J. 2004. Zmiany stanu zagrożenia i ochrony plantacji ziemniaka przed zarazą (*Phytophthora infestans*) w Polsce na tle krajów europejskich. *Prog. Plant Prot. / Post. Ochr. Rośl.* **44(1)**: 129-137.

Kasal P. 2012. Ochrana brambor proti plevelům. Bramborářství. Havlíčkův Brod: INTERES Havlíčkův Brod **20**:12 – 13.

Kaur S, Mukerji KG. 2004. Potato Diseases and their Management. Pages 233-280 in Mukerji, KG editor. Fruit and Vegetable Diseases. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin: polní plodiny. Profi Press, Praha.

Khiutti A, Spooner DM, Jansky SH, Halterman DA. 2015. Testing taxonomic predictivity of foliar and tuber resistance to *Phytophthora infestans* in wild relatives of potato. *Phytopathology* **105**:1198-1205.

Konvalina P, Bečka, D, Bečková L, Capouchová I, Dvořák P, Haberle J, Hamouz K, Hájková M, Honsová H, Hýbl M, Janovská D, Káš M, Kuchtová P, Moudrý J, Štěrbá Z, Tomášek J, Urban J. 2014. Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.

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

Kutnar F. 2005. Malé dějiny brambor. Pelřimov: nová tiskárna Pelřimov, Pelřimov.

Kurzawińska H, Mazur S. 2009. The effect of chitosan and *pythium oligandrum* used in protection of potato tubers against late blight and soft rot. *Folia Horticulturae*, 21 (2):13–23.

Mazáková J. 2006. Plíseň bramboru (*Phytophthora infestans*) - taxonomie, původ, biologie a možnosti ochrany. Pages 79-92 in Lebeda A, Mazáková J, Táborský V. editors. *Protozoa a Chromista*. ČFS, Praha.

Navrátil J, Šejnohová H, Doležalová H, Pícha K, Rádlová L, Sedláková L. 2015. Atlas ekologické zemědělské produkce – Česká republika. Jih, České Budějovice.

Nechwatal J, Zellner M. 2015. Potential Suitability of Various Lea Treatment Products as Copper Substitutes for the Control of Late Blight (*Phytophthora infestans*) in Organic Potato Farming. *Potato Research* **58**:261 – 276.

Öborn I, Jansson G, Johnsson L. 1995. A Field Study on the Influence of Soil pH on Trace Element Levels in Spring Wheat (*Triticum aestivum*), Potatoes (*Solanum tuberosum*) and Carrots (*Daucus carota*). *Water Air Soil Pollution* **85**: 835 – 840.

- Olle M, Tsahkna A, Tähtjärv T, Williams IH. 2015. Plant protection for organically grown potatoes - review. *Biological Agriculture & Horticulture* **31**:147-157.
- Pacifico D, Mandolino G, Onofri C, Parisi B. 2017. Influence of Organic Farming on the Potato Transcriptome. *Sustainability* **9**: 779
- Paurson ER, Hannukkala A, Kotkas K, Koppel M, Williams IH, Mänd M. 2014. Population changes and phenotypic diversity of *Phytophthora infestans* isolates from Estonia and Finland. *Journal of Plant Pathology*, **1**:85-95.
- Prigle B, Bishop Ch, Clayton R. 2009. Potatoes posharvest. Wallingford: CABI.
- Prugar J. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, Praha.
- Przetakiewicz J. 2015. The viability of winter sporangia of *Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. from Poland. *American Journal of Potato Research* **92**:704-708.
- Pulkrábek J. 2007. Okopaniny. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra rostlinné výroby, Praha.
- Rasocha V, Hausvater E, Doležal P. 2008. Škodlivý činitelé bramboru (abionózy, choroby, škůdci). Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.
- Ristaino JB. 2012. Worldwide migrations, host shifts, and reemergence of *Phytophthora infestans*, the plant destroyer. Pages 192-207 in Sibley LD, Howlett BJ, Heitman, J, editors. *Evolution of Virulence in Eukaryotic Microbes*. Wiley & Sons. Hoboken.
- Rybáček V. 1988. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- 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.
- Shah FA, McKenzie BA, Gaunt RE, Marshall JW. 2010. Effect of early blight (*Alternaria solani*) and different nitrogen inputs on radiation interception, radiation use efficiency, and total

dry matter production in potatoes (*Solanum tuberosum*) grown in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 32(3):263-272.

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.*

TaufEROVÁ A, PetrášOVÁ M, Pokorná J, Tremlová B, Bartl P. 2014. *Rostlinná produkce. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno.*

Tein B, Kauer K, Paurson ER, Eremeev V. 2015. The Potato Tuber Disease Occurrence as Affected by Conventional and Organic Farming Systems. *American Journal of Potato Research* 6:92.

Tomášek, J. 2012. Vliv faktorů prostředí a agrotechniky na produkční ukazatele brambor v systému ekologického zemědělství. *Doktorská disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Agronomická fakulta.*

Tomášek J, Dvořák P, Cimr J. 2014. Listové přípravky a ošetření brambor v ekologickém zemědělství. *Úroda* 3:80-83.

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

ÚKZÚZ. 2017. Přípravky na ochranu rostlin. MZe. 2009-2017. Available from: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/> (accessed april 2021).

Vacek J, Bartáčková V. 2011. *Skladování brambor: skladování konzumních hlíz pro zpracování na smažené výrobky z brambor. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.*

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

Vokál B. 2013. *Brambory. Praha: Profí Press, Praha.*

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)	18
Tabulka 2 Počet (ks.tr ^{s-1}) malých hlíz o velikosti do 35 mm.....	24
Tabulka 3 Počet (ks.tr ^{s-1}) velkých (konzumních) hlíz	26
Tabulka 4 Hmotnost (g.tr ^{s-1}) malých hlíz o velikosti do 35 mm	27
Tabulka 5 Statistické vyhodnocení hmotnosti(g.tr ^{s-1}) velkých (konzumních) hlíz.....	28
Tabulka 6 Rychlost transpirace (g (H ₂ O).m ⁻² .h ⁻¹)	29
Tabulka 7 Intenzita fotosyntézy (mg CO ₂ .dm ⁻² listové plochy.hod ⁻¹)	30
Tabulka 8 Škála hodnocení napadení listové plochy	31
Tabulka 9 Statistické zhodnocení napadení porostu plísni bramborovou (%).....	32
Graf 1 Grafické znázornění klimatických podmínek v období probíhajícího pokusu (Meteostanice VS ČÚ)	18
Graf 2 Statistické vyhodnocení počtu(ks.tr ^{s-1}) malých hlíz o velikosti do 35 mm	25
Graf 3 Statistické vyhodnocení počtu (ks.tr ^{s-1}) velkých (konzumních) hlíz.....	26
Graf 4 Statistické vyhodnocení hmotnosti (g.tr ^{s-1}) malých hlíz o velikosti do 35 mm.....	27
Graf 5 Statistické vyhodnocení hmotnosti (g.tr ^{s-1}) velkých (konzumních) hlíz	28
Graf 6 Rychlost transpirace (g (H ₂ O).m ⁻² .h ⁻¹)	29
Graf 7 Intenzita fotosyntézy (mg CO ₂ .dm ⁻² listové plochy.hod ⁻¹)	30
Graf 8 Grafické znázornění vyhodnocení napadení porostu plísni bramborovou (%).....	32

10 Samostatné přílohy

Příloha 1: Pokusné pole v Červeném Újezdě dne 27.7. 2020



Autor: Eliška Hlaváčová

Příloha 2: Výskyt plísně bramborové v sektoru ošetřeném přípravkem Galleko Arider a Galleko list



Autor: Eliška Hlaváčová

Příloha 3: Výskyt plísně braborové v sektoru ošetřeném přípravkem Polyversum



Autor: Eliška Hlaváčová

Příloha 4: Výskyt plísně bramborové v kontrolním sektoru (bez ošetření)



Autor: Eliška Hlaváčová