

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra agroekologie a rostlinné produkce**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Účinnost vybraných přírodních látek proti plísni  
bramborové při pěstování brambor**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Jiří Holejšovský**

**Obor studia: Rostlinná produkce**

**Vedoucí práce: Ing. Pavel Procházka Ph.D.**

© 2021 ČZU v Praze

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Účinnost vybraných přírodních látek proti plísni bramborové při pěstování brambor" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17. 4. 2021

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce Ing. Pavlovi Procházkovi, Ph.D. za odborné konzultace, konstruktivní kritiku, pomoc, cenné rady, přátelský přístup a ochotu nejen při psaní diplomové práce a v průběhu pokusů, ale i během celého studia. Dále bych chtěl poděkovat všem členům mé rodiny, kteří mě během studia podporovali. Dík patří také všem, kteří se na pokusech jakkoliv podíleli.

# Účinnost vybraných přírodních látek proti plísni bramborové při pěstování brambor

## Souhrn

Práce se věnuje sledování účinnosti vybraných přírodních látek s antifungálním účinkem proti plísni bramborové při pěstování brambor. Cílem práce bylo ověřit účinnost vybraných přírodních látek a zhodnotit vliv aplikace těchto látek na zdravotní stav, relativní obsah chlorofylu, výnos a další ukazatele. Problematika byla řešena formou polního pokusu na lokalitě Chmelná a Liběšovice (Sěrem) v roce 2019 a 2020. Do pokusu byly vybrány přípravky Alginure (extrakt z mořských řas), Wetcit (terpeny pomerančového oleje), tymiánová silice v koncentraci 0,25 % a 0,125 %, chmelový extrakt v koncentraci 0,5 % a 0,25 %. Jako kontrola byly použity standardní konvenční přípravky na ochranu rostlin. Ošetření porostu vybranými látkami bylo provedeno celkem dvakrát, nahrazovaly aplikaci fungicidu do porostu brambor.

Na základě výsledků bylo zjištěno, že účinnost vybraných látek byla poměrně vysoká. Vyšší účinnost vykazovala první aplikace přírodních látek. Účinnost se zde pohybovala od 96 do 98,3 %. Konvenční přípravky měly účinnost 97 %. Nižší účinnost měla druhá aplikace zkoušených látek. Pohybovala se od 92 do 94,3 %, konvenční přípravky po druhé aplikaci měly účinnost 92,5 %. Aplikace těchto látek také zvyšovala relativní obsah chlorofylu v listech u všech variant po prvním i druhém ošetření proti kontrole. Všechny zkoušené přípravky měly pozitivní vliv na výnos hlíz. Došlo k navýšení výnosu proti kontrole o 6 až 35 %. Projevil se vliv na výtěžnost konzumních hlíz, pouze obě varianty s chmelovým extraktem měly nižší výtěžnost konzumních hlíz než kontrola.

Hledání a zkoušení přírodních látek na ochranu rostlin jako alternativa k chemickým přípravkům je pro pěstitele a zemědělce velmi důležité a aktuální téma. Sílí totiž politický a společenský tlak na omezení používání chemických přípravků na ochranu rostlin. Biologické přípravky by je tak mohly alespoň z části nahradit. Z našich výsledků je patrné, že by to bylo možné i při zachování dobrého zdravotního stavu rostlin a standardního výnosu.

**Klíčová slova:** brambory, plíseň bramborová, zdravotní stav, antifungální efekt, výnos



# Efficiency of selected natural substances against potato blight in the cultivation of potato

## Summary

This thesis is following efficiency of selected natural substances with antifungal effect against potato blight during potato cultivation. The aim of thesis was to verify efficiency of selected natural substances and evaluate the effect of application of these substances to health conditions, relative content of chlorophyll, yield and other indicators. The issue were solved in the form of field experiment in locations Chmelná and Liběšovice (Sřem) in 2019 and 2020. To this experiment were chosen preparation Alginure (extract of seaweed), Wetcit (terpen orange oil), thyme essential oils in the concentration 0,25 % and 0,125 %, hop extract in the concentration 0,5 % and 0,25 %. Standard conventional plant protection was used as a control. Treatment of plants was made twice by selected substances, they covered application of fungicide to potatoes growth.

Based on the results were find out, that efficiency of selected substances was relatively high. Higher efficiency reported the first application of natural substances. Efficiency was 96 – 98,3 %. Conventional preparation was efficiency 97 %. Lower efficiency had the second application of selected natural substances. It had 92 – 94,3 %, conventional preparation had efficiency after the second application 92,5 %. Application of these substances increases relative content of chlorophyll in the leaves of all variants after the first and the second treatment against the control. Every tried variants had a positive effect to yield of tubers. Yield was higher about 6 – 35 %. Effect was demonstrated by utilization rate of consumer tubers. Just both variants with hop extract had lower utilization rate of consumer tubers than control.

Searching and trying of natural substances for plant protection as alternative to chemical preparation is very important and actual topic for growers and farmers. Political and social pressure is still increasing to limit using of chemical substances for plant protection. Biological substances could substitute them. From our results is known, that it would be possible also during conservation good health condition of plants and standard yield.

**Keywords:** potato, potato blight, health condition, antifungal effect, yield

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>9</b>
<b>2 Vědecké hypotézy a cíle práce</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Literární rešerše</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 Botanická charakteristika brambor</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2 Základy pěstování brambor</b> .....	<b>11</b>
<b>3.3 Hnojení a výživa brambor</b> .....	<b>12</b>
3.3.1 Organické hnojení.....	12
3.3.2 Minerální hnojení.....	13
3.3.2.1 Dusíkaté hnojení .....	13
3.3.2.2 Hnojení ostatními živinami.....	14
<b>3.4 Ochrana proti plevelům</b> .....	<b>14</b>
<b>3.5 Ochrana proti škůdcům</b> .....	<b>15</b>
3.5.1 Mandelinka bramborová.....	15
3.5.2 Mšice.....	15
3.5.3 Hád'átko bramborové.....	16
<b>3.6 Ochrana proti chorobám</b> .....	<b>16</b>
3.6.1 Ochrana před virovými chorobami .....	16
3.6.2 Ochrana před bakteriálními chorobami .....	17
<b>3.7 Ochrana před houbovými chorobami</b> .....	<b>17</b>
3.7.1 Plíseň bramborová .....	17
3.7.1.1 Původce choroby .....	18
3.7.1.2 Zdroj infekce.....	18
3.7.1.3 Příznaky na rostlinách a hlízách .....	19
3.7.1.4 Ochrana.....	19
3.7.2 Ostatní houbové choroby .....	20
3.7.2.1 Vločkovitost hlíz brambor .....	20
3.7.2.2 Fomová hniloba bramboru.....	20
3.7.2.3 Hnědá skvrnitost listů .....	21
<b>3.8 Konvenční přípravky na ochranu rostlin</b> .....	<b>21</b>
3.8.1 Rozdělení přípravků podle působení .....	21
3.8.1.1 Přípravky kontaktní .....	21
3.8.1.2 Přípravky systémové.....	21
3.8.1.3 Přípravky s hloubkovým účinkem .....	22
<b>3.9 Biologické přípravky na ochranu rostlin</b> .....	<b>22</b>
3.9.1 Alginure .....	22
3.9.2 Wetcit.....	23

3.9.3	Tymiánová silice.....	23
3.9.4	Chmelový extrakt.....	24
<b>4</b>	<b>Metodika.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1</b>	<b>Pokusné stanoviště Chmelná.....</b>	<b>26</b>
4.1.1	Základní informace o stanovišti Chmelná - pokus probíhal v roce 2019 a 2020 na stejném DPB.....	26
4.1.2	Agrotechnika.....	28
<b>4.2</b>	<b>Pokusné stanoviště Liběšovice .....</b>	<b>29</b>
4.2.1	Základní informace o stanovišti Liběšovice v roce 2019 .....	29
4.2.2	Základní informace o stanovišti Liběšovice (Siřem) v roce 2020 .....	29
4.2.3	Agrotechnika.....	31
<b>4.3</b>	<b>Průběh počasí .....</b>	<b>32</b>
4.3.1	Pěstitelský rok 2018/2019.....	32
4.3.2	Pěstitelský rok 2019/2020.....	32
4.3.3	Průběh teplot, vlhkosti vzduchu a srážek na pokusných pozemcích .....	33
<b>4.4</b>	<b>Průběh pokusů.....</b>	<b>34</b>
4.4.1	Použití vybraných přípravků s fungicidním účinkem.....	34
4.4.2	Charakteristika přípravků .....	37
4.4.3	Aplikace .....	38
<b>4.5</b>	<b>Sledované parametry .....</b>	<b>38</b>
<b>4.6</b>	<b>Hodnocení sledovaných parametrů .....</b>	<b>38</b>
4.6.1	Relativní obsah chlorofylu.....	39
4.6.2	Hodnocení zdravotního stavu porostů po aplikaci.....	39
4.6.3	Výnos hlíz .....	40
4.6.4	Výnosotvorné ukazatele.....	42
<b>5</b>	<b>Výsledky.....</b>	<b>43</b>
<b>5.1</b>	<b>Relativní obsah chlorofylu v listech.....</b>	<b>43</b>
<b>5.2</b>	<b>Zdravotní stav.....</b>	<b>44</b>
<b>5.3</b>	<b>Výnos hlíz a výnos konzumních hlíz (t/ha) .....</b>	<b>45</b>
<b>5.4</b>	<b>Výnosotvorné ukazatele.....</b>	<b>47</b>
5.4.1	Počet hlíz pod trsem.....	47
5.4.2	Průměrná hmotnost 1 hlízy .....	48
<b>5.5</b>	<b>Souhrnné statistické hodnocení .....</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>51</b>
<b>6.1</b>	<b>Stanovisko k hypotézám .....</b>	<b>54</b>
6.1.1	Hypotéza 1 .....	54
6.1.2	Hypotéza 2 .....	54
<b>6.2</b>	<b>Ekonomické hodnocení navrhovaných opatření.....</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>56</b>

<b>8</b>	<b>Literatura.....</b>	<b>57</b>
----------	------------------------	-----------

# 1 Úvod

Brambory jsou velmi oblíbenou zeleninou nejen díky snadné přípravě, ale také kvůli kombinaci nezávadnosti, lahodnosti a charakteristickému chemickému složení (Gumul et al. 2011). Společně s rýží, pšenicí a kukuřicí, jsou jednou z hlavních zemědělských produktů v mnoha zemích světa (Escuredo et al. 2018). Brambory jsou plodinou číslo jedna v neobilných potravinářských komoditách a čtvrtou hlavní potravinářskou plodinou na světě (Rykaczewska & Mańkowski, 2015).

Hlízy brambor jsou považovány za cenný zdroj energie, minerálů a vitamínů (Escuredo et al. 2018). Nutriční hodnota brambor je dána vhodným obsahem živin, jako jsou bílkoviny, škrob, tuk, minerály a přitom neobsahují toxiny. Obsahují také významné množství bioaktivních látek ze skupiny polyfenolů, které zaručují správnou antioxidační aktivitu (Gumul et al. 2011).

Tato plodina nemá zvláštní nároky na předplodinu, především pokud je hnojena organickými hnojivy. Nejčastěji se zařazují po obilninách, ale nejvíce jim vyhovuje jako předplodina jetel, jetelotrávní směsky nebo luskoviny (Štefánek, 1999). Zastoupení brambor v osevním postupu by nemělo překročit 25 %. Hlavním důvodem je, že při opakovaném pěstování brambor na stejném pozemku existuje větší nebezpečí výskytu chorob, škůdců, plevelů a lze předpokládat pokles výnosové úrovně (Vokál et al. 2013).

Produkcí brambor ohrožuje několik nemocí, které značně snižují výnos, kvalitu a zvyšují cenu brambor (Taylor et al. 2008). Poškozovány jsou nadzemní i podzemní orgány rostlin. Při poškození listů a stonků se snižuje velikost asimilační plochy, to má negativní vliv na výnos. Poškození kořenů a stolonů většinou negativně ovlivňuje další vývoj rostliny a také snižuje výnos. Choroby na hlízách negativně ovlivňují jejich kvalitu, někdy je můžou úplně znehodnotit (Vokál et al. 2000).

Plíseň bramborová je celosvětově ekonomicky nejdůležitější a nejničivější choroba brambor. Nemoc ročně způsobuje ztráty v rádech několika miliard dolarů a pro pěstitele brambor je to globální hrozba (Cooke & Lees, 2004). Je to nejničivější choroba brambor, způsobila například hladomor v Irsku uprostřed 19. století. V porostu nejprve napadá listy, postupně může zlikvidovat celou rostlinu, dále může také likvidovat hlízy, škody mohou dosahovat 100 % (Tsedaley, 2014).

Většina odrůd pěstovaných v konvečním zemědělství je citlivá, nebo přinejlepším středně odolná vůči plísni bramborové, proto se vyžaduje časté používání fungicidů, aby se zabránilo velkým výnosovým ztrátám (Liljeroth et al. 2016).

Plíseň bramboru je hlavním biotickým činitelem omezující výnos a kvalitu brambor. Globálně je řešena aplikací několika chemických fungicidních postřiků, které mají vliv na lidské zdraví a životní prostředí. V dnešní době nabývají na důležitosti metody biologické ochrany, které nejsou toxické a zároveň jsou šetrné k životnímu prostředí (Lal et al. 2017). Efektivní využívání přírodních látek k ochraně před patogeny je důležitou součástí udržitelného zemědělství (Xu et al. 2011).

## **2 Vědecké hypotézy a cíle práce**

### **Hypotézy:**

1) Vybrané přírodní látky jsou svou účinností srovnatelné s běžně používanými fungicidy v konvenčním způsobu pěstování brambor a lze je zařadit do fungicidního sledu při pěstování brambor.

2) Použití vybraných přírodních látek při fungicidní ochraně brambor má vliv na produkci brambor a výtěžnost konzumních hlíz.

### **Cíle práce:**

Cílem práce je jednak zpracovat kvalitní literární přehled na zadané téma a jednak vyhodnotit účinnost vybraných přírodních látek při ochraně brambor proti plísni bramborové. Dále se bude hodnotit výnos hlíz, výnos konzumních hlíz a obsah chlorofylu.

### 3 Literární rešerše

Cílem této kapitoly bylo zpracovat literární rešerši o problematice fungicidního ošetření brambor proti houbovým chorobám, především proti plísní bramborové. Dále je zde popsána problematika pěstování brambor, výživy, ochrany, konvečních přípravků na ochranu rostlin a přípravků na bázi přírodních látek.

#### 3.1 Botanická charakteristika brambor

Brambor (*Solanum tuberosum* L.) patří do čeledi lilkovitých rostlin. Rod *Solanum* má přes 400 různých druhů, které rostou především v tropických a subtropických částech světa (Houba et al. 2007).

Rostlina bramboru se skládá z podzemní a nadzemní části. Nadzemní část je tvořena lodyhou s listy, které ovlivňují charakter trsu. Typ a tvar prýtu je dán geneticky, určuje ho počet lodyh, výška a větvení lodyh. Počet a rozměry listů, počet a barva květů jsou také ovlivněny geneticky (Vokál et al. 2013). Květenství brambor je uspořádáno ve dvojitě dvojvijanu, který obsahuje 5 lístků korunních, 5 kalištních a 5 tyčinek. Velikost, počet a intenzita kvetení neovlivňuje výnos hlíz. Plodem je dvouplouzřá bobule, která obsahuje 50 – 100 semen (Houba et al. 2007). Podzemní část je tvořena bazálními částmi stonků, které vyrůstají z mateční hlízy. Hlíza vzniká přeměnou stonku, je to zkrácený modifikovaný vegetační vrchol podzemního oddenku nebo jeho větve. Hlíza je zásobní orgán rostliny a je to také důležitý prostředek vegetativního rozmnožování (Vokál et al. 2013).

Brambory se mohou rozmnožovat vegetativně hlízami nebo generativně semeny. Generativní množení se využívá hlavně v novošlechtění (Vokál et al. 2003). Při generativním množení dochází k velkému štěpení v potomstvu, z tohoto důvodu je sklizeň nevyrovnaná, co se týče tvaru a velikosti hlíz, barvy slupky a dužiny, škrobnatosti, stolní jakosti nebo délce zrání (Houba et al. 2007).

#### 3.2 Základy pěstování brambor

V České republice jsou dvě významné oblasti pěstování brambor. První z nich je oblast Jižní Moravy a Polabské nížiny. Druhá se nachází na Českomoravské vrchovině, v nadmořské výšce asi 400 – 600 m n. m. (Vokál et al. 2003). Houba (2003) uvádí, že optimální polohy pro pěstování brambor jsou oblasti, kde jsou v létě spíše nižší teploty, větší srážková jistota (přes 400 mm) a relativní vzdušná vlhkost okolo 70 %.

Nejlepší pro brambory jsou půdy humozní písčitohlinité a hlinitopísčité. Typicky bramborářské půdy jsou lehké až středně těžké s dobře propustnou spodinou, se slabě kyselou půdní reakcí pH 5,5 – 6,5, s dostatečnou úrovní staré půdní síly, to znamená, že na pozemky jsou pravidelně aplikovány organická hnojiva (Štefánek 1999). Brambory jsou poměrně tolerantní k hodnotě pH, nejlépe snášejí pH okolo 5,5. Vápní se při poklesu obsahu živiny v půdě, vápnění se provádí už k předpolídně, protože přímé vápnění nesnáší a je zvyšuje se výskyt stupovitosti (Vaněk et al. 2016).

Nároky na vláhu závisí na odrůdě, fázi růstu, výživě a teplotě. Nejnižší nároky na vláhu má rostlina při klíčení. Od fáze butonizace až do začátku fyziologické zralosti reagují všechny odrůdy negativně na nedostatek vláhy. Za optimální pro růst se považuje teplota půdy

17 °C a vzduchu 25 °C, pokud teplota ovzduší zvedne nad 30 °C, růst se zastaví (Štefánek 1999).

Do osevního postupu lze brambory zařadit v rozsahu 25 % výměry pozemků, které jsou pro tuto plodinu vhodnou (Rybáček et al. 1988). Při tomto zastoupení je pořád dodržen odstup 4 let. Štefánek (1999) uvádí, že v osevních postupech specializovaných zemědělských podniků je možné brambory pěstovat na 20 % orné půdy.

V podnicích specializovaných na pěstování brambor se v současnosti využívá intenzivní způsob pěstování brambor založený na technologii odkameňování půdy před sázením. Tato technologie zlepšila kvalitu sklizených hlíz. Takto zpracovaná půda se lépe provzdušní a prohřeje (Kasal et al. 2014).

### 3.3 Hnojení a výživa brambor

Brambory vyžadují pro vyhovující růst a vývoj kyprou, provzdušněnou a biologicky aktivní půdu. Kořenová soustava vyžaduje dostatek živin a vody, které musí být zároveň rovnoměrně rozložené. Protože mají poměrně málo výkonnou kořenovou soustavu, jsou pro pěstování brambor významné organická i minerální hnojiva (Rybáček et al. 1988).

Brambory jsou plodinou náročnou na živiny. Základním předpokladem pro pěstitelský úspěch je zajištění optimální dostupnosti živin pro rostliny. Příjem a využití živin z půdy je fungující proces na základě vzájemně ovlivňujících se vnějších a vnitřních faktorů (Kasal et al. 2010). Vaněk et al. (2016) uvádí, že vysoké nároky na živiny a celkově nižší úrodnost půd v bramborářských výrobních oblastech, kde se pěstuje většina brambor, naznačuje důležitost hnojení pro dosažení potřebných výnosů a kvality hlíz. Jedním opatřením pro úspěšné pěstování brambor je aplikace kvalitních stájových hnojiv. Rybáček et al. (1988) publikuje, že hnojením brambor zvýšíme výnos a kvalitu hlíz, ale také zvedne výrobnost celého osevního postupu.

Odběr minerálních živin na 1 tunu hlíz brambor se pohybuje od 2,3 – 3,6 kg N, 0,04 – 0,12 kg P a 3,7 – 5,4 kg K (Gopal & Khurana 2006). Klír et al. (2008) publikuje, že na 1 tunu hlíz rostlina potřebuje 3,5 kg N, 0,5 kg P a 4,5 kg K.

#### 3.3.1 Organické hnojení

Organická, nebo také statková hnojiva jsou většinou produkována přímo v zemědělském podniku. Mají poměrně velkou hnojivou hodnotu, jejich působení je většinou pozvolnější a dlouhodobé. Mezi organická hnojiva můžeme zahrnout chlévský hnůj, močůvku, kejdu, slámu, zelené hnojení a kompost (Vaněk et al. 2016). Brambory výborně reagují na používání organických hnojiv, plodina z nich využívá dusík, fosfor a draslík, organická hnojiva také dále příznivě ovlivňují vláhové poměry v půdě (Beukema & Zaag, 1990). Hnůj společně s kompostem je nejvhodnější organické hnojivo (Štefánek 1999). To potvrzuje i Houba (2003), který uvádí, že brambory potřebují v půdě dostatečné množství organických látek dodaných chlévským hnojem, kompostem nebo intenzivním zeleným hnojením.

Hnůj zapravujeme nejčastěji v dávce 30 – 40 t.ha<sup>-1</sup> v době od sklizně obilovin do konce října, je vhodné dodržovat zásadu, že čím je půda lehčí, tím zapravujeme později (Štefánek 1999). Průměrný obsah živin v hovězím hnoji je 0,48 % N, 0,11 % P, 0,52 % K, 0,37 % Ca a 0,08 % Mg (Vaněk et al. 2016). Důležitá je rovnoměrná aplikace a včasné



zapravení do půdy, jinak dochází ke ztrátám na hnojivových hodnotách a živin, především dusíku (Richter & Řimovský, 1996). Zelené hnojení chápeme jako způsob organického hnojení, při kterém se do půdy zapravuje vyprodukovaná rostlinná biomasa, kterou jsme pro tento účel pěstovali. Plodiny na zelené hnojení se pěstují formou podsevů, letních a ozimých meziplodin. Nejčastěji se takto používá hořčice, řepka, svazenka, jetel plazivý, peluška, hrách nebo vikev (Brant et al. 2008). Richter & Řimovský (1996) uvádí, že při pěstování bobovitých rostlin je půda obohacena přibližně o 40 – 80 kg N.ha<sup>-1</sup>. Dalším doplněním organických látek do půdy je zapravení slámy. Toto hnojení nachází uplatnění především u podniků bez živočišné výroby nebo v podnicích s nízkými stavy zvířat a menší produkcí stájových hnojiv (Vaněk et al. 2016).

### 3.3.2 Minerální hnojení

Minerální hnojiva jsou látky, které při aplikaci do půdy poskytují rostlinám látku nebo látky, které jsou nutné pro jejich fyziologické procesy a vývin (Richter & Hlušek, 1996). Minerální hnojiva vyrovnávají poměr živin ze statkových hnojiv, zvedají hladinu přístupných živin a silně ovlivňují výnos i kvalitu hlíz (Štefánek, 1996). Charakteristické pro minerální hnojiva je vyšší obsah živin, obsahují jednu nebo více živin. Jsou to často produkty chemického průmyslu, stavebnictví nebo hutnictví, podle způsobu výroby se většinou omezuje množství složek, které koncentrují obsah živin a zároveň se transformují do využitelných forem (Vaněk et al. 2016).

#### 3.3.2.1 Dusíkaté hnojení

Hnojení dusíkem je proti hnojení ostatních živin vždy cíleno k rostlině. Na významu se sice výrazně podílí půdní dusík, ale přímé dusíkaté hnojení plodiny je významným faktorem stabilizující výnos i kvalitu produkce (Vaněk et al. 2016). Dusík je jednou z nejdůležitějších živin nepostradatelnou pro růst a vývoj rostliny (Workineh et al. 2017). Tato živina podporuje velikost hlíz, výnos a lojovitou konzistenci dužiny. Přehnojení dusíkem a jeho pozdní aplikace má vliv na prodloužení vegetace a nevyzrálou hlíz v době sklizně, což negativně ovlivňuje skladovatelnost. Dále může nadbytek této živiny zvyšovat náchylnost k plísni bramborové (Hamouz, 1994).

Richter & Hlušek (1996) publikovali, že lze dusíkatá hnojiva podle formy N, který se nachází v hnojivu rozdělit následovně - hnojiva s dusíkem nitrátovým (ledek vápenatý), hnojiva s dusíkem amonným a amoniakálním (amoniak, síran amonný), hnojiva s dusíkem amidovým (dusíkaté vápno, močovina), hnojiva s dusíkem ve 2 a více formách (ledek amonný s vápencem, DAM 390) a hnojiva s pomalu působícím dusíkem.

Minerální hnojiva lze aplikovat v pevné formě pomocí rozmetadel na celou plochu půdy. Nedostatečně kvalitní aplikace a zapravení, především dusíkatých hnojiv, je nežádoucí a negativně se projevuje například nerovnoměrným dozráváním (Vokál et al. 2004). Lokální aplikace spočívá v umístění hnojiva do blízkosti hlízy (Kasal et al. 2010). Živiny z takto aplikovaných hnojiv jsou pro rostliny lépe využitelné a lze i snížit dávky minerálních hnojiv (Mayer et al. 2009). Výhodou cílené aplikace hnojiva je jeho umístění do zóny budoucího kořenového vlášení. Lokální aplikace má pozitivní vliv na výnos, při stejné úrovni hnojení

dojde k navýšení výnosu o 13,8 až 19 % (Holejšovský et al. 2020). Celková využitelnost aplikovaných minerálních dusíkatých hnojiv je přibližně 50 % (Baligar et al. 2007).

### 3.3.2.2 Hnojení ostatními živinami

Při hnojení fosforem, draslíkem a hořčíkem používáme zásadu, že se hnojí půda. Správným hnojením bychom měli zajistit vyhovující obsah přijatelných živin v půdě pro zajištění přiměřeného a stabilního výnosu. Dávky živin určujeme podle zásoby v půdě (Vaněk et al. 2016).

Brambory mají středně velké nároky na obsah draslíku v půdě, z půdy ho ale odčerpají poměrně ve velkém množství (Vokál et al. 2004). Janecký (2017) uvádí, že se draslík podílí na transportu sacharidů, biochemickém provozu rostlin jako aktivátor enzymů, nebo jako regulátor svěracích buněk průduchů, tím tedy ovlivňuje vodní režim rostliny. Nejčastěji používaná draselná hnojiva jsou draselná sůl, síran draselný, kamex, patentkali a kainit (Kunzová, 2010).

Hnojení hořčíkem je ovlivněno zásobou živiny v půdě. Při nedostatku lze dodat i pomocí foliární aplikace (Štefánek, 1999). Hořčík ovlivňuje určité metabolické procesy (ukládání asimilátů, syntéza bílkovin, transport látek). Klasickým projevem nedostatku je chloróza, která vizuálně prozrazuje nedostatek hořčíku, dále se nedostatek projevuje zpomalením růstu kořenů a inhibicí transportu látek (Černý et al. 2012).

## 3.4 Ochrana proti plevelům

Plevele jsou velmi významní škodliví činitelé, kteří v závislosti na druhovém složení a intenzitě výskytu mají negativní vliv především na výnos hlíz. Při menší intenzitě zaplevelení můžou plevele snížit výnos o 20 až 30 %, ale vysoké zaplevelení dokáže výnos redukovat až z 85 %. Rostlinám bramboru plevele konkurují z hlediska všech podmínek růstu a vývoje, odebírají půdní vláhu a živiny, komplikují sklizeň a zvyšují nebezpečí poškození hlíz při sklizni (Vokál et al. 2004).

Regulovat plevele lze v porostech především raných brambor opakovaným mechanickým zpracováním půdy. U některých systémů ochrany se mechanická kultivace provádí do vyrašení brambor a až pak se aplikují herbicidy. Pokud po výsadbě brambor nelze provádět mechanické zásahy, je potřeba použít preemergentně i postemergentně herbicidy v závislosti na intenzitě zaplevelení (Kazda et al. 2010).

V bramborářské výrobní oblasti patří k nejčastějším plevelům v porostech brambor svízel přítula, merlík bílý, pýr plazivý a plevelná řepka ozimá (Vokál et al. 2004). Štěrbá (2004) uvádí, že je potřeba zajistit kvalitní ochranu proti kokošce pastuší tobolce, výdrolu řepky, merlíku bílému, laskavci ohnutému nebo zeměděmu lékařskému, ale i proti jednoděložným plevelům, jako je ježatka kuří noha, oves hluchý, lipnice, bér a pýr plazivý.

V současné době se můžeme setkat se třemi způsoby regulace plevelů v bramborách. První je plná mechanická kultivace, která spočívá v systému proorávek na slepo, vláčení a plečkování. Druhým je omezená mechanická kultivace, kde se kombinuje mechanická regulace plevelů a aplikace herbicidů. Další systém regulace plevelů v bramborách je založen pouze na aplikaci herbicidů. Tento způsob využívají především specializované podniky, které pěstují brambory velmi intenzivně v odkameněných hrůbcích (Vokál et al. 2004).

Houba (2003) publikuje, dnes se po výsadbě a ošetření půdy herbicidem žádné kultivace nedělají, ale intenzivně se ošetřuje proti škůdcům a plísním.

### 3.5 Ochrana proti škůdcům

Na rostlinách bramboru parazituje řada škůdců, kteří škodí na nadzemních i podzemních částech trsu. Škodí přímo žírem či sáním, nebo nepřímo, a to tím, že přenaší choroby, především virové. Výše škod je závislá především na populační dynamice škůdce, průběhu povětrnostních a vegetačních podmínek, odrůdě, agrotechnice, výživě a především na úrovni ochrany, kterou pěstitel použije (Vokál et al. 2003). V provozních podmínkách jsou brambory množeny pouze vegetativně hlízkami, kterými se může šířit většina virových a houbových chorob (Kazda et al. 2010).

#### 3.5.1 Mandelinka bramborová

Mandelinka bramborová je nejzávažnějším škůdcem brambor. Při silném výskytu dokáže způsobit i holožír a tím snížit výnos (Vokál et al. 2000). Přímé škody způsobuje brouk i larvy. Škodí okusem listů, případně i okusem obnažených hlíz. Vážnější škody způsobuje především v teplejších oblastech, kde může vytvořit za rok dvě generace (Štefánek, 1999). Hausvater et al. (2020) publikuje, že příznaky napadení jsou požerky na hlízkách vyčnívajících z půdy, nebo které jsou mělce pod povrchem, na hlízkách škodí nejvíc na konci vegetace po odumření natě.

Ochrana se provádí insekticidy při hospodářsky významném výskytu. Předpokladem pro snížení výskytu škůdce na daném pozemku je zařazovat brambory v osevním postupu nejdříve po třech letech (Vokál et al. 2004). Vokál et al. (2003) uvádí, že ochrana proti mandelince bramborové spočívá ve využívání agrotechnických, biologických a chemických opatření.

Insekticidní zásah bývá cílen na larvy. Nejlepší čas k aplikaci přípravků na ochranu rostlin je večer, když dojde k poklesu teplot a zvýšení vlhkosti vzduchu (Štěnička, 2019). Nejeefektivnější ochrana proti mandelince je aplikace insekticidů na základě signalizace. Přípravky lze aplikovat společně s fungicidy (Vokál et al. 2000).

#### 3.5.2 Mšice

Mšice jsou obvykle velké 1 – 3 mm. Mají jemné, měkké, různě zbarvené tělo. Křídla jsou blanitá, průsvitná a zadní pár je menší. Dospělci jsou většinou bezkřídlí, okřídlení jsou většinou jenom jedinci vyhledávající nové rostliny (Kazda et al. 2010).

Přímé škody způsobují pouze výjimečně, a to v případě silného přemnožení, kdy kolonie neokřídlejších mšic sáním oslabují trsy brambor. Významně škodí nepřímo, jako aktivní přenašeči virových chorob. V porostech brambor se může vyskytovat několik desítek druhů mšic. K největší přenašečům patří mšice broskvoňová (*Myzus persicae* Sulz.) a mšice řešetláková (*Aphis nasturtii* Kalt.) (Vokál et al. 2000).

Výskyt mšic je závislý především na průběhu klimatických podmínek, které ovlivňují například rozmnožování nebo pohyblivost. Nálet je zjišťován u mšice řešetlákové a

broskvoňové pomocí žlutých lapačů, umístěných v porostu. Ochrana proti mšicím se provádí pouze v množitelských porostech brambor (Štefánek, 1999).

### 3.5.3 Hád'átka bramborové

Samec hád'átka bramborového je dlouhý 1 – 1,5 mm, má hadovitý tvar. Samice je v dospělosti téměř kulovitá, velká asi 0,8 mm. Cysta je velká 0,5 – 0,8 mm a obsahuje asi 200 – 500 vajíček. Živé cysty v půdě přežijí až 10 let. Toto hád'átko patří do skupiny přisedlých kořenových cystotvorných hád'átek (Kazda et al. 2010). Je to karanténní škůdce (Štefánek, 1999).

Hád'átka bramborové škodí sáním larev i dospělců na kořenech brambor. Kořeny při silném napadení odumírají, nad místem poškození se začnou tvořit nové vláscité kořeny. Na poli jsou pozorovatelná ohniska špatně rostoucích rostlin, které mají zažloutlé listy, nižší vzrůst, vzhledem připomínají rostliny podmáčené, nebo rostliny s nedostatkem živin (Vokál et al. 2004).

Škůdce se v porostu neprojeví hned, ale většinou až po opakovaném pěstování nachylné odrůdy brambor a také až když dojde k zamoření půdy alespoň 50 a více cystami na 100 g zeminy. Ztráty na výnosu značně kolísají v závislosti na intenzitě zamoření, odrůdě, hnojení, půdních vlastnostech, osevním postupu a celkové vitalitě porostu (Štefánek, 1999).

## 3.6 Ochrana proti chorobám

Brambory jsou napadány celou škálou chorob, které za určitých podmínek snižují výnos nebo kvalitu hlíz. Způsobují je bakterie (bakteriální choroby), viry (virové choroby), mykoplazmy, viroidy, houby (houbové choroby) nebo nevhodné faktory prostředí (Štefánek, 1999). Ochrana proti škodlivým organismům spočívá v opatření, které je obvykle nutné realizovat s předstihem, aby šíření původce choroby bylo včas zabráněno (Rasocha & Hausvater, 2001). Snižít výskyt chorob můžeme účinně například střídáním plodin (Honeycutt et al. 1996).

### 3.6.1 Ochrana před virovými chorobami

Virové choroby jsou způsobeny rostlinnými viry. Jejich význam spočívá v tom, že mohou výrazně snížit výnos hlíz a jsou snadno přenosné. Prakticky všechny virové choroby jsou přenosné sadbou, většina virových chorob je přenosná savým hmyzem, především mšicemi. Jiné jsou přenosné mechanicky štávou nebo dotykem (Vokál et al. 2000).

Viry jsou hospodářsky nejvýznamnější skupina škodlivých organismů brambor přenášených sadbou, způsobují ztráty na výnosu od 10 do 70 %. V našich podmínkách virové choroby způsobují viry S, M, A, Y, X. Ochrana proti virózám musí být prováděna komplexně, protože jednotlivá opatření sama o sobě nemají potřebný efekt. Základním opatřením je používání zdravé sadby, ideálně uznané certifikované sadby (Kazda et al. 2010). Virové choroby lze rozdělit na těžké a lehké. Mezi těžké patří například virus svinutky, Y virus a A virus. Mezi lehké virové choroby brambor řadíme X virus a M virus (Vokál et al. 2000).

Ochrana před virovými chorobami se provádí především u množitelských porostů, proto je důležité uplatňovat řadu opatření v celé technologii pěstování. Důležité je především používání zdravé sadby (zdravotně otestované), správná volba prostředí, doba výsadby a trvání vegetace, negativní výběry nebo předčasné ukončení vegetace. Ochrana se provádí pomocí insekticidů (Štefánek, 1999).

### 3.6.2 Ochrana před bakteriálními chorobami

Bakteriální choroby řadíme k velmi závažným škodlivým organismům. Snižují výnos a ohrožují kvalitu hlíz. Bakterie se často projevují sekundárně a urychlují nebo dokončují rozklad hlíz, které jsou napadeny jinými chorobami nebo jsou mechanicky poškozené (Vokál et al. 2013). Hausvater & Doležal (2014a) uvádí, že bakteriální choroby dokončují rozklad hlíz primárně napadených původci jiných chorob, mezi které nejčastěji patří plíseň bramborová, fusariová a fomová hniloba.

V praxi nelze proti původcům bakteriálních chorob zasahovat přímo, protože použití baktericidů je rizikové pro životní prostředí i spotřebitele a taky je ekonomicky náročné. Rozhodující pro omezení šíření těchto patogenů jsou preventivní a karanténní opatření (Vokál et al. 2013).

Mezi nejdůležitější bakteriální choroby bramboru patří bakteriální černání stonku a aktinobakteriální obecná strupovitost brambor (Hausvater & Doležal, 2014a). Příznaky onemocnění bakteriálního černání stonku se můžeme ve všech fázích růstu i během skladování. Po vzejití rostliny napadají bakterie báze stonků, pletiva jsou světle zelené až hnědě zbarvená (černá noha). Rostliny krní, listy opadávají odspoda, krouží se, vadnou a odumírají. U napadených hlíz dochází v závislosti na řadě faktorů k akutní nebo latentní hnilobě. Při akutním napadení se pletiva rychle mění v mokrou, kašovitou a páchnoucí hmotu. Bakterie se šíří kontaminovaným nářadím, vodou a hmyzem (Štefánek, 1999). Původcem této choroby je *Pectobacterium carotovorum*, *P. atrosepticum* a *Dickeya chrysanthemi* (Hausvater & Doležal, 2014a). Obecná strupovitost poškozuje především vzhled hlíz. Strupy mají různé velikosti, které mohou být ploché, vystouplé nebo propadlé. Původcem je *Streptomyces scabiei*. Napadení zhoršuje skladovatelnost a podporuje výskyt mokré hniloby. Ochrana je problematická (Vokál et al. 2000).

## 3.7 Ochrana před houbovými chorobami

Ve srovnání s ostatními polními plodinami jsou brambory výrazně napadány různými fytopatogenními mikroorganismy, a to houbami. Větší citivost hlíz k infekcím souvisí s jejich konzistencí a generativním způsobem rozmnožování (Štefánek et al. 1999). Plíseň bramboru je pořád nejobávanější chorobou brambor. To i přes velké pokroky v ochraně i ve šlechtění nových odrůd (Hausvater et al. 2011).

### 3.7.1 Plíseň bramborová

Nejvýznamnější chorobou brambor je plíseň bramborová (*Phytophthora infestans*). Při souhrě vhodných podmínek je pro brambory likvidačním faktorem, bez intenzivní ochrany mohou ztráty na výnosech dosahovat až desítek procent. V našich podmínkách je výskyt této

choroby téměř každoroční (Vokál et al. 2013). Do moderních konzumních odrůd s vysokou vnitřní i vnější kvalitou se zatím nepodařilo zařadit geny, které by měli dostatečně vysokou a stabilní odolnost vůči tomuto organismu (Hausvater et al. 2011). Ochrana proti tomuto škodlivému organismu zásadně ovlivňuje výnosy a kvalitu produkce. Bez účinné ochrany proti plísni bramborové není intenzivní pěstování brambor možné, nebo je výrazně ztrátové a snižuje tak rentabilitu pěstování (Hausvater et al. 2017). Při ideálních podmínkách může plíseň bramborová zničit nať za 10 – 15 dní a snížit potenciální výnos o 50 až 70 % (Tymčenko & Jefronovová, 1987).

### 3.7.1.1 Původce choroby

Hausvater & Doležal (2014a) uvádí, že původcem je *Phytophthora infestans*. Patogen nejpravděpodobněji pochází ze středního Mexika (Zimnoch-Guzowska et al. 2003). Do Evropy byl zavlečen v polovině 19. století (Smart & Fry, 2001). Tento fakultativní biotrofní parazit napadá rostliny z čeledi *Solanacea*, ale hospodářské škody způsobuje pouze u brambor a rajčat. Parazit prorůstá hyfami do pletiv rostliny a do buněk se dostává pomocí haustorií, kterými čerpá výživu. Během vegetace se rozmnožuje nepohlavně pomocí sporangií, které mohou přímo klíčit nebo se rozpadnou na pohyblivé zoospory (Vokál et al. 2000). Patogen *Phytophthora infestans* má různé mechanismy přežití a životní cyklus má dvě fáze infekce (Tsedaley, 2014).

### 3.7.1.2 Zdroj infekce

Zdrojem primární infekce jsou rostliny, které vyrostly z napadených hlíz, ve kterých houba přezimovala. Po vysazení mycelium prorůstá do nadzemní části trsu, nejčastěji za vhodných podmínek až do vegetačního vrcholu. Z primárně infikovaných rostlin se sporangia šíří na okolní rostliny vzdušným prouděním. K infekci dochází nejvíce při relativně teplém a vlhkém počasí. První příznaky se objevují asi jeden týden po infekci, napadeny mohou být listy i stonky. Hlízy jsou infikovány sporangiemi, které jsou smývány z napadených nadzemních částí rostliny do půdy (Vokál et al. 2000). Počátek výskytu choroby je závislý na mnoha faktorech – průběh počasí, mikroklima porostu, náchylnost a vývoj porostu. Orietačně můžeme očekávat první výskyt plísně bramborové v období „zapojování“ porostu, to je když se rostliny vzhájemně dotýkají (Vokál et al. 2003). Infekce pochází ze sadby, nebo z nevyoraných (plevelných) hlíz na pozemku, první příznaky se objevují v závislosti na počasí v první dekádě června (Kazda et al. 2010).

Sekundární infekce se v porostech brambor šíří nejčastěji od poloviny června, nejdříve u raných odrůd, později pak postupně až k pozdním odrůdám. Na listech se začnou objevovat žlutozelené, později hnědočerné skvrny. Na spodní straně listů se objevuje šedobílý plísňový povlak, který je tvořen sporangioforami. Později je infikována celá rostlina, která rychle odumírá (Vokál et al. 2000).

Šíření spor v prostředí probíhá velmi rychle pomocí proudění vzduchu a vody. Ideální podmínky nastanou, pokud teplota překročí 10 °C a relativní vzdušná vlhkost je více než 75 % minimálně po dobu 2 a více dní (Ghorbani et al. 2004).

### 3.7.1.3 Příznaky na rostlinách a hlízách

Choroba se při primární infekci na rostlinách projevuje odumíráním lístků a stonků, především lístků na vegetačním vrcholu (Hausvater & Doležal, 2014a). Příznaky onemocnění se objevují na krajích a špičkách listů, jsou to vodnaté žlutohnědé skvrny, které se postupně rozšiřují, za ideálních podmínek velmi rychle. Pletiva hnědnou a nekrotizují, postihuje to celou rostlinu, která může rychle odumřít (Štefánek et al. 1999). Na hlízách se projevuje olovnatě šedými skvrnami na slupce a rezavě zbarvenou dužinou, při silném napadení pak postupně dochází k rozkladu celé hlízy (Hausvater & Doležal, 2014b).

### 3.7.1.4 Ochrana

Všechna doporučená opatření proti nemoci musí být vždy upřesněna podle konkrétního průběhu počasí, ranosti a odolnosti pěstované odrůdy k plísni a to pro každý porost zvlášť (Hausvater et al. 2011). Ochrana je založena na preventivních a agrotechnických opatřeních, postřicích fungicidními přípravky a včasném ukončení vegetace (Vokál et al. 2001). Dále by měla ochrana zahrnovat používání zdravé sadby, orientaci na odolnější odrůdy a chemickou ochranu (Kazda et al. 2010).

Integrovaná ochrana proti plísni bramborové obsahuje tři základní prvky, mezi které se řadí agrotechnické opatření, použití fungicidů a ukončení vegetace (Litschmann et al. 2017).

Mezi agrotechnické opatření lze zařadit výběr lokality a pozemku, výběr odrůdy, biologickou přípravu a sázení, vyrovnanou výživu, hloubku sázení, tvar a nahrnutí řádků. To potvrzuje i Hausvater et al (2011), který uvádí, že základem pěstitelských opatření je volba vhodné odrůdy, výběr lokality, příprava sadby, vyrovnaná výživa, vrstva půdy nad hlízami, tvar hrůbků a při napadení hlíz plísni organizovat sklizeň později, aby se napadené hlízy rozložily v půdě.

Použití fungicidů proti plísni bramborové je základním článkem ochrany. Aby byla chemická ochrana účinná, musí být zahájena včas a fungicidní clona musí být udržována bez přerušování během celé vegetace (Hausvater et al. 2011). První aplikace musí být provedena preventivně, tedy v období, kdy ještě nejsou vytvořené ideální podmínky pro infekci. Frekvence aplikace se řídí podle průběhu počasí, účinnosti a perzistencí přípravků na listech a v rostlině, obvykle je to 7 až 10 dní (Vokál et al. 2003). Štefánek (1999) potvrzuje, že frekvence aplikace posřiků je dána účinností přípravků, která je obvykle 7 až 10 dní.

Postřikový program nelze přesně stanovit před sezónou, je nutné ho přizpůsobit průběhu počasí a infekčnímu tlaku plísně. Pro preventivní aplikaci před výskytem plísně, za suchého počasí a slabého infekčního tlaku lze použít kontaktní fungicid s účinnou látkou mancozeb nebo metiram. Při silném tlaku je nutné použití nejúčinnější fungicidy s lokálně systémovou složkou, systémové fungicidy a účinnější kontaktní fungicidy. V druhé polovině vegetace je vhodné použít přípravky s účinnou látkou fluazinam, cyazofamid a fluopicolide, které vykazují příznivý efekt na ochranu hlíz (Hausvater et al. 2011). K ošetření brambor proti plísni bramborové lze využít poměrně velký počet fungicidů, které jsou uvedeny v Seznamu povolených přípravků na ochranu rostlin. V seznamu jsou zařazeny anorganické fungicidy, organické fungicidy, přípravky kontaktní, systémové nebo jejich kombinace (Štefánek, 1999).

Termín první aplikace fungicidu lze stanovit pomocí metody prognózy a signalizace plísně bramboru na základě stanovení hodnoty indexu. Ten se vypočítá pomocí denní minimální teploty vzduchu, průměrné denní vlhkosti vzduchu a dennímu úhrnu srážek. Při stanovení fungicidních vstupů touto metodou je první ošetření potřeba provést nejpozději v době kdy hodnota Indexu překročí 600. Obvyklý interval mezi aplikacemi fungicidu je 7 – 10 dní, za předpokladu, že hodnota Indexu se pohybuje pod hranicí 550. Při deštivém počasí a při překročení hodnoty Indexu cca 550 – 600 je nutné postřiky opakovat po 5 – 7 dnech (Litschmann et al. 2017).

Ukončení vegetace se provádí, pokud je nat' napadena z 5 až 20 %. Lze ji provést mechanicky, nebo chemicky, je to opatření, které ochrání hlízy před infikací chorobou (Vokál et al. 2003). Situace s desikanty v Evropě se zásadně změnila v roce 2020, kdy došlo k zákazu používání nejúčinnější látky diquat (např. Reglone). Nyní v registru zůstávají přípravky na bázi paraflufen-ethylu (Kabuki) a kyseliny pelargonové (Beloukha), ale tyto náhrady nejsou plnohodnotné. Nabízí se tedy kombinace mechanické likvidace natě a aplikace zmíněných registrovaných přípravků (Hausvater et al. 2019).

### 3.7.2 Ostatní houbové choroby

#### 3.7.2.1 Vločkovitost hlíz brambor

Význam této choroby v poslední době vzrostl kvůli zvyšujícím se nárokům na kvalitu hlíz, kterou původce silně ovlivňuje (Vokál et al. 2013). Původcem je patogen *Rhizoctonia solani*. Příznakem na rostlinách jsou nekrózy, odumírání klíčků, nekrotické léze na stolonech a podzemních částech stonků, žloutnutí a svinování vrchních listů. Na hlízách se projevuje černými sklerociemi na slupce (vločky, povlaky), deformace hlíz, rozprasky hlíz a infekce lenticel (Hausvater & Doležal, 2014a). Choroba jednak potlačuje výnos, ale významně poškozuje kvalitu hlíz, především u moderních odrůd s jemnou a hladkou slupkou (Vokál et al. 2013). Ochranu lze realizovat pomocí výběru pozemků podle nároků odrůd, zajištění urychleného vzejítí sazením narašených, či naklíčených hlíz, včasné sklizně po ukončení vegetace a ošetření sadbových hlíz nebo půdy fungicidy. Zdrojem infekce může být půda nebo sadba (Hausvater & Doležal, 2014a).

#### 3.7.2.2 Fomová hniloba bramboru

Fomovou hnilobu bramboru způsobuje patogen *Phoma foveata*. Projevuje se na hlízách nekrotickými skvrnami na slupce a v dužině, které jsou pokryté fialově šedým myceliem (Hausvater & Doležal, 2014a). Na stoncích se objevují oválné, rychle se rozšiřující nekrotické skvrny. Pletiva postupně zbělají a stonky postupně odumírají. K infekci hlíz dochází až při sklizni, z půdy a z napadených rostlin (Štefánek, 1999). Je to skládková choroba, která se vyskytuje spíše v ročnicích s chladným a vlhkým počasím na konci vegetace (Vokál et al. 2013). Kazda et al. (2010) uvádí, že při chladnějším a vlhčím podzimu je pravděpodobné objevení *Phomy foveaty*, která je příčinou suché hniloby. Ochrana spočívá v omezení mechanického poškození hlíz, používání technologie záhonového odkameňování pozemků a v pěstování brambor po sobě nejdříve po 4 letech (Hausvater & Doležal, 2014a).



### 3.7.2.3 Hnědá skvrnitost listů

Tuto chorobu způsobuje houba rodu *Alternaria*, nejčastěji *Alternaria solani*, která přezimuje v půdě na rostlinných zbytcích nebo hlízách. Konidie se po napadení dále šíří v porostu větrem (Vokál et al. 2000). Nejčastější příznaky choroby jsou hnědé nekrózy na listech, obvykle se soustředěnými kruhy. Infekce hlíz není obvyklá (Hausvater & Doležal, 2014a). První příznaky se projevují na starších listech, kde se objevují hnědé až černé skvrny, ohraničené silnými žilkami. Skvrny postupně splývají, list žlutne, usychají a opadávají. Ochrana je stejná jako při ošetřování proti plísni bramborové (Štefánek, 1999).

## 3.8 Konvenční přípravky na ochranu rostlin

Fungicidy jsou prostředky přírodního, nebo syntetického původu, které chrání rostliny před infekcí plísní anebo hubí vzniklou plísníovou infekci (Oliver & Hewitt, 2014). Aplikace fungicidních přípravků je stále rozhodujícím faktorem při ochraně proti plísni bramborové. První ošetření musí být provedeno preventivně, v období sucha a nízkého infekčního tlaku lze využít kontaktní fungicidy. V období silného infekčního tlaku a deštivého počasí je vhodné využít systémové fungicidy a účinnější kontaktní fungicidy. V druhé polovině aplikačního sledu je vhodné využít přípravky obsahující účinnou látku fluopicolide, propamocarb-hydrochloride, fluazinam, nebo cyazofamid, které mají pozitivní vliv na ochranu hlíz (Vokál et al. 2013). Účinnost fungicidů se v průběhu sezóny snižuje, u nejlepších přípravků dosahuje 50 – 80 % (Hausvater, 2000). Sortiment přípravků se postupně mění. Část fungicidů obsahuje stejné účinné látky, ale mají rozdílný obchodní název nebo jsou uváděny na trh v jiné formulaci (Hausvater & Doležal, 2014b).

### 3.8.1 Rozdělení přípravků podle působení

#### 3.8.1.1 Přípravky kontaktní

Účinná látka se nedostává do rostlin, zůstává na povrchu v místě aplikace. Nevýhodou je vyšší nárok na aplikaci, která musí být důkladná a musí směřovat i na spodní stranu listů, která je hůře přístupná. Výhodou je kratší ochranná lhůta a často i nižší cena (Kazda et al. 2010). Hausvater (2000) publikoval, že běžné kontaktní fungicidy mají účinnou látku mancozeb, nebo metiram. Kontaktní fungicidy obsahující cyazofamid nebo mancozeb mohou také chránit nově přirůstající listy, díky dobré redistribuci po rostlině (Evenhuis et al. 2006).

#### 3.8.1.2 Přípravky systémové

Účinná látka proniká do rostlinných pletiv a následně je rozváděna pletivy po celé rostlině. Výhodou tohoto mechanismu je ochrana nových přírůstků na rostlině po určitou dobu. Tyto přípravky mají obvykle delší ochrannou lhůtu a vyšší cenu (Kazda et al. 2010). Hausvater & Doležal (2014b) uvádí, že mezi systémové přípravky patří přípravky s účinnou látkou benalaxyl, propamocarb-hydrochloride, nebo difenoconazole. Mezi systémové přípravky lze zařadit i fungicid s účinnou látkou difenoconazole, který se používá k polní ochraně brambor a rajčat proti patogenu *Phytophthora infestans* (Elansky et al. 2016).

Systémové přípravky s účinnou látkou metalaxyl (Ridomil Gold) zajišťuje nejlepší ochranu nově vyvinutých listů na začátku vegetace, tedy v době, kdy je vysoká rychlost přirůstání rostliny (Evenhuis et al. 2006).

### 3.8.1.3 Přípravky s hloubkovým účinkem

Po aplikaci pronikne přípravek do hlubších vrstev rostlinných pletiv, které ale nejsou rozváděny po celé rostlině. Účinná látka většinou působí i na spodní straně listů (Kazda et al. 2010).

## 3.9 Biologické přípravky na ochranu rostlin

V dnešní době máme přísná legislativní opatření ohledně chemických pesticidů. Můžeme pozorovat společenský a politický tlak na omezení používání určitých látek. Biologická ochrana se ukazuje jako ideální alternativní metoda pro ochranu rostlin a nahrazení chybějících účinných látek (Bleša, 2019).

Některé éterické rostlinné oleje, široce používané jako vůně a příchutě v parfémovém a potravinářském průmyslu, jsou již delší dobu považovány za látky odpuzující hmyz. Nedávná šetření potvrzují, že některé rostlinné éterické oleje odpuzují nejen hmyz, ale mají insekticidní účinky proti konkrétním škůdcům a fungicidní účinky proti některým důležitým rostlinným patogenům (Isman, 2000).

Biologické pesticidy jsou obecně považovány za méně účinné oproti chemickým pesticidům. Při jejich porovnání ale existuje kompromis. Chemické pesticidy mají vyšší toxicitu a poskytují lepší ochranu rostlin před škodlivými organismy. Vyšší toxicita ale také zvyšuje zátěž životního prostředí. Biologické pesticidy nezatěžují tolik životní prostředí, ale mají nižší účinnost při ochraně proti škodlivým organismům (Probasco et al. 2012).

### 3.9.1 Alginure

Alginure je tekutý extrakt z mořských řas, který obsahuje 24 % řas rodu *Ascophyllum nodosum* a *Laminaria* sp, 7 % rostlinných aminokyselin, dále obsahuje fosfonáty a další účinné látky. Výrobce uvádí, že přípravek stimuluje produkci vrozených a indukovaných obraných látek - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, kyselina salicylová, kyselina jasmínová, ethylen, PR-proteiny, stilben, resveratol, lakton, saponin, lignin, fenylalanin a další rostlinné látky. Přípravek vykazuje preventivní účinek, měl by být opakovaný v intervalech 7 až 14 dní (Boček et al. 2012). Jonáš & Pištěková (2016) uvádí, že v pokusu byl tento přípravek aplikován v dávce 3,5 l.ha<sup>-1</sup>.

Alginure se skládá z dvou typů složek. První z nich jsou výtažky z mořských řas a rostlin, které obsahují algináty, laminariny, cytokininy, proteiny, betainy, sacharidy a hormony, které slouží jako aktivátory obranných mechanismů. Druhou skupinou jsou fosfáty a fosfonáty ve formě draselných solí kyseliny fosforečné a fosforité. Ty mají za úkol účinněji transportovat organických aktivátorů do buněk rostlin (Bagár, 2011).

Tento biologický přípravek obsahuje výtažky z mořských řas, rostlinné aminokyseliny a podporuje rostliny před napadením houbovými chorobami. Přípravek působí preventivně,

bez přímého vlivu na škodlivý organismus, v rostlině zvedá obsah fytoalexinů, PR-proteinů a dalších látek, které zvyšují obranyschopnost rostliny (Řehoř et al. 2018).

Vostřel et al. (2018) uvádí, že fytoalexiny jsou obranné látky, které si vytváří sama rostlina, například po aplikaci přípravku Alginure, jejich předčasná tvorba má tak pozitivní vliv na obranyschopnost rostliny.

Alginure na bázi rostlinných extraktů aktivuje imunitní systém a nahrazuje toxické fungicidy (Hluchý, 2014). Procházka et al. (2019) uvádí, že přípravek má srovnatelnou fungicidní účinnost při porovnání s konvenčními fungicidy.

### 3.9.2 Wetcit

Přípravek Wetcit obsahuje 4,2 % pomerančového oleje (Pobozniak et al. 2016). Je to kapalné hnojivo, které obsahuje terpeny z pomerančovníku. Terpeny mají také vedlejší účinky na regulaci chorob a škůdců rostlin. Terpeny mimojiné zajistí dobré přilnutí na listovou plochu a rovnoměrné rozptýlení postřiku (Řehoř et al. 2018).

Terpeny z plodů citrusů se zkouší využít při biologické ochraně jako alternativa k používání chemických fungicidů proti *Phytophthora infestans*, která způsobuje plíseň bramborovou. Účinky jednotlivých esenciálních olejů z různých druhů citrusů (*Citrus sinensis*, *Citrus bergamia*, *Citrus limon*) v in vitro prostředí se lišily inhibičními účinky na sporulaci a růst mycelia na izolátu. Nejlépe v testech in vitro a in vivo účinkoval esenciální olej *Citrus bergamia*, následoval olej *Citrus sinensis* a *Citrus limon* (Moumene et al. 2015).

Esenciální olej, také někdy označován jako éterický olej, je silně aromatická olejová kapalina, která se vyrábí z různých částí rostlin nebo je rostlina produkuje jako sekundární metabolit. Citrusové plody obsahují řadu těkavých molekul, jako jsou terpeny, terpenoidy, aromatické fenolové složky a alifatické složky (Palazzolo et al. 2013). Pomerančový olej získaný ze slupek obsahuje limonen (92,14 %),  $\beta$ -myrcen (2,7 %), 1,8 - cineol (0,33 %),  $\alpha$ -pinen (0,7 %) a (0,23 %)  $\gamma$ -terpinen (Oboh et al. 2017).

Pomerančový olej má nesporný vliv na omezení výskytu chorob a škůdců u rostlin (Vostřel et al. 2018).

### 3.9.3 Tymiánová silice

Tymián pochází ze středomořských oblastí, kde se běžně používá jako kulinářská bylina a také najde uplatnění pro různé léčivé účely. Thymol a tymián dnes představují širokou škálu funkčních možností ve farmaceutickém, potravinářském a kosmetickém průmyslu. Mimojiné tato sloučenina také vykazuje antimikrobiální, antioxidační, antikarcinogenní, protizánětlivé a antispasmodické účinky (Salehi et al. 2018). Antimikrobiální aktivita rostlinných olejů a extraktů je známá již mnoho let, do této skupiny patří i silice tymiánu (Gucwa et al. 2018).

Tymiánový olej obsahuje velké množství aktivních monoterpenových fenolů (thymol a karvakrol) a jejich odpovídající prekurzory monoterpenových uhlovodíků zastoupeny p-cymen a  $\gamma$ -terpinen (Hudaib et al. 2002). Hlavními složkami oleje je thymol 47,59 %, gamma-terpinen 30,90 % a p-cymen 8,41 %. Celkem 15 hlavních složek představuje 99,91 % silice. Dále tento olej obsahuje například Terpeneol, Caryofylen, D-limonen, alfa-Pinen a beta-Pinen (Boruga et al. 2014).

Éterické oleje získané z nadzemní části tymiánu mají antifungální účinek. Bylo zjištěno, že éterické oleje inhibují růst *Phytophthora infestans*, účinnost je závislá na dávce (Soylu et al. 2006). Přírodní produkty a biologické doplňky nejsou samy o sobě dostatečně účinné na hubení plísně brambrové, ale pokud se používají v kombinaci s jinými zavedenými postupy pro tlumení nemoce, mohou tyto látky významně přispět k integrovanosti a udržitelnosti postupů při ochraně porostu proti plísni bramborové (Olanya & Larkin, 2006).

Antifungální testy ukázaly, že karvakrol a thymol zcela inhibovaly růst mycelia 17 fytopatogenních hub. Jejich antifungální účinky byly vyšší než u komerčních fungicidů. P-cymen však měl nižší antifungální aktivitu. Zjištění této studie naznačuje, že antifungální a herbicidní vlastnosti silice lze připsat jeho hlavní složce - karvakrolu. Tyto látky mohou být použita jako fungicid, herbicid i jako insekticid (Kordali et al. 2008). Vzhledem k jejich antifungální aktivitě, která ovlivňuje několik cílů (míst) současně, nebyla zatím popsána žádná konkrétní rezistence nebo adaptace na tyto látky (Jabeur et al. 2017).

V současné době je věnována pozornost vývoji přípravků na přírodní bázi k ochraně rostlin jako alternativa k syntetickým fungicidům. Nejúčinnější antifungální vlastnosti vykazuje například tymiánový olej, pro který je charakteristický obsah fenolů, jako jsou karvarol a thymol (Stevic et al. 2014).

#### 3.9.4 Chmelový extrakt

Chmel (*Humulus lupulus*) je vytrvalá rostlina, jejíž samičí květenství je známé pro obsah hořkých látek, které se využívají nejčastěji v potravinářském průmyslu. Chmelové šišťice obsahují vysoké množství polyfenolických sloučenin a acylfloroglucidy, které se používají například pro různé lékařské účely. Chmelový extrakt obsahuje polyfenoly, éterické oleje a pryskyřice (Arsene et al. 2015). Chemické složení sušených chmelových hlávek obsahuje průměrně 15 – 30 % pryskyřic, 0,5 – 3 % esenciálního oleje, 15 % bílkovin, 2 % monosacharidů, 4 % polyfenolů (tříslovin), 2 % pektinů, 0,1 % aminokyselin, 10 % vlhkost a 8 % popeloviny (Almaguer et al. 2014). Chmelové šišťice obsahují dvě důležité hořké látky, alfa a beta kyseliny. Ty se také občas označují jako humulin a lupulin (Probasco et al. 2012).

Chmel se tradičně používá v pivovarnictví, dodává pivu hořkost, aroma a chuť. V posledních dobách se však uvádí, že samičí květenství obsahuje velké množství bioaktivních sloučenin. Vzhledem k rostoucímu zájmu spotřebitelů o přírodní látky byl v poslední době prováděn výzkum s cílem najít nové zdroje funkčních molekul z chmele (Astray et al. 2020). Látky extrahované z chmele jsou dobře známá jako antibakteriální činidla používaná v potravinářství jako konzervanty, antioxidanty a inhibitory. Tyto látky mají i nedostatky jako je například velmi nízká biologická dostupnost a náchylnost k oxidačnímu rozkladu, která omezuje jejich použití (Leonida et al. 2018).

Chmelový extrakt vykazuje protiplísňové účinky proti houbám, které poškozují potraviny (Niknejad et al. 2014). Chmelový olej a pryskyřice jsou známé pro své sedativní a neurofarmakologické vlastnosti, navíc tyto sloučeniny vykazují dobrý antibakteriální a protiplísňový efekt. Na tom se nejvíce podílejí alfa-hořké kyseliny, které blokují vývoj chorob (Karabín et al. 2016).

Přípravky z chmelových hlávek mají široký záběr biologických aktivit včetně antifungálních vlastností. K tomu se používají organické extrakty získané přímo z chmele, ale také synteticky vyrobené deriváty (Bartmanska et al. 2018).

Jednou z alternativních metod ke konvenčním pesticidům proti patogenům plodin je využití chmelových extraktů, které mohou být aplikovány jako biofungicidy. K tomu se využívají hydroalkoholické surové extrakty z různých částí chmele od listů po stonky, oddenky a samičí hlávky (Bocquet et al. 2018).

Extrakt z rostliny *Humulus lupulus* má také potenciál použití jako aktivní složka v biologických pesticidech vyvinutých pro regulaci larválních instarů škůdců. Potenciální použití tohoto rostlinného extraktu může být využito při konvenční a organické ochraně proti škůdcům nebo jako součást rostlinných extraktů a konvenčních insekticidů (Gokce et al. 2006).

## 4 Metodika

Provozní pokus probíhal na dvou pokusných lokalitách ve vegetačních obdobích 2019 až 2020. Pokusy probíhaly na běžných provozních plochách, kam byly daným pěstitelům umístěny. Provozní plochy brambor byly obhospodařovávány s použitím místně obvyklé techniky.

### 4.1 Pokusné stanoviště Chmelná

Stanoviště Chmelná patří rodinné farmě Holejšovských. Ta se nachází na pomezí Středočeského kraje a kraje Vysočina, konkrétně pokus probíhal na pozemcích v katastrálním území obce Chmelná, na honu jménem „Na struhách“. Pozemek se nachází v bramborářské výrobní oblasti, v uzavřené sadbové oblasti. Průměrná nadmořská výška pozemku je 485 m n. m. Tato farma provozuje rostlinnou výrobu na výměře přibližně 30 ha. Hlavní tržní plodinou je pšenice ozimá (15 ha). Druhou nejvýznamnější plodinou je řepka ozimá (5 ha). Na zbylé výměře se pěstují brambory, cibule, mrkev, oves a jetel.

#### 4.1.1 Základní informace o stanovišti Chmelná - pokus probíhal v roce 2019 a 2020 na stejném DPB

**Lokalita:** Chmelná, okres Benešov

**Geomorfologie území:** Česká vysočina

**Nadmořská výška:** 481 m

**Hon (DPB):** Na struhách, 9701/4 (dělený hon, byl dodržen rozestup mezi bramborami 4 roky)

**Poloha:** expozice jihovýchod až jihozápad, mírný sklon

**Půdní typ:** kambizem

**Půdní druh:** střední půdy, písčitohlinitá

**AZP:** pH 5,3; P – 55 ppm; K – 168 ppm; Mg – 75 ppm; Ca – 1651 ppm; obsah humusu 2,1 %

**Klimatický region:** 7, mírně teplý, vlhký

**Průměrná roční teplota:** 6-7°C

**Průměrný roční úhrn srážek:** 650 – 750 mm

*Obrázek č. 1: Část pokusu v lokalitě Chmelná 25. 6. 2020 (autor: Pavel Procházka)*



## 4.1.2 Agrotechnika

Tabulka č. 1: Agrotechnické kroky v roce 2019 - 2020 Chmelná

datum	operace/aplikace	datum	operace/aplikace
27.07.2018	Podmítka + výsev mezplodiny	01.08.2019	Podmítka + výsev mezplodiny
04.11.2018	Likvidace mezplodiny mulčováním	30.10.2019	Likvidace mezplodiny mulčováním
05.11.2018	Aplikace chlévského hnoje v dávce 42 t.ha <sup>-1</sup> + orba do hloubky 28 cm	30.10.2019	Aplikace kompostu v dávce 15 t.ha <sup>-1</sup> + orba do hloubky 28 cm
10.04.2019	Naorávání + separace hrud a kamenů	16.04.2020	Naorávání + separace hrud a kamenů
12.04.2019	Sázení	17.04.2020	Sázení
23.04.2019	Aplikace herbicidu Arcade 880EC (prosulfocarb, metribuzin), dávka 5 l.ha <sup>-1</sup> ,	07.05.2020	Aplikace herbicidu Arcade 880EC (prosulfocarb, metribuzin), dávka 5 l.ha <sup>-1</sup> ,
16.06.2019	Aplikace fungicidu Ridomil Gold MZ Pepite (mancozeb, metalaxyl-M) 2,5 kg.ha <sup>-1</sup> + Aplikace insekticidu Mospilan 20 SP (acetamiprid) 0,06 kg.ha <sup>-1</sup> + Hořká sůl 10 kg.ha <sup>-1</sup>	13.06.2020	Ridomil Gold MZ Pepite (mancozeb, metalaxyl-M) 2,5 kg.ha <sup>-1</sup> + Hořká sůl 10 kg.ha <sup>-1</sup> + Močovina 10 kg.ha <sup>-1</sup> + K-fenol mix 0,2 l.ha <sup>-1</sup>
15.07.2019	Aplikace pokusných variant; Aplikace fungicidu Revus top (difenoconazol, mandipropamid) dávka 0,6 l.ha <sup>-1</sup> , Decis mega (Deltamethrin) 0,1 l.ha <sup>-1</sup> +Hořká sůl 10 kg.ha <sup>-1</sup> + K-gel 2 l.ha <sup>-1</sup>	24.06.2020	Aplikace pokusných variant; Revus Top (mandipropamid, difenoconazole) 0,6 l.ha <sup>-1</sup> + K-ombiphos 2 l.ha <sup>-1</sup> + K-gel 175 1,5 l.ha <sup>-1</sup> + K-fenol mix 0,2 l.ha <sup>-1</sup> + Hořká sůl 10 kg.ha <sup>-1</sup>
02.08.2019	Aplikace fungicidu Ridomil Gold MZ Pepite (mancozeb, metalaxyl), dávka 2,5 kg.ha <sup>-1</sup> + Hořká sůl 10 kg.ha <sup>-1</sup> + K-ombiphos 2 l.ha <sup>-1</sup>	01.07.2020	Ridomil Gold MZ Pepite (mancozeb, metalaxyl-M) 2,5 kg.ha <sup>-1</sup> + Hořká sůl 10 kg.ha <sup>-1</sup> + Močovina 10 kg. Ha <sup>-1</sup> + K-gel 175 1,5 l.ha <sup>-1</sup>
21.08.2019	Aplikace pokusných variant; Aplikace fungicidu Infinito SC (fluopikolid, propamocarb-hydrochlorid), dávka 1,5 l.ha <sup>-1</sup> + K-gel 175 2 l.ha <sup>-1</sup>	08.07.2020	Aplikace pokusných variant; Vendetta (fluazim, azoxystrobin) 0,5 l.ha <sup>-1</sup> + Ecail Ultra (thiacloprid) 0,2 l.ha <sup>-1</sup> + Hořká sůl 10 kg.ha <sup>-1</sup> + K-ombiphos 2,5 l.ha <sup>-1</sup>
30.08.2019	Aplikace fungicidu Altima 500 SC (fluazimam), dávka 0,3 l.ha <sup>-1</sup>	14.07.2020	Acrobat MZ WG (mancozeb, dimethomorph) 2 kg.ha <sup>-1</sup> + Galleko list 0,4 l.ha <sup>-1</sup> + K-fenol mix 0,2 l.ha <sup>-1</sup> + K-ombiphos 2 l.ha <sup>-1</sup>
		20.07.2020	Infinito (fluopikolide, propamocarb-hydrochloride) 1,5l.ha <sup>-1</sup> + Galleko list 0,4 l.ha <sup>-1</sup> + Hořká sůl 10 kg.ha <sup>-1</sup> + K-gel 175 3 l.ha <sup>-1</sup>
		27.07.2020	Revus Top (mandipropamid, difenoconazole) 0,6 l.ha <sup>-1</sup> + Galleko list 0,4 l.ha <sup>-1</sup> + K-fenol mix 0,2 l.ha <sup>-1</sup> + K-ombiphos 2 l.ha <sup>-1</sup>
		04.08.2020	Altima 500 SC (fluazimam) 0,4 l.ha <sup>-1</sup> + Hořká sůl 10 kg.ha <sup>-1</sup> + K-gel 175 3 l.ha <sup>-1</sup>
		10.08.2020	Infinito (fluopikolide, propamocarb-hydrochloride) 1,5l.ha <sup>-1</sup> + K-gel 175 2 l.ha <sup>-1</sup>
21.09.2019	Skližení pokusných parcel + vyhodnocení jednotlivých pokusných variant	19.08.2020	Altima 500 SC (fluazimam) 0,3 l.ha <sup>-1</sup>
		04.10.2020	Skližení pokusných parcel + vyhodnocení jednotlivých pokusných variant



## 4.2 Pokusné stanoviště Liběšovice

Stanoviště Liběšovice je pozemek společnosti ZOS Liběšovice s.r.o. Společnost ZOS Liběšovice s.r.o. hospodaří na Žatecku intenzivním způsobem na bezmála tisíci hektarech půdy. Hlavními plodinami jsou pšenice ozimá, ječmen jarní, řepka ozimá a také chmel. Konzumní brambory jsou zde pěstovány spíše jako okrajová plodina sloužící převážně pro místní spotřebu, avšak pěstovány jsou v podniku již více jak 15 let.

### 4.2.1 Základní informace o stanovišti Liběšovice v roce 2019

**Lokalita:** Liběšovice, okres Louny

**Geomorfologie území:** Mostecká pánev

**Nadmořská výška:** 259 m

**Hon (DPB):** 5401/4

**Poloha:** rovina

**Půdní typ:** Fluvizem

**Půdní druh:** střední půda

**AZP:** pH 7,3; P – 344 ppm; K – 692 ppm; Mg – 500 ppm; Ca – 4400 ppm; S – 30 ppm; obsah humusu 2,5%

**Klimatický region:** teplý, suchý region,

**Průměrná roční teplota:** 8-9°C

**Průměrný roční úhrn srážek:** 450 mm

### 4.2.2 Základní informace o stanovišti Liběšovice (Siřem) v roce 2020

**Lokalita:** Siřem, okres Louny

**Geomorfologie území:** Mostecká pánev

**Nadmořská výška:** 266 m

**Hon (DPB):** 5809/1

**Poloha:** rovina

**Půdní typ:** Fluvizem

**Půdní druh:** těžká půda

**AZP:** pH 7,2; P – 282ppm; K – 611ppm; Mg – 459ppm; Ca – 3520ppm; S – 40ppm; obsah humusu 2,7%

**Klimatický region:** teplý, suchý region,

**Průměrná roční teplota:** 8-9°C

**Průměrný roční úhrn srážek:** 450 mm

*Obrázek č. 2: Část pokusu lokalita Liběšovice (Siřem) 17. 7.2020 (autor: Pavel Procházka)*



## 4.2.3 Agrotechnika

Tabulka č. 2: Agrotechnické kroky v roce 2019 -2020 Liběšovice

datum	operace/aplikace	datum	operace/aplikace
28.07.2018	Podmítka	06.08.2019	Podmítka
26.10.2018	Aplikace kompostu v dávce 20 t.ha <sup>-1</sup> + orba do hloubky 25 cm	24.10.2019	Aplikace kompostu v dávce 20 t.ha <sup>-1</sup> + orba do hloubky 25 cm
19.04.2019	2 x kompaktor do hloubky 15 cm	21.04.2020	2 x kompaktor do hloubky 15 cm
21.04.2019	Sázení	22.04.2020	Sázení
07.05.2019	Aplikace herbicidu Citation (metribuzin), dávka 0,5 kg.ha <sup>-1</sup>	09.08.2020	Aplikace herbicidu Citation (metribuzin), dávka 0,5 kg.ha <sup>-1</sup>
12.05.2019	Aplikace Plant Activ, dávka 1,0 kg.ha <sup>-1</sup> DAM 390, dávka 240 kg.ha <sup>-1</sup>	12.05.2020	Aplikace Plant Activ, dávka 1,0 kg.ha <sup>-1</sup> + DAM 390, dávka 260 kg.ha <sup>-1</sup>
28.06.2019	Aplikace pokusných variant; fungicidu Flowbrix (oxychlorid mědi), dávka 2,5 l.ha <sup>-1</sup> + listové výživy Yara Calcinit, dávka 12,5 l.ha <sup>-1</sup> + Yara Zintraac, dávka 1 l.ha <sup>-1</sup>	17.06.2020	Aplikace pokusných variant; fungicidu MOXIMATE 725 WG (mancozeb, cymoxanil), dávka 2,5 kg.ha <sup>-1</sup> + Yara Calcinit, dávka 12,5 l.ha <sup>-1</sup> + Yara Zintraac, dávka 1 l.ha <sup>-1</sup>
03.07.2018	Aplikace Coragen 20 SC (Chlorantraniliprol), dávka 0,05 l.ha <sup>-1</sup>	03.07.2020	Aplikace Coragen 20 SC (Chlorantraniliprol), dávka 0,05 l.ha <sup>-1</sup>
13.07.2019	Aplikace fungicidu Revus top (difenoconazol, mandipropamid), dávka 0,6 l.ha <sup>-1</sup> + Kuprikol 50(oxychlorid mědi) dávka 2 l.ha <sup>-1</sup> + O CO (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> , dávka 10 kg.ha <sup>-1</sup> +Yara Thiotrac, dávka 4 l.ha <sup>-1</sup>	15.07.2020	Aplikace fungicidu Revus top (difenoconazol, mandipropamid), dávka 0,6 l.ha <sup>-1</sup> + Kuprikol 50(oxychlorid mědi) dávka 2 l.ha <sup>-1</sup> + O CO (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> , dávka 10 kg.ha <sup>-1</sup> +Yara Thiotrac, dávka 4 l.ha <sup>-1</sup>
07.08.2019	Aplikace pokusných variant; Aplikace fungicidu Defender Dry (hydroxyd měďnatý), dávka 2,0 kg.ha <sup>-1</sup>	10.08.2020	Aplikace pokusných variant; Aplikace fungicidu Defender Dry (hydroxyd měďnatý), dávka 2,0 kg.ha <sup>-1</sup>
07.09.2019	Skližení pokusných parcel + vyhodnocení jednotlivých pokusných variant	14.09.2020	Skližení pokusných parcel + vyhodnocení jednotlivých pokusných variant

## 4.3 Průběh počasí

### 4.3.1 Pěstitelský rok 2018/2019

Nadnormální teploty panovaly s určitými přestávkami celý říjen až do první půle listopadu. Srážky byly zprvu mírně podprůměrné, později zvláště podprůměrné. Prosinec byl teplotně i srážkově normální, pouze sluneční svit byl nižší. Leden byl teplotně normální, s výrazně chladným obdobím od 19. do 25. V první polovině měsíce spadla větší část z celkového měsíčního srážkového úhrnu. Únor byl teplotně nadnormální. Srážky v únoru byly normální, ale rozložené nerovnoměrně. Teplota v březnu byla silně nadnormální (+2,7 °C nad N). Březen byl srážkově normální. Teplotně nadnormální (+1,5 °C nad N) byl i měsíc duben. Srážky v dubnu však můžeme klasifikovat jako podnormální (v průměru 24 mm tj. 57 % N). Květen byl globálně velmi chladný a s dostatečným množstvím srážek. Teplotně šlo o silně podnormální měsíc, srážkově nadnormální (130 % N). Červen byl teplotně zvláště nadnormální (4,9 °C nad N). Srážkově podnormální (v průměru úhrn 53 mm tj. 67 % N). Červenec byl teplotně normální. Průměrná teplota vzduchu byla 18,8 °C (+1,0 °C nad N). Červenec byl srážkově pod normálem. Měsíční úhrn srážek ve výši 58 mm představoval 66 % normálu měsíce. Srpen byl teplotně silně nadnormální, jelikož průměrná měsíční teplota vzduchu (18,9 °C) byla vyšší o 1,6 °C vyšší než normál. Srážky v srpnu lze hodnotit jako normální. Průměrný měsíční úhrn byl 77 mm, tedy 96 % normálu. Září lze hodnotit jako teplotně i srážkově normální (Volf & Zeman, 2019).

### 4.3.2 Pěstitelský rok 2019/2020

Říjen byl teplotně nadnormální a srážkově normální. Listopad byl podobně jako předešlý měsíc teplotně silně nadnormální a srážkově normální. Zimu lze charakterizovat jako velmi teplou. V prosinci a lednu byly teploty nadnormální s odchylkou od normálu o +2,8 a +2,3 °C. Únor byl s odchylkou +4,6 °C mimořádně nadnormální. Lze konstatovat, že v zimě byl průběh srážek normální. V prosinci spadlo 76 % normálu tohoto měsíce. Leden byl silně podnormální, spadlo pouze 43 % normálu. Únor byl naopak silně nadnormální, spadlo 203 % normálu. Březen byl teplotně i srážkově normální. Duben lze hodnotit jako teplotně normální a srážkově silně podnormální. Teplota vzduchu byla v průměru 9,2 °C, to je o 1,3 °C vyšší hodnota než normál tohoto měsíce. Úhrn srážek byl pouze 18 mm, to je jenom 43 % normálu. Duben v roce 2020 byl druhý nejsušší za posledních 50 let. Květen byl teplotně silně podnormální (2,1 °C pod normálem). Srážky byly normální (107 % normálu). Červen byl teplotně normální (0,6 °C nad N) a mimořádně srážkově nadnormální, 191 % nad normálem. Teploty v tomto měsíci byly rozkolísané, druhá dekáda byla nejchladnější, a konec naopak teplotně nadnormální. Srpen byl teplotně nadnormální, konkrétně 1,5 °C nad normálem. Průměrná teplota byla 18,8 °C. Srážky byly nadnormální, napršelo 138 % normálu. Září lze hodnotiti s průměrnou teplotou 14 °C jako nadnormální (1,2 °C nad normálem). Srážky byly nadprůměrné (126 % N). Průměrný měsíční úhrn srážek byl 73 mm (Štranc et al. 2020).

### 4.3.3 Průběh teplot, vlhkosti vzduchu a srážek na pokusných pozemcích

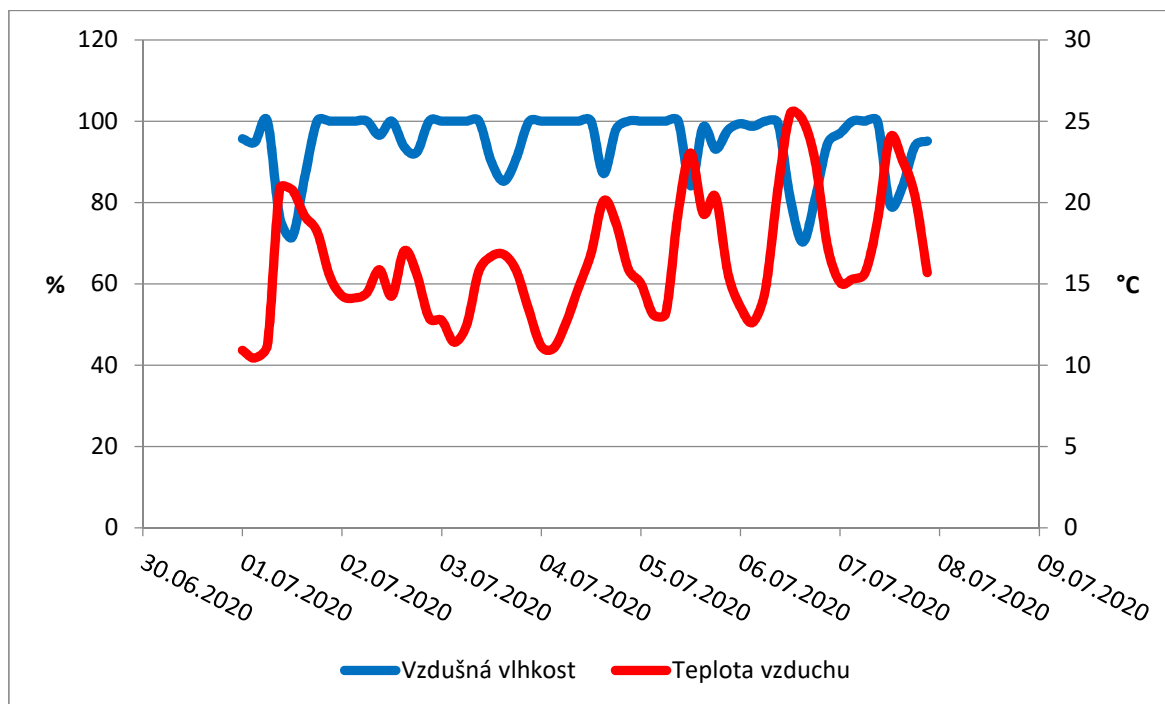
Získané hodnoty vzdušné vlhkosti a teploty vzduchu byly naměřeny teplotním čidlem Minikin TH EMS Brno. Čidla byla umístěna uvnitř pokusného porostu ve výšce 10 cm nad zemí. Pro příklad a přehlednost je pro hodnocení zvolen úsek jednoho týdne mezi první a druhou aplikací.

Rozvoj většiny houbových chorob včetně plísně bramboru je silně ovlivněn teplotou a vlhkostí vzduchu. Příznivé podmínky nastavují především při vyšších hodnotách vlhkosti vzduchu v kombinaci s vyššími teplotami, nebo pokud je na povrchu rostliny přítomna voda (Litschmann et al. 2017). Rozhodující pro šíření plísně bramborové je vzdušná vlhkost. Pokud v denním průměru vzdušná vlhkost překročí 75 – 80 %, jsou vytvořeny ideální podmínky pro šíření plísně bramborové. Teploty pod 10 °C výrazně zpomaluje klíčení a vývoj spor plísně (Hausvater et al. 2017). Pokud teploty dosahují hodnot nad 10 °C, dochází k vytvoření ideálních podmínek pro šíření této choroby.

Úhrny srážek na jednotlivých lokalitách byly získány z meteorologické sítě ISIDOR, provozované ČZU v Praze a EMS Brno. Stanice se nacházely v bezprostřední blízkosti pokusných stanovišť. Vzdálenosti od pokusných ploch byly ve Chmelné 200 m, Liběšovicích 400 m a Siřemi 50 m.

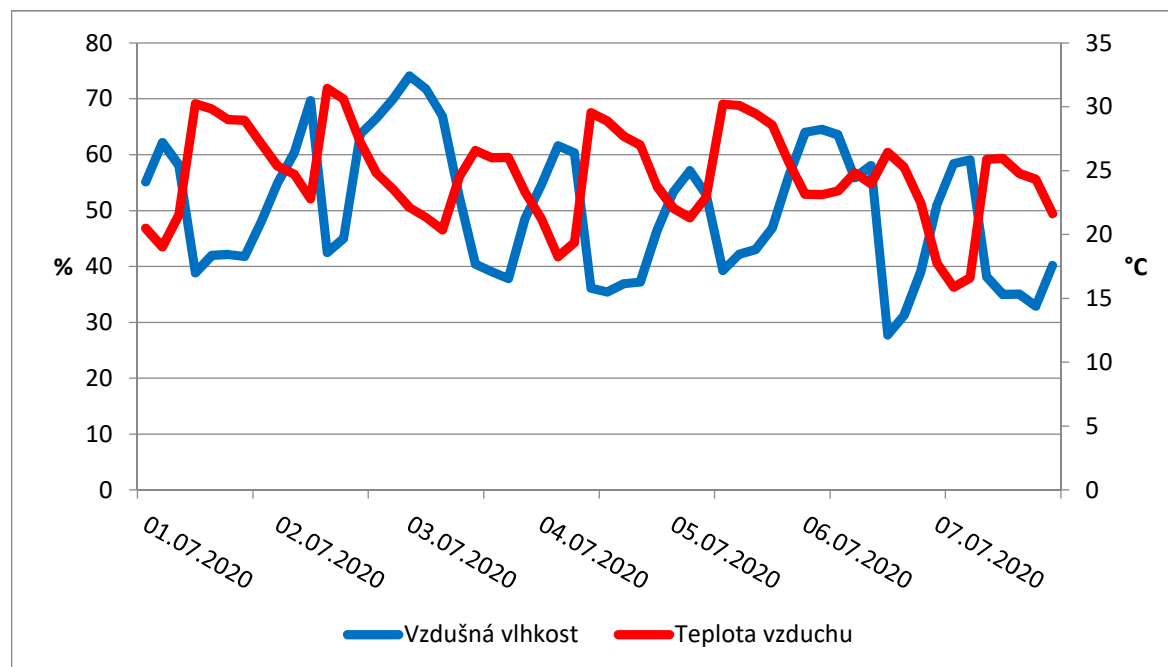
Z grafu č. 1 je patrné, že ideální podmínky pro rozvoj a vegetativní růst mycelia na lokalitě Chmelná panovaly celý sledovaný týden. Ani jeden den vzdušná vlhkost v porostu neklesla v průměru pod 75 %. Teplota v porostu kolísala od 10 do 25 °C a také vytvářela ideální podmínky pro šíření plísně bramborové.

Graf č. 1: Teplota a relativní vzdušná vlhkost Chmelná 2020



Z grafu č. 2 je patrné, že na lokalitě Liběšovice ve sledovaném týdnu byl tlak plísně bramborové nižší. Horší podmínky pro šíření této choroby způsobila hlavně nižší vzdušná vlhkost. Avšak teploty dosahovaly hodnot, které by byly ideální pro šíření choroby, za předpokladu vyšší vzdušné vlhkosti.

Graf č. 2: Teplota a relativní vzdušná vlhkost Liběšovice 2020



Tabulka č. 3: Úhrny srážek ve vegetačním období brambor na pokusné lokalitě Chmelná

Chmelná	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	celkem za období
Úhrn srážek 2019 [mm]	19	82	37	61	59	81	339
Úhrn srážek 2020 [mm]	28	63	142	52	97	10	392

Tabulka č. 4: Úhrny srážek ve vegetačním období brambor na pokusné lokalitě Liběšovice

Liběšovice/Siřem	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	celkem za období
Úhrn srážek 2019 [mm]	32	62	41	22	61	66	284
Úhrn srážek 2020 [mm]	8	38	81	10	77	45	259

## 4.4 Průběh pokusů

### 4.4.1 Použití vybraných přípravků s fungicidním účinkem

Tento poloprovozní pokus zahrnuje 6 variant a každá varianta odpovídá třem řádkům brambor. Každá pokusná varianta má 3 opakování. Izolace mezi jednotlivými variantami byla dva řádky brambor. Sedmá varianta byla kontrolní, to znamená, že zde byl aplikován klasický



fungicidní sled konvenčními registrovanými přípravky na ochranu rostlin. V jednotlivých variantách byly dva vstupy běžného fungicidu nahrazeny aplikací přírodní látky (biologického přípravku) s fungicidním účinkem. Jedná se o přípravky Alginure, Wetcit, tymiánová silice ve dvou koncentracích a chmelový extrakt, rovněž ve dvou koncentracích. Výživa probíhala ve všech variantách stejným způsobem. Dávky přípravků jsou uvedeny v tabulce č. 5 a č. 6.

Tabulka č. 5: Dávkování přípravků a jejich účinné látky v roce 2019 na obou lokalitách

	var	název přípravku	dávka/koncentrace	účinná látka	vody/ha (l)
Chmelná 15. 7. 2019	1	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	300
	2	Wetcit	0,5%	pomerančový olej 4,2%	300
	3	Tymiánová silice	0,25%	tymiánová silice	300
	4	Tymiánová silice	0,125%	tymiánová silice	300
	5	Chmelový extrakt	0,5%	chmelový extrakt	300
	6	Chmelový extrakt	0,25%	chmelový extrakt	300
	7	Revus top	0,6 l/ha	mandipropamid, difenoconazole	300
Liběšovice 28. 6. 2019	1	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	300
	2	Wetcit	0,5%	pomerančový olej 4,2%	300
	3	Tymiánová silice	0,25%	tymiánová silice	300
	4	Tymiánová silice	0,125%	tymiánová silice	300
	5	Chmelový extrakt	0,5%	chmelový extrakt	300
	6	Chmelový extrakt	0,25%	chmelový extrakt	300
	7	Flowbrix	2,5 l/ha	oxichlorid mědi	300
Chmelná 21. 8. 2019	1	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	300
	2	Wetcit	0,5%	pomerančový olej 4,2%	300
	3	Tymiánová silice	0,25%	tymiánová silice	300
	4	Tymiánová silice	0,125%	tymiánová silice	300
	5	Chmelový extrakt	0,5%	chmelový extrakt	300
	6	Chmelový extrakt	0,25%	chmelový extrakt	300
	7	Infinito SC	1,5 l/ha	fluopikolid, propamocarb-hydrochlorid	300
Liběšovice 7. 8. 2019	1	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	300
	2	Wetcit	0,5%	pomerančový olej 4,2%	300
	3	Tymiánová silice	0,25%	tymiánová silice	300
	4	Tymiánová silice	0,125%	tymiánová silice	300
	5	Chmelový extrakt	0,5%	chmelový extrakt	300
	6	Chmelový extrakt	0,25%	chmelový extrakt	300
	7	Defender Dry	2,0 kg/ha	hydroxid měďnatý	300

Tabulka 6: Dávkování přípravků a jejich účinné látky v roce 2020 na obou lokalitách

	var	název přípravku	dávka/koncentrace	účinná látka	vody/ha (l)
Chmelná 24. 6. 2020	1	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	300
	2	Wetcit	0,5%	pomerančový olej 4,2%	300
	3	Tymiánová silice	0,25%	tymiánová silice	300
	4	Tymiánová silice	0,125%	tymiánová silice	300
	5	Chmelový extrakt	0,5%	chmelový extrakt	300
	6	Chmelový extrakt	0,25%	chmelový extrakt	300
	7	Revus top	0,6 l/ha	mandipropamid, difenoconazole	300
Liběšovice 17. 6. 2020	1	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	300
	2	Wetcit	0,5%	pomerančový olej 4,2%	300
	3	Tymiánová silice	0,25%	tymiánová silice	300
	4	Tymiánová silice	0,125%	tymiánová silice	300
	5	Chmelový extrakt	0,5%	chmelový extrakt	300
	6	Chmelový extrakt	0,25%	chmelový extrakt	300
	7	Moximate 725 WG	2,5 kg/ha	mancozeb, cymoxanil	300
Chmelná 8. 7. 2020	1	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	300
	2	Wetcit	0,5%	pomerančový olej 4,2%	300
	3	Tymiánová silice	0,25%	tymiánová silice	300
	4	Tymiánová silice	0,125%	tymiánová silice	300
	5	Chmelový extrakt	0,5%	chmelový extrakt	300
	6	Chmelový extrakt	0,25%	chmelový extrakt	300
	7	Vendetta	0,5 l/ha	fluazim, azoxystrobin	300
Liběšovice 17. 6. 2020	1	Alginure	1%	výtažek z mořských řas 24%	300
	2	Wetcit	0,5%	pomerančový olej 4,2%	300
	3	Tymiánová silice	0,25%	tymiánová silice	300
	4	Tymiánová silice	0,125%	tymiánová silice	300
	5	Chmelový extrakt	0,5%	chmelový extrakt	300
	6	Chmelový extrakt	0,25%	chmelový extrakt	300
	7	Defender Dry	2,0 kg/ha	hydroxid měďnatý	300



Obrázek č. 3: Aplikace pokusných variant v lokalitě Chmelná 24. 6. 2020 (autor: Pavel Procházka)



#### 4.4.2 Charakteristika přípravků

Alginure je biologický přípravek, který obsahuje výtažky z mořských řas a rostlinné aminokyseliny. U rostlin stimuluje odolnost proti napadení houbovými chorobami. Po aplikaci dochází u rostlin k navýšení látek, které omezují patogen a zvyšují obranšopnost rostlin, jsou to například fytoalexiny, PR-proteiny a další látky. Přípravek účinkuje preventivně a je bez přímého vlivu na škodlivý organismus (Řehoř et al. 2018).

Wetcit je pomocný přípravek, skládající se z přírodních terpenů pomerančovníku. Terpeny přírodního původu mají mimo jiné vedlejší účinky na regulaci chorob a škůdců rostlin (Řehoř et al. 2018).

Tymiánovou silici tvoří hlavních 15 složek, které tvoří 99,91 % silice. Nejvíce obsažená složka silice je thymol (47,59 %) a jeho biogenetický předchůdce označovaný jako gama terpen (30,2 %). P-cymen je třetí nejhojnější zastoupenou složkou v silici (8,5 %). Dále tato silice obsahuje látky jako je carvacrol, linalol, karyophylen a carene. Obsah dílčích složek silice se liší v závislosti na vnějších podmínkách (Boruga et al. 2014; Vostřel et al. 2018)

Chmelový extrakt obsahuje frakce alfa hořkých kyselin, beta hořkých kyselin a esenciálních olejů (silic), které se používají při výrobě piva. Mají za cíl dodat pivu jedinečnou a specifickou chmelovou chuť a aroma. Chmelový extrakt obsahuje 26 % alfa hořkých

kyselin. Poměr a složení jednotlivých složek extraktu je odrůdově specifické (Vostřel et al. 2018).

#### 4.4.3 Aplikace

Aplikace jednotlivých variant proběhla elektrickým zádovým postřikovačem Volpi. Aplikální tlak byl 0,1 MPa, dávka vody 300 l/ha, šířka záběru 1,5 m, průtok postřikovým rámem 1,3 l/min a použitý typ trysek F02 110. Mezi první a druhou aplikací pokusných přípravků byl použit běžný fungicidní přípravek, který byl zároveň použit i na běžné provozní ploše. Aplikace ve všech případech probíhala za příznivých podmínek pro aplikaci přípravků na ochranu rostlin. Podrobný záznam o aplikaci zachycuje tabulka č. 6.

Tabulka č. 7: Záznamy o aplikacích

lokalita	pořadí aplikace	datum aplikace	čas aplikace	teplota vzduchu (°C)	oblačnost (%)	relativní vlhkost vzduchu (%)	vlhkost povrchu půdy	rychlost větru (m/s)	směr větru	děšť při aplikaci	rosa
Chmelná	T1	15.07.2019	14:00	21,5	30	38,8	suchá	0,8	Z	NE	NE
Chmelná	T2	21.08.2019	16.00	21,5	45	54,5	vlhká	0,4	Z	NE	NE
Liběšovice	T1	28.06.2019	7:00	21,4	0	51,5	suchá	0,4	S	NE	NE
Liběšovice	T2	07.08.2019	6:30	14,5	50	53,4	vlhká	0		NE	NE
Chmelná	T1	24.06.2020	8:00	14,8	25	45,5	suchá	0,2	Z	NE	NE
Chmelná	T2	08.07.2020	7:00	15,5	15	75,5	vlhká	0,4	JZ	NE	ANO
Liběšovice	T1	17.06.2020	8:00	17,6	25	64,5	suchá	0		NE	NE
Liběšovice	T2	10.08.2020	9:00	20,7	50	87,6	suchá	0		NE	NE

Aplikace probíhala postřikem na prost, a to ve směru podél parcel. Aplikace probíhaly v pořadí ošetření variant 2, 3, 4, 5, 6, 7, 1. Aplikace pokusných variant byla vždy provedena personálem způsobilým k aplikaci přípravků na ochranu rostlin.

#### 4.5 Sledované parametry

- Relativní obsah chlorofylu v listech vždy 1. a 2. týdny po aplikaci
- Zdravotní stav, respektive poškození rostlin plísní bramborovou
- Výnos hlíz (t/ha), výnos konzumních hlíz (t/ha)
- Výnosotvorné ukazatele

#### 4.6 Hodnocení sledovaných parametrů

Statistické vyhodnocení výsledků proběhlo v softwaru programu IBM SPSS Statistics 26. Hladina významnosti pro účely statistických výpočtů byla stanovena na 5 % ( $P \leq 0,05$ ). K prozkoumání výsledků byl využit parametrický test ANOVA, který předpokládá homogenitu rozptylů. Homogenita rozptylů byla zjištěna pomocí Leuvenova testu. V případě,



kdy byla nulová hypotéza zamítnuta, byla využita post-hoc metoda Tukeyův HSD test, která zjistila, jaké varianty se od sebe odlišují. U nehomogenních rozptylů byl použit Kruskal-Wallisův neparametrický test.

#### 4.6.1 Relativní obsah chlorofylu

Relativní obsah chlorofylu byl sledován vždy jeden a dva týdny po aplikaci na obou lokalitách. Měření bylo prováděno pomocí Yara N testeru a hodnoty následně přepočítány na relativní obsah chlorofylu ve vztahu ke kontrolní variantě, tedy konvenční variantě.

*Obrázek č. 4: Měření obsahu chlorofylu pomocí Yara N testru dne 8. 7. 2020 na lokalitě Chmelná (autor: Pavel Procházka)*



#### 4.6.2 Hodnocení zdravotního stavu porostů po aplikaci

Hodnocení zdravotního stavu porostů u jednotlivých variant probíhalo vždy pět dní po aplikaci. Hodnotilo se poškození rostlin plísní bramborovou. Stupnice hodnocení je uvedena v tabulce č. 7.

Tabulka č. 8: Stupnice hodnocení zdravotního stavu porostů

100%	žádné
97%	mírné skvrny na listech
95%	5% listů napadeno
90%	5 – 15% listů napadeno, výskyt plísně na stoncích
60%	15 – 25% listů napadeno, výskyt plísně na stoncích
50%	25 – 50% listů napadeno, poškozené celé části rostlin
10%	50 -90 % list napadeno, výrazně napadené celé rostliny
0%	Rostliny zcela napadené, odumírají

#### 4.6.3 Výnos hlíz

Sklizeň pokusu v Liběšovicích proběhla 7. 9. 2019. Následně 21. 9. 2019 došlo ke sklizni pokusu na lokalitě Chmelná. V roce 2020 proběhla sklizeň v Liběšovicích 14. 9. a ve Chmelné 4.10. Jednotlivé parcely byly sklizeny a zváženy po jednotlivých opakováních a variantách. Z každé pokusné parcely bylo při sklizni odebráno 5 trsů a ty byly následně rozebrány dle velikostního třídění na konzumní hlízy a ostatní hlízy (třídění na sítu kalibr 35 x 35 mm). K výpočtu hektarového výnosu byl použit spon sázení 75 × 30 cm.



Obrázek č. 5: Sklizeň pokusů na lokalitě Chmelná v roce 2020 (autor: Jiří Holejšovský)



Obrázek č. 6: Rozbor trsů z jednotlivých variant na lokalitě Chmelná v roce 2020 (autor: Pavel Procházka)





Obrázek č. 7: Rozbor trsů z jednotlivých variant na lokalitě Liběšovice v roce 2019 (autor: Pavel Procházka)



#### 4.6.4 Výnosotvorné ukazatele

Mezi hodnocené výnosotvorné ukazatele byl zařazen počet hlíz pod jedním trsem, počet konzumních hlíz pod jedním trsem, průměrná hmotnost jedné hlízy a průměrná hmotnost jedné konzumní hlízy. Vyhodnocení těchto ukazatelů proběhlo neprodleně po sklizni.

Jednotlivé varianty byly rozebrány dle velikostního třídění na konzumní hlízy a ostatní hlízy. Byly tříděné na sítu o rozměrech 35 x 35 mm (pod 35 mm ostatní, nad 35 mm konzum). Dále byly hlízy jednotlivých kategorií sečteny a došlo k dopočítání průměrných hmotností hlíz.

## 5 Výsledky

### 5.1 Relativní obsah chlorofylu v listech

Relativní obsah chlorofylu v listech, který zobrazuje graf č. 3, byl měřen vždy v prvním a v druhém týdnu po aplikaci jednotlivých přípravků.

Z grafu č. 3 je zřejmé, že v průměru za rok 2019 a 2020 na obou lokalitách bylo zjištěno zvýšení obsahu chlorofylu v listech. Oproti varinatě s konvenčními fungicidy byl naměřen vyšší obsah chlorofylu téměř u všech variant. Nejvýraznější rozdíl v obsahu chlorofylu v listech byl sledován první týden po první aplikaci, to platilo u všech variant kromě varianty Alginure. Tato varianta měla nejvyšší obsah chlorofylu až 2. týden po 2. aplikaci.

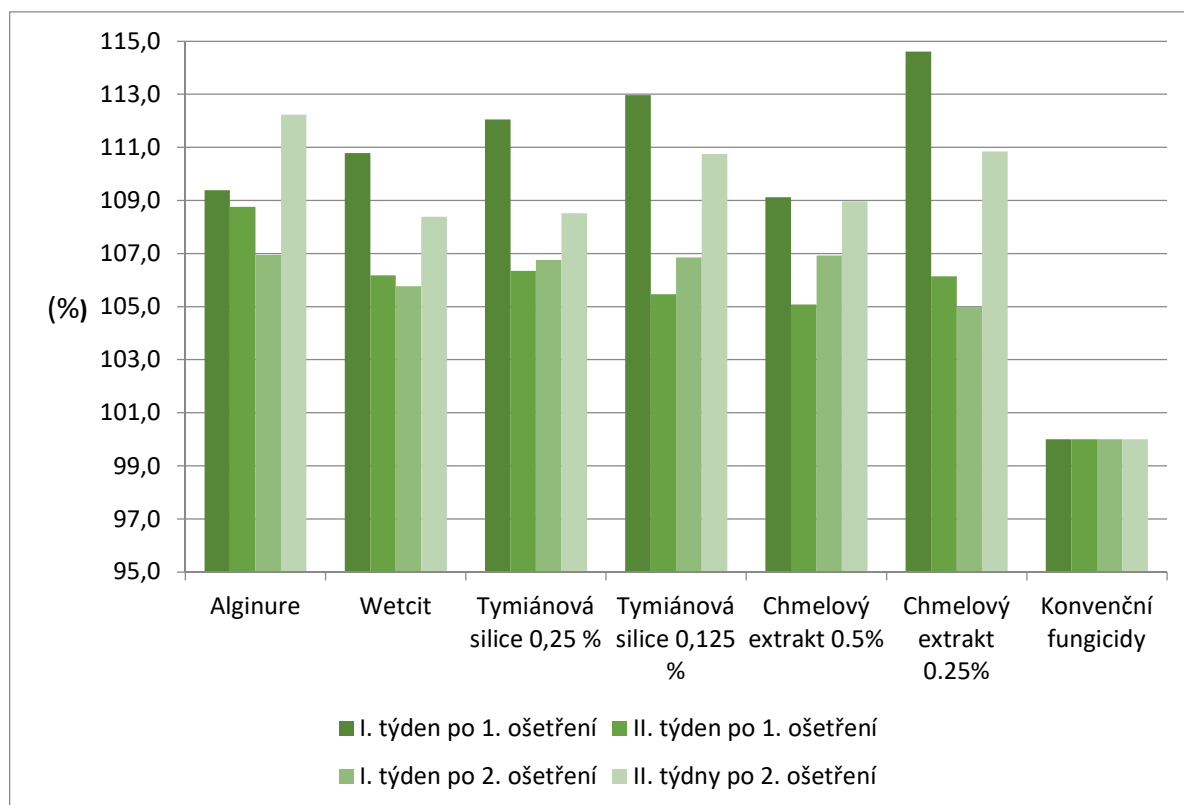
Obsah chlorofylu se u variant s přírodními látkami v průměru navýšil o 8,5 % oproti variantě s konvenčními fungicidy. Nejvyšší průměrný nárůst obsahu chlorofylu byl u varianty Alginure (nárůst o 9,3 %). Naopak nejnižší nárůst obsahu chlorofylu byl u varianty chmelový extrakt 0,5 % (nárůst o 7,5 %).

U všech zkoušených variant byl po první aplikaci přípravků naměřen vyšší obsah chlorofylu v listech první týden po aplikaci. V průměru o 11,5 % více proti kontrole. Druhý týden po první aplikaci byl obsah chlorofylu v průměru vyšší pouze o 6,3 % oproti variantě s konvenčními fungicidy. Výsledky získané z měření první týden po prvním ošetření jsou statisticky průkazné oproti konvenční varinatě.

Po druhém ošetření byl tento trend opačný. U všech variant byl naměřen vyšší obsah chlorofylu v listech až druhý týden po aplikaci přípravků. První týden po druhé aplikaci byl v průměru navýšen o 6,4 %. Druhý týden po druhé aplikaci byl obsah chlorofylu v listech v průměru vyšší 9,9 %. Tyto výsledky ale nejsou statisticky průkazné.

Při porovnání silnější a slabší koncentrace tymiánové silice a chmelového extraktu lze sledovat stejný vliv na obsah chlorofylu. Po prvním ošetření byl vyšší obsah chlorofylu naměřen vždy první týden po aplikaci oproti měření ve druhém týdnu po první aplikaci u všech variant. Opačný trend se ale projevil při druhém ošetření. Nižší obsah chlorofylu byl naměřen první týden po druhém ošetření. Vyšší hodnoty chlorofylu byly zjištěny po druhém ošetření až druhý týden.

Graf č. 3 - Relativní obsah chlorofylu (průměr obou lokalit a ročníků)



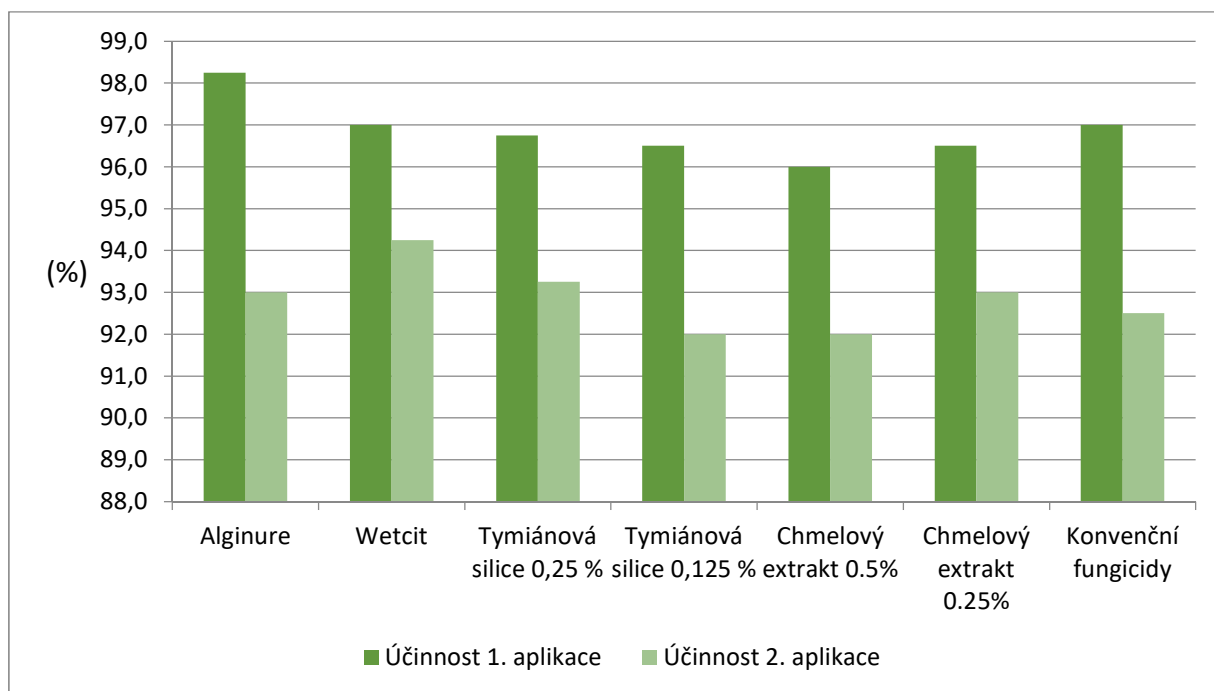
## 5.2 Zdravotní stav

Zdravotní stav reflektuje míru poškození rostlin plísní bramborovou a celkový zdravotní stav porostu během vegetace.

Z grafu č. 4 je patrné, že účinnost jednotlivých variant ošetření byla poměrně vysoká. Vyšší účinnost vykazovala první aplikace. Účinnost zkoušených přírodních látek se zde pohybovala od 96 do 98,3 %. Konvenční přípravky měly účinnost 97 %. Nižší účinnost měla druhá aplikace zkoušených látek. Pohybovala se od 92 do 94,3 %. Při hodnocení celkové účinnosti měla nejvyšší účinnost v obou termínech aplikace varianta Alginure a Wetcit. Průměrná účinnost první aplikace byla 96,9 % a druhé aplikace 92,9 %. Pomocí statistického hodnocení bylo zjištěno, že rozdíly nejsou statisticky významné a můžeme je tedy považovat za stejné.



Graf č. 4: Účinnost jednotlivých variant ošetření (průměr obou lokalit a ročníků)

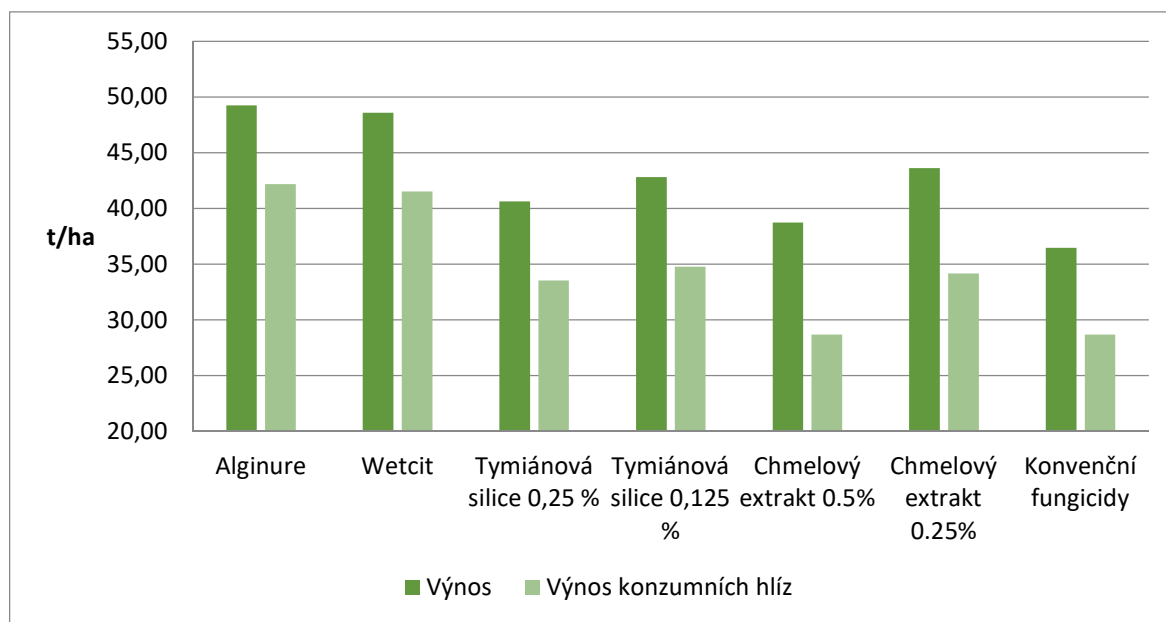


### 5.3 Výnos hlíz a výnos konzumních hlíz (t/ha)

Graf č. 5 zobrazuje celkový výnos hlíz a konzumních hlíz. Celkový výnos hlíz se pohyboval od 36,40 do 49,25 t/ha (bez statisticky průkazného rozdílu). Nejlepšího výnosu dosáhla varianta Alginure, nejnižší výnos poskytla varianta s konvenčními fungicidy. Při porovnání jednotlivých koncentrací tymiánové silice zjistíme, že vyšší výnos poskytla varianta tymiánová silice 0,125 %. Rozdíl ve výnosu byl 2,2 t/ha ve prospěch méně koncentrované silice. Stejný trend lze pozorovat i u chmelového extraktu. Varianta chmelový extrakt 0,25 % má vyšší výnos o 4,9 t/ha proti variantě chmelového extraktu 0,5 %. Rozdíly ve výnosu mezi jednotlivými variantami ovšem nebyly statisticky významné.

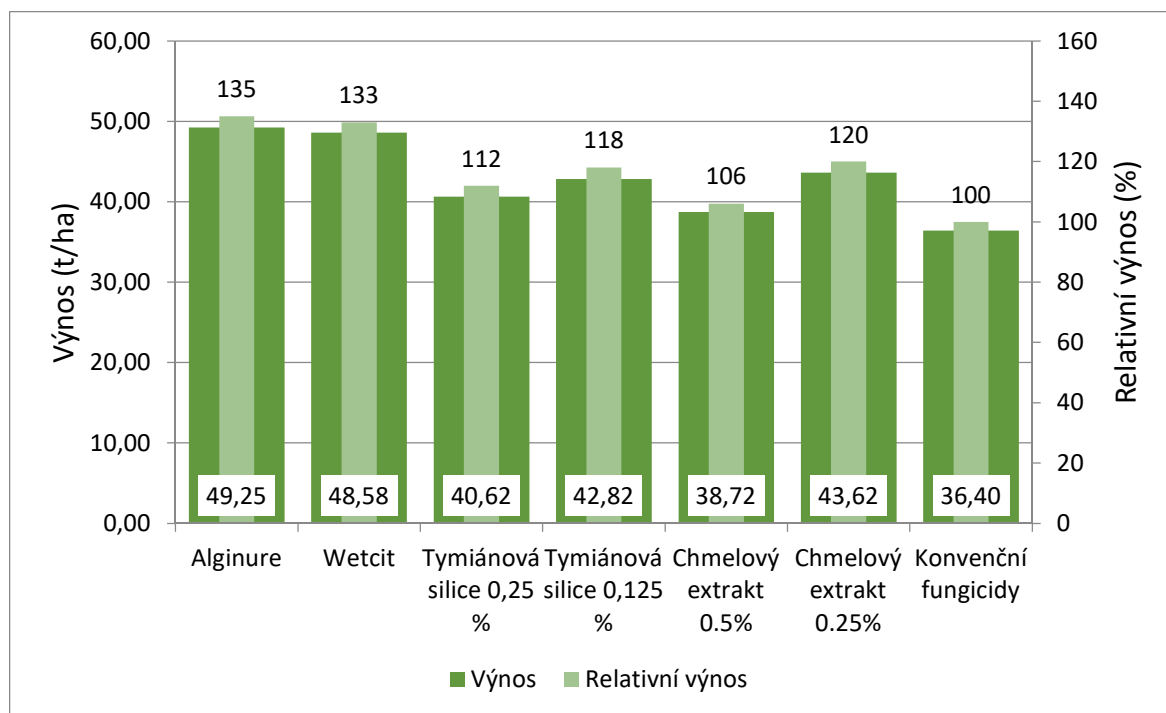
Výnos konzumních hlíz byl nejvyšší u varianty Alginure, kde bylo dosaženo výnosu 42,17 t/ha. Nejnižší výnos poskytla varianta chmelový extrakt 0,5 % a varianta s konvenčními fungicidy. Tyto varianty dosáhly výnosu konzumních hlíz 28,69 t/ha. Při porovnání koncentrací chmelového extraktu a tymiánové silice bylo opět zjištěno, že vyšší výnos poskytly varianty s nižší koncentrací těchto látek. Stejně jako u předešlého parametru nebyla potvrzena statisticky průkazná významnost mezi variantami.

Graf č. 5: Výnos hlíz (t/ha) a výnos konzumních hlíz (t/ha), (průměr obou lokalit a ročníků)



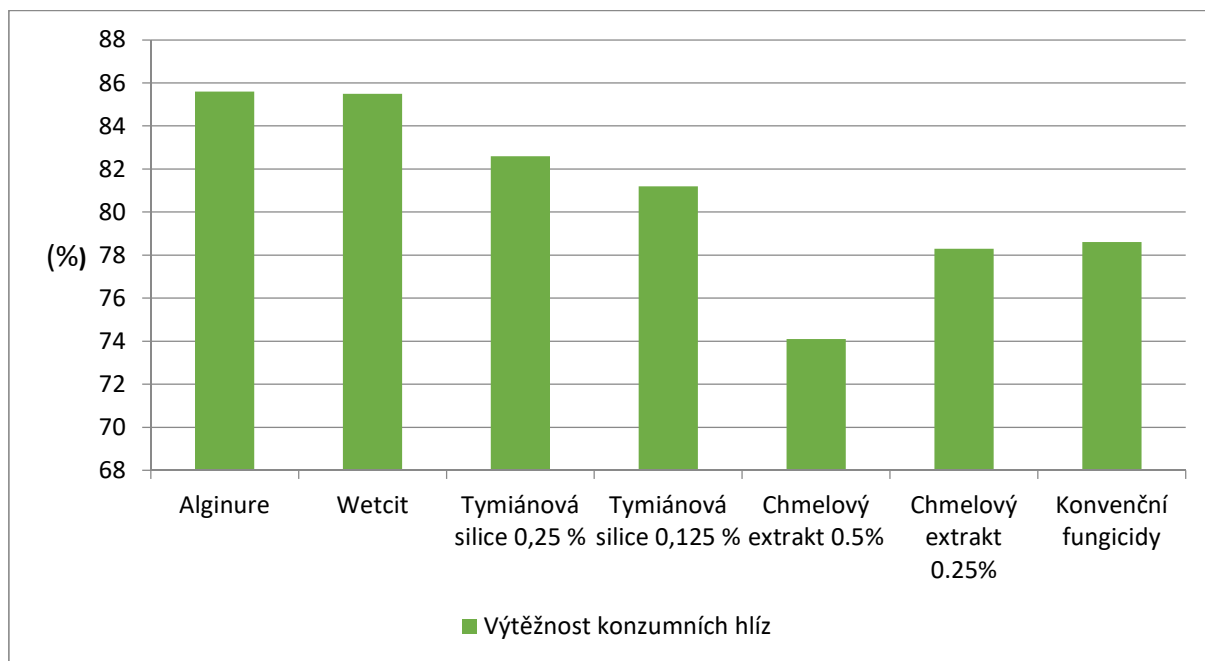
Graf č. 6 zobrazuje výnos hlíz a relativní výnos hlíz. U všech variant došlo k navýšení výnosu oproti variantě s běžně používanými konvenčními fungicidy. Tento nárůst byl 6 až 35 %. Méně koncentrované varianty tymiánové silice a chmelového extraktu měly vyšší výnos o 6 a 14 % při porovnání s variantami v silnější koncentraci. Ošetření přírodními látkami v průměru zvedlo výnos o 20,6 %, tedy o 5,13 t/ha. Rozdíly mezi výnosy jednotlivých variant nebyly statisticky průkazné.

Graf č. 6: Výnos hlíz (t/ha) a relativní výnos (%), (průměr obou lokalit a ročníků)



Graf č. 7 zobrazuje výtěžnost konzumních hlíz. Všechny varianty, kromě obou koncentrací chmelového extraktu, mají vyšší výtěžnost konzumních hlíz proti kontrole s konvenčními fungicidy. Nejlepší výtěžnost měla varianta Alginure a jen o desetinu horší varianta Wetcit. Varianty s tymiánovou silicí dosáhly průměrných výtěžností. Nepatrně horší (o 0,3 %) než kontrola byla varianta chmelový extrakt 0,25 %. Nejnižší výtěžnost měla varianta chmelový extrakt 0,5 %. Rozdíly ve výtěžnosti konzumních hlíz mezi jednotlivými variantami nebyly opět statisticky významné.

Graf č. 7: Výtěžnost konzumních hlíz (%), (průměr obou lokalit a ročníků)



## 5.4 Výnosotvorné ukazatele

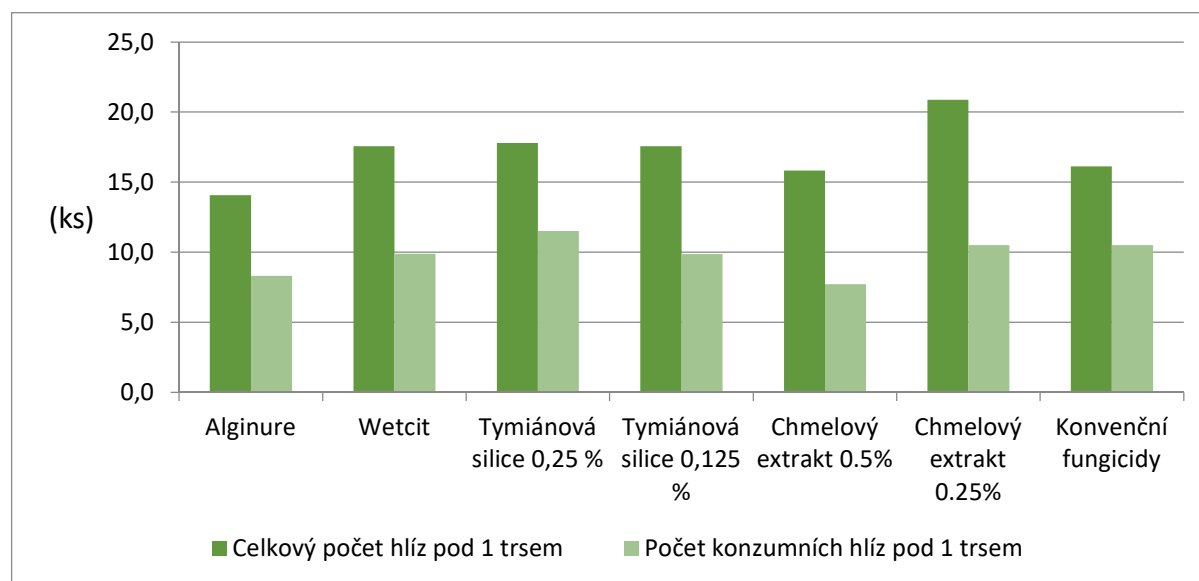
### 5.4.1 Počet hlíz pod trsem

Graf č. 8 zobrazuje počet hlíz pod trsem a počet konzumních hlíz pod trsem. Hodnoty v grafu jsou značně rozkolísané. Statistická významnost ani u těchto parametrů nebyla zjištěna.

Počet hlíz pod trsem se pohyboval od 14,1 po 20,9 ks/trs. V průměru pod 1 trsem bylo 17,1 ks hlíz. Nejvíce hlíz pod 1 trsem bylo u varianty chmelový extrakt 0,25 %, naopak nejméně u varianty Alginure. Varianta s konvenčními fungicidy dosáhla s 16,1 ks/trs téměř průměrného počtu hlíz pod trsem.

Počet konzumních hlíz se pohyboval od 7,7 do 11,5 ks. V průměru bylo pod 1 trsem 9,8 hlíz. Největší rozdíl v počtu všech a konzumních hlíz byl mezi variantou chmelový extrakt 0,25 %. Nejmenší rozdíl byl zjištěn u varianty s konvenčními fungicidy. Rozdíly v jednotlivých variantách nebyly statisticky významné a můžeme je tedy považovat za stejné.

Graf č. 8: Celkový počet hlíz pod trsem a počet konzumních hlíz pod trsem (ks), (průměr obou lokalit a ročníků)



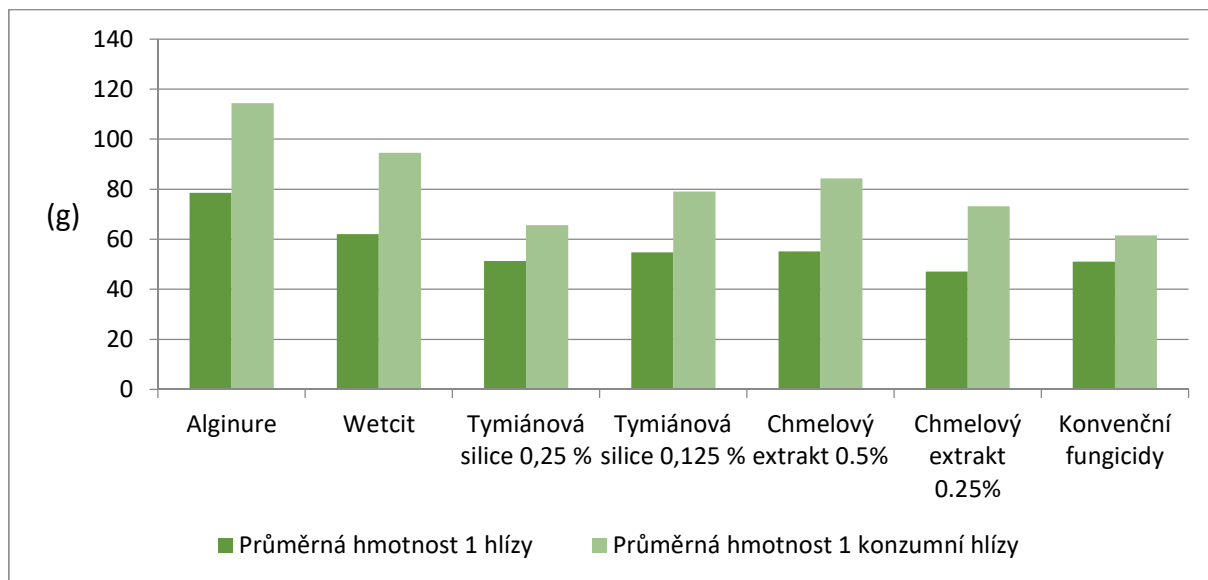
#### 5.4.2 Průměrná hmotnost 1 hlízy

Graf č. 9 zobrazuje průměrnou hmotost 1 hlízy a průměrnou hmotnost 1 konzumní hlízy. Hodnoty v grafu jsou poměrně rozkolísané (nebyla zde zjištěna statisticky významné rozdíly).

Průměrná hmotnost 1 hlízy se pohybovala od 47,1 do 78,6 g/ks. V průměru byly největší hlízy zjištěny u varianty Alginure, nejmenší u varianty chmelový extrakt 0,25 %. Průměrná hmotnost 1 hlízy ze všech variant byla 57,1 g/ks.

Průměrná hmotnost jedné konzumní hlízy se pohybovala od 61,5 do 114,3 g/ks. Nejvyšší průměrné hmotnosti dosáhla varianta Alginure, naopak nejnižší hmotnosti varianta ošetřena konvenčními fungicidy. Průměrná hmotnost 1 konzumní hlízy ze všech variant byla 81,8 g/ks.

Graf č. 9: Průměrná hmotnost 1 hlízy a průměrná hmotnost 1 konzumní hlízy (g), (průměr obou lokalit a ročníků)



## 5.5 Souhrnné statistické hodnocení

Hladina významnosti pro účely statistických výpočtů byla stanovena na 5 % ( $P \leq 0,05$ ). K prozkoumání výsledků byl využit parametrický test ANOVA, který předpokládá homogenitu rozptylů. Homogenita rozptylů byla zjištěna pomocí Leuvenova testu. V případě, kdy byla nulová hypotéza zamítnuta, byla využita post-hoc metoda Tukeyův HSD test, která zjistila, jaké varianty se od sebe odlišují. U nehomogenních rozptylů byl použit Kruskal-Wallisův neparametrický test.

Pokud je homogenita větší než 0,05, nezamítáme nulovou hypotézu a pro další výpočet použijeme ANOVA. P – hodnota nám udává, jestli je u sledovaného prvku statisticky průkazná významnost.

Tabulka 9: Statistické ukazatele, které byly využity při výpočtech.

Parametr	Homogenita	Zvolený test	P – hodnota	Statisticky průkazná významnost
Relativní obsah chlorofylu 1. týden po 1. aplikaci (%)	0,01	Kruskalův – Wallisův test	0,039	ANO
Relativní obsah chlorofylu 2. týden po 1. Aplikaci (%)	0,021	Kruskalův – Wallisův test	0,1333	NE
Relativní obsah chlorofylu 1. týden po 2. Aplikaci (%)	0,045	Kruskalův – Wallisův test	0,314	NE
Relativní obsah chlorofylu 2. týden po 2. Aplikaci (%)	0,08	ANOVA	0,712	NE
Účinnost 1. Aplikace (%)	0,286	ANOVA	0,144	NE
Účinnost 2. Aplikace (%)	0,292	ANOVA	0,932	NE
Výnos hlíz (t/ha)	0,03	Kruskalův – Wallisův test	0,894	NE
Výnos konzumních hlíz (t/ha)	0,025	Kruskalův – Wallisův test	0,779	NE
Počet hlíz pod trsem (ks)	0,3	ANOVA	0,66	NE
Počet konzumních hlíz pod trsem (ks)	0,66	ANOVA	0,493	NE
Průměrná hmotnost 1 hlízy (g)	0,367	ANOVA	0,225	NE
Průměrná hmotnost 1 konzumní hlízy (g)	0,26	ANOVA	0,718	NE
Výtěžnost konzumních hlíz (%)	0,248	ANOVA	0,135	NE

## 6 Diskuze

Tato kapitola rekapituluje poznatky z průběhu pokusu a jeho výsledky. Ty jsou porovnávány s dříve publikovanou odbornou literaturou a vědeckým poznáním.

Práce vychází z dvouletého pokusu, který probíhal na dvou lokalitách. V pokusech byl zkoušený přípravek Alginure (obsahuje výtažky z mořských řas), přípravek Wetcit (obsahuje terpeny pomerančovníků), chmelový extrakt ve dvou koncentracích (0,5%, 0,25%) a tymiánové silice také ve dvou koncentracích (0,25%, 0,125%). V dnešní době máme přísná legislativní opatření ohledně chemických pesticidů, navíc můžeme pozorovat společenský a politický tlak na omezení používání určitých látek. Biologická ochrana se ukazuje jako ideální alternativní metoda pro ochranu rostlin a nahrazení chybějících účinných látek (Bleša, 2019). Biologické pesticidy jsou obecně považovány za méně účinné oproti chemickým pesticidům, ale nejsou takovou zátěží pro životní prostředí (Probasco et al. 2012).

Z výsledků práce je zřejmé, že všechny zkoušené varianty měly po aplikaci přírodních látek proti kontrole vyšší obsah chlorofylu v listech. Nejvyšší zvýšení obsahu chlorofylu byl kromě varianty Alginure naměřen první týden po první aplikaci. U varianty Alginure byl obsah chlorofylu v listech nejvyšší druhý týden po druhé aplikaci. To se shoduje s výsledky Procházky et al. (2019), který uvádí, že po aplikaci přípravků Alginure došlo k poměrně vysokému nárůstu obsahu chlorofylu v listech. Statisticky významné zvýšení chlorofylu bylo zjištěno pouze první týden po první aplikaci proti kontrole s konvečními fungicidy.

Při porovnání reativního obsahu chlorofylu v listech mezi jednotlivými týdny, kdy bylo provedeno měření (1. a 2. týden po 1. a 2. aplikaci), můžeme konstatovat, že obsah chlorofylu byl poměrně vyrovnaný. Pouze při měření první týden po první aplikaci byly zjištěny výraznější rozdíly v hodnotách obsahu chlorofylu. To se shoduje i s výsledky Procházky et al. (2021), který uvádí, že v prvním týdnu po první aplikaci zaznamenaly vyšší relativní obsah chlorofylu všechny pokusné varianty v revových i pazochových listech chmele proti kontrole s konvečními fungicidy. Dále Procházka et al. (2021) uvádí, že správně použité přírodní látky k ochraně rostlin nezatěžují listový aparát tolik, jako konveční fungicidy a tím nedochází k tak velkému stresu pro rostliny.

Je potřeba počítat i s vlivem prostředí, meteorologických podmínek stanoviště a konkrétního ročníků. Mimo to nám může obsah chlorofylu ovlivnit především dostupnost dusíku pro rostlinu, ale i vyváženost hnojení ostatními živinami. Obsah chlorofylu v listech můžeme považovat za jeden z ukazatelů zdravotního stavu, mimojiné může také reflektovat působení biotických a abiotických stresů.

Aplikace extraktů z řas může pomoci omezit šíření nemocí u některých plodin a vytvořit tak účinnou alternativu k chemickému ošetření při ochraně plodin. Mořské řasy mohou působit na rostliny například jako biostimulanty nebo stimulanty obranných mechanismů (Righini et al. 2018). Stejně účinky mořských řas potvrdil i Khan et al. (2009), který uvádí, že mořské řasy obsahují fytohormony, některé obsahují například auxiny, nebo betain, který může mít pozitivní vliv na množství chlorofylu v listech.

V našich pokusech se prokázala poměrně vysoká účinnost zkoušených přírodních látek. Vyšší účinnosti dosahovalo první ošetření, konkrétně se účinnost pohybovala od 96 do 98,3

%. Konveční přípravky měli účinnost 97 %. Nižší účinnosti dosahovalo druhé ošetření přírodními látkami (92 – 94,3 %). Rozdíly v účinnosti nebyly statisticky prokázány.

Nejlepší účinnost po prvním ošetření měl přípravek Alginure (98,3 %). Toto tvrzení potvrzuje i Řehoř et al. (2018), který uvádí, že přípravek sice působí preventivně, bez přímého vlivu na škodlivý organismus, ale v rostlině zvedá obsah fytoalexinů, PR-proteinů a dalších látek, které zvyšují obranyschopnost rostliny. Po druhém ošetření měl nejlepší účinek přípravek Wetcit. Podobný vliv na škodlivý organismus publikoval i Vostřel et al. (2018), který uvádí, že pomerančový olej má nesporný vliv na omezení výskytu chorob a škůdců u rostlin. Mimo jiné toto tvrzení potvrzuje i Moumene et al. (2015), uvádí, že terpeny z plodů citrusů lze využít při biologické ochraně jako alternativa k používání chemických fungicidů proti *Phytophthora infestans*. Účinky jednotlivých esenciálních olejů z různých druhů citrusů (*Citrus sinensis*, *Citrus bergamia*, *Citrus limon*) v in vitro prostředí se liší inhibičními účinky na sporulaci a růst mycelia na izolátu, nejlépe ale v testech in vitro a in vivo účinkoval esenciální olej *Citrus bergamia* (Bergamotový pomeranč).

Silnější koncentrace tymiánové silice poskytla lepší účinnost ošetření po první i druhé aplikaci. Slabší koncentrace této silice měla nižší účinnost po první i druhé aplikaci. Celková účinnost této silice byla průměrná. Opačná situace je patrná u chmelového extraktu. Extrakt vykazoval lepší účinnost po ošetření slabší koncentrací.

Soylu et al. (2006) uvádí, že éterické oleje získané z nadzemní části tymiánu mají dobrý antifungální účinek. Bylo zjištěno, že tyto éterické oleje inhibují růst *Phytophthora infestans*. Podobné tvrzení publikoval i Kordali et al. (2008), který tvrdí, že karvakrol a thymol měl dobré výsledky v antifungálních testech, kde jejich účinky byly ještě lepší než účinky konvenčních fungicidů. Naše výsledky reflektující zdravotní stav se také shodují s tvrzením Soyly et al. (2006), který uvádí, že účinnost je závislá na dávce. To tedy potvrzuje námi získané výsledky u variant s tymiánovou silicí. Tedy, že silnější koncentrace obsahující vyšší podíl silic tymiánu má pozitivní vliv na zdravotní stav rostliny. Při sledování výnosu v našem pokusu ale zjistíme, že vyšší dávka silice neměla tento efekt na výnos hlíz. Lepšího výnosu dosáhla varianta se slabší koncentrací tymiánové silice. Dobrá účinnost se projevila i u variant s chmelovým extraktem, je téměř srovnatelná s konvenčními fungicidy.

Přípravky z chmelových hlávek mají široký záběr biologických aktivit včetně antifungálních vlastností (Bartmanska et al. 2018). Dobré účinky chmelového extraktu proti plísňovým chorobám potvrzuje například i Niknejad et al. (2014), nebo Karabín et al. (2016), který mimo jiné uvádí, že chmelový olej a pryskyřice obsahující alfa-hořké kyseliny mají dobrý antibakteriální a protiplísňový efekt. Bi et al. (2012) publikoval informace o účinném použití thymolu v polních podmínkách, tato látka výrazně snížila napadení rostlin plísní paprikovou.

Celkový výnos hlíz se pohyboval od 36,40 do 49,25 t/ha. Nejlepšího výnosu dosáhla varianta s přípravkem Alginure. Proti kontrole došlo k nárůstu výnosu o 35 %. Tato varianta dosáhla i nejlepšího výnosu konzumních hlíz. Nárůst výnosu se u všech variant pohyboval od 6 do 35 % proti variantě s konvečními fungicidy. Nárůst výnosu brambor po aplikaci esenciálního oleje thymiánu potvrdil ve své práci i El-Mougy (2009), uvádí, že v laboratorních i polních podmínkách dochází k nárůstu výnosu hlíz.



Při porovnání jednotlivých koncentrací tymiánové silice a chmelového extraktu zjistíme, že lepšího výnosu bylo dosaženo v obou případech u variant s nižší koncentrací. El-Mougy (2009) uvádí, že tymiánový olej se v pokusech ukázal jako mimořádně účinný přípravek s antifungálními vlastnostmi a kontaktní fungicid, který působí proti řadě ekonomicky významných chorob.

Pozitivní vliv na výnos publikoval také Monnet (2015), uvádí, že po aplikaci biostimulačního přípravku s obsahem mořských řas došlo ke zvýšení výnosu a kvality hroznů révy vinné. Chmelový extrakt byl také úspěšně použit jako biofungicid proti chorobám vyskytující se na obilninách (Bocquet et al. 2018).

Hausvater et al. (2017) publikoval, že biologická ochrana není účinná proti plísni bramborové. Z toho důvodu je aplikace fungicidů do porostu brambor nepostradatelná. Jako cestu k omezení používání fungicidů za předpokladu jejich nezastupitelnosti je redukce absolutního množství chemických látek aplikovaných na plochu s využitím nových účinných a bezpečných látek v malých dávkách nebo snížit počet aplikací.

Počty hlíz pod trsem jsou značně rozkolísané. Wetcit, obě koncentrace tymiánové silice a slabší koncentrace chmelového extraktu má vyšší průměrný počet hlíz pod trsem proti kontrole s konvečními fungicidy. Vyšší počet konzumních hlíz pod trsem bylo dosaženo pouze u varianty tymiánová silice 0,25 %. Kontrola s konvečními fungicidy dosáhla stejných výsledků jako varianta chmelový extrakt 0,25 %. Všechny ostatní varianty měli nižší počet konzumních hlíz pod trsem. Nebyl zde zjištěn statisticky významný rozdíl. Podobné výsledky prezentuje i Jonáš & Pištěková (2016) uvádí, že rozdíly mezi kontrolou a variantou ošetřenou výtažky z mořských řas nebyly zaznamenány v hodnocených parametrech zásadní rozdíly. Tento ukazatel je spíše ovlivněn odrudou brambor a povětrnostními podmínkami na sledovaném stanovišti.

Hodnoty průměrné hmotnosti jedné hlízy a průměrná hmotnost jedné konzumní hlízy jsou do značné míry rozkolísané. Nejvyšších výsledků u obou ukazatelů dosáhla varianta Alginure. U všech variant se projevil pozitivní vliv na průměrnou hmotnost jedné konzumní hlízy oproti kontrole, tedy všechny varianty měly vyšší průměrnou hmotnost jedné hlízy než varianta ošetřená konvečními fungicidy. To může být zapříčiněno buď větším stresem konvečních fungicidů na rostlinu, nebo se zde naopak mohl projevit green efekt u variant s biologickou ochranou. Podobný pozitivní vliv popisuje i Chung (2017), který publikoval, že se po ošetření rostlin extraktem z mořských řas projevil pozitivní vliv na výnosech, ale také na velikosti plodů ovoce a jahod. Podobné tvrzení publikoval i Pobožniak et al. (2016), který uvádí, že při využití pomerančového oleje při pěstování cibule dosaženo většího výnosu a zdravotní stav je srovnatelný s ošetřením konvečním fungicidem.

Na základě našeho dvouletého polního pokusu, podle získaných a zde zmíněných informací z aktuálního vědeckého a zemědělského výzkumu můžeme konstatovat, že biologické látky (chmelový extrakt, tymiánová silice, výtažky z mořských řas, terpeny z citrusů) můžeme úspěšně využívat při biologické ochraně proti škodlivým organismům v běžných polních podmínkách.

## 6.1 Stanovisko k hypotézám

### 6.1.1 Hypotéza 1

Vybrané přírodní látky jsou svou účinností srovnatelné s běžně používanými fungicidy v konvenčním způsobu pěstování brambor a lze je zařadit do fungicidního sledu při pěstování brambor.

Účinnost vybraných přírodních látek je srovnatelná se standardně používanými fungicidy při konvenčním pěstování brambor. V pokusu měl konvenční fungicid po první aplikaci účinnost 97 %. Účinnost přírodních látek se po první aplikaci pohybovala od 96 do 98 %. Po druhé aplikaci měl konvenční fungicid účinnost 92,5 %, účinnost přírodních látek se pohybovala od 92 do 94,3 %. Statisticky významné rozdíly zde nebyly zjištěny. Na základě průběhu pokusů, chování, působení přírodních látek, dosažených výnosů a kvality hlíz můžeme tyto látky zařadit do fungicidního sledu při pěstování brambor. První hypotézu tedy můžeme přijmout.

### 6.1.2 Hypotéza 2

Použití vybraných přírodních látek při fungicidní ochraně brambor má vliv na produkci brambor a výtěžnost konzumních hlíz.

Použití vybraných přírodních látek při fungicidní ochraně má pozitivní vliv ve smyslu navýšení výnosu. Mezi jednotlivými variantami došlo k navýšení výnosu o 6 až 35 % proti kontrole s konvenčními fungicidy. Mezi těmito výsledky nebyla zjištěna statistická průkaznost. Přírodní látky mají vliv na výtěžnost konzumních hlíz. Varianta Alginure, Wetcit a obě koncentrace tymiánové silice měly vyšší výtěžnost proti kontrole. Nižší výtěžnost měly pouze varianty s chmelovým extraktem. Hypotéza číslo 2 byla tedy také potvrzena.

## 6.2 Ekonomické hodnocení navrhovaných opatření

Ekonomické hodnocení zobrazuje ekonomickou náročnost využití biologických látek při ochraně proti plísni bramborové.

Cena konvenčních přípravků (Kontrola) byla stanovena na základě ceníku od společnosti dodávající chemické přípravky na ochranu rostlin. Cena konvenčních přípravků v tabulce je dopočítána jako aritmetický průměr cen přípravků, které byly nahrazeny biologickými látkami. Cena biologických přípravků na 1 ha je ovlivněna dávkou postřikové jichy a koncentrací biologických látek. V tabulce č. 8 je počítáno s dávkou postřikové jichy 300 l/ha a uvedenými koncentracemi. Náklady na aplikaci biologických látek jsou stejné jako při aplikaci konvenčních fungicidů.

Tabulka 10: Ekonomické hodnocení (průměr obou lokalit a ročníků)

<b>Přípravek</b>	<b>Cena přípravků za 2 aplikace (Kč/ha)</b>
Kontrola	2 215
Alginure	1 974
Wetcit	2 280
Tymiánová silice 0,25 %	2 250
Tymiánová silice 0,125 %	1 125
Chmelový extrakt 0,5 %	2 955
Chmelový extrakt 0,25 %	1 477,5

## 7 Závěr

Na základě výše uvedených výsledků můžeme konstatovat, že rostliny, které byly ošetřeny biologickými látkami, měly vždy vyšší relativní obsah chlorofylu v listech oproti kontrole s konvenčními fungicidy. Účinnost zkoušených biologických látek byla velmi dobrá, často vyšší, nebo téměř stejná jako kontrola s konvenčními přípravky. Varianty ošetřené biologickými látkami měly vždy vyšší výnos hlíz než kontrola. Ošetření těmito látkami zvedlo výnos o 6 až 35 % proti kontrole. Výnos konzumních hlíz byl také vyšší než kontrola, nebo v 1 případě stejný jako kontrola. Na výnosotvorné ukazatele jako je počet hlíz pod trsem, nebo průměrná hmotnost jedné hlízy nemělo toto ošetření vliv, mezi jednotlivými variantami nebyly patrné zásadní vlivy, ani statisticky průkazné rozdíly, tohoto ošetření.

Závěrem lze konstatovat, že vybrané přírodní látky můžeme účinně využít při pěstování brambor proti plísni bramborové. Průběh počasí především v roce 2020, kdy byl silný tlak plísně bramborové, zkoušené látky dobře prověřil a potvrdil jejich možné využití v zemědělské praxi. Je třeba zdůraznit, že porost ošetřený těmito látkami je nutné častěji kontrolovat, přizpůsobovat mu i ostatní agrotechnické zásahy v porostu (vyvážená výživa, zdravá sadba, bez stresové podmínky) a klade vyšší nároky na agronomickou práci. Důležité je také vzít v potaz, že výsledky této práce jsou pouze dvouleté a ze dvou lokalit. Bylo by určitě dobré v testování těchto látek pokračovat a vyzkoušet ošetření porostu brambor pouze těmito biologickými látkami, bez použití jakýchkoliv konvenčních fungicidů.

## 8 Literatura

- Almaguer C, Schonberger Ch, Gastl M, Arendt EK, Becker T. 2014. *Humulus lupulus* – a story that begs to be told. A review. Journal of The Institute of Brewing **120** (4): 289 – 314.
- Arsene L, Rodino S, Butu A, Petrache P, Iordache O, Butu M. 2015. Study on antimicrobial and antioxidant activity and phenolic content of ethanolic extract of *Humulus lupulus*. Farmacia **63**(6): 851-857.
- Astray G, Gullon P, Gullon B, Munekata PES, Lorenzo JM. 2020. *Humulus lupulus* L. as a Natural Source of Functional Biomolecules. Applied Sciences **10** (15): 5074.
- Bagár M. 2011. Nové prostředky v systému ochrany před houbovými chorobami. Agris. Available from <http://www.agris.cz/clanek/172375>. (accessed January 2021).
- Baligar V C, Fageria N K, He Z L. 2007. Nutrient use efficiency in plants. Communications in Soil Science and Plant Analysis **32**: 921 – 950.
- Bartmanska A, Walecka - Zacharska E, Tronina T, Poplonski J, Sordon S, Brzezowska E, Bania J, Huszcza E. 2018. Antimicrobial Properties of Spent Hops Extracts, Flavonoids Isolated Therefrom, and Their Derivatives. Molecules **23** (8): 59.
- Beukema H P, Zaag D E. 1990. Introduction to potato production. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen.
- Bi Y, Hausbeck MK, Hao JJ. 2012. Inhibitory Effects of Essential Oils for Controlling *Phytophthora capsici*. Plant Disease **96**: 797 – 803.
- Bleša D. 2019. Úvod do problematiky biologické ochrany rostlin. Obilnářské listy **27**: 10 – 13.
- Bocquet L, Riviere C, Dermont Ch, Samaillie J, Hilbert JL, Halama P, Siah A, Sarpaz S. 2018. Antifungal activity of hop extracts and compounds against the wheat pathogen *Zymoseptoria tritici*. Industrial Crops and Products **122** (15): 290 – 297.
- Boček S, Salaš P, Sasková H, Mokričková. 2012. Effect of Alginure® (Sraweed extract), Myco-sin®vin (Sulfuric Clay) and Polyversum® (Pythium Oligandrum Drechs) on Yield and Disease Control in Organic Strawberries. Acta Universitatis Agriculture et Silviculture Mendelianae Brunensis **60**: 19 – 28.
- Boruga O, Jianu C, Misca C, Golet I, Gruia AT, Horhat FG, 2014. Thymus vulgaris essential oil: chemical composition and antimicrobial activity. Journal of Medicine and Life **7** (3): 56 – 60.

- Brant V, Balík J, Fuksa P, Hakl J, Holec J, Kasal P, Neckář K, Pivec J, Prokinová E. 2008. Meziplodiny. Kurent, České Budějovice.
- Cooke D E L, Lees A K. 2004. Markers, old and new, for examining *Phytophthora infestans* diversity. *Plant Pathology* **53**: 692 – 704.
- Černý J, Kulhánek M, Vašák F, Shejbalová Š. 2012. Hořčík, často opomíjený prvek ve výživě. *Zemědělec*. Available from <https://www.zemedelec.cz/Horcik-casto-opomijeny-prvek-ve-vyzive/> (accessed December 2020).
- Elansky S N, Mita E D, Skolotneva E S, Pobedinskaya M A, Kokaeva L Y. 2016. Effect of Difenoconazole on the Formation of Oospore by *Phytophthora Infestans* (Mont) de Bary. *Journal of Plant Pathology* **98**: 123 – 127.
- El-Mougy NS. 2009. Effect of Some Essential Oils for Limiting Early Blight (*Alternaria Solani*) Development in Potato Field. *Journal of Plant Protection Research*. **49** (1): 57 – 62.
- Escuredo O, Seijo-Rodríguez A, Rodríguez-Flores M S, Míguez M, Seijo M C. 2018. Influence of weather conditions on the physicochemical characteristics of potato tubers. *Plant Soil Environment* **64**: 317–323.
- Evenhuis A, Spits H G, Schepers H T A M. 2006. Efficacy of fungicidal protection of newly developing potato leaves against *Phytophthora infestans*. *Crop Protection* **25**: (6) 562 – 568.
- Ghorbani R, Wilcockson S J, Giotis C, Leifert C. 2004. Potato late blight management in organic agriculture. *Outlooks on Pest Management* **15** (4): 176 – 180.
- Gokce A, Whalon ME, Cam H, Yanar Y, Demirtas I, Goren N. 2006. Plant extract contact toxicities to various developmental stages of Colorado potato beetles (*Coleoptera: Chrysomelidae*). *Annals of Applied Biology* **149** (2): 197 – 202.
- Gopal J, Khurana S M P. 2006. *Handbook of Potato Production, Improvement and Postharvest Management*. The Haworth Press, New York.
- Gucwa K, Milewski S, Dymerski T, Szweda P. 2018. Investigation of the Antifungal Activity and Mode of Action of *Thymus vulgaris*, *Citrus limonum*, *Pelargonium graveolens*, *Cinnamomum cassia*, *Ocimum basilicum*, and *Eugenia caryophyllus* Essential Oils. *Molecules* **23** (5): 1116.
- Gumul D, Ziobro R, Noga M, Sabat R. 2011. Characterisation of Five Potato Cultivars According to their Nutritional and Pro-Health Components. *Acta Scientiarum Polonorum* **10**: (1) 73 – 81.
- Hamouz K. 1994. *Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor*. Institut výchovy vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.

- Hausvater E, Doležal P, Baštová P, Mazáková J, Sedlák P, Pánová I, Krejzar V, Litschmann T. 2017. Metodika integrované ochrany proti plísni bramboru. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.
- Hausvater E, Doležal P, Baštová P. 2019. Ukončení vegetace u brambor a aktuální možnosti řešení. *Úroda* **67** (12): 68 – 71.
- Hausvater E, Doležal P, Dejmalová J. 2011. Plíseň bramboru. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.
- Hausvater E, Doležal P. 2014a. Nejdůležitější škodliví činitelé bramboru. Výzkumný ústav bramborářsky s. r. o., Havlíčkův Brod.
- Hausvater E, Doležal P. 2014b. Integrovaná ochrana proti plísni bramboru. Výzkumný ústav bramborářsky s. r. o., Havlíčkův Brod.
- Hausvater E. 2000. Metodika ochrany proti plísni bramborové. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.
- Hluchý M. 2014. Možnosti a předpoklady pro zvýšení diverzity motýlů v zemědělské krajině. Pages 14 – 15. Vrabec V, Kadlec T, Hájková 3, Bubová T, Jakubíková L. VII. Lepidopterologické kolokvium. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.
- Holejšovský J, Procházka P, Hamouz K. 2020. Vliv způsobu aplikace a dávky základního hnojení na výnos brambor. *Úroda* **68** (5): 79 – 82.
- Honeycutt C W, Clapham W M, Leach S S. 1996. Crop rotation and N fertilization effect on growth, yield, and disease incidence in potato. *American Potato Journal* **73**: 46 – 61.
- Houba M et al. 2007. Poznejte, pěstujte, používejte brambory. Europlant šlechtitelská spol. s r. o., Praha.
- Houba M. 2003. Sadba brambor. Nakladatelství MH, Beroun.
- Hudaib M, Speroni E, Pietra A M D, Cavrini V. 2002. GC/MS evaluation of thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil composition and variations during the vegetative cycle. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* **29** (4): 691 – 700.
- Chung P. 2017. Airiti Library. Effect of brown algae extracts on powdery mildew and fruit yield in strawberry. Available from <https://www.google.com/search?q=p%C5%99eklada%C4%8D&oq=p%C5%99eklada%C4%8D&aqs=chrome.69i59j0i43312j0j0i433j015.2272j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> (accessed March 2021).
- Isman MB. 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop protection* **19** (8 – 10): (603 – 608).

- Jabeur MB, Somai-Jemmaki L, Hamada W. 2017. Thyme essential oil as an alternative mechanism: biofungicide-causing sensitivity of *Mycosphaerella graminicola*. *Journal of Applied Microbiology* **122** (4): 932 – 939.
- Janecký I. 2017. Draslík – nepostradatelný, ale podceňovaný. *Úroda* **65**: červenec 16 – 17.
- Jonáš M, Pištěková I. 2016. Impact of foliar application of auxiliary preparations on quantitative and qualitative parameters of organic strawberry production under plastic tunnel. Pages 123 – 127. Ecofruit. 17th International Conference on Organic Fruit-Growing: Proceedings, 15-17 February 2016, Hohenheim, Germany.
- Karabín M, Hudcová T, Jelínek L, Dostálek P. 2016. Biologically Active Compounds from Hops and Prospects for Their Use. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **15** (3): 542 – 567.
- Kasal P, Čepl J, Vokál B. 2010. Hnojení brambor. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.
- Kasal P, Růžek P, Kusá H, Čepl J. 2014. Metodika technologie pěstování brambor se zaměřením na vyšší efektivnost hnojení a ochranu vod. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.
- Kazda J, Mikulka J, Prokinová E. 2010. Encyklopedie ochrany rostlin. Profi Press, Praha.
- Khan W, et al. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation* **28**: 386 – 399.
- Klír J, Kunzová E, Čermák P. 2008. Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Kordali S, Cakir A, Ozer H, Cakmakci R, Kesdek M, Mete E. 2008. Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and p-cymene. *Bioresource Technology* **99** (18): 8788 – 8795.
- Kunzová E. 2010. Výživa rostlin a hnojení drasíkem. Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha.
- Lal M, Yadav S, Sharma S, Singh BP, Kaushik S K. 2017. Integrated management of late blight of potato. *Journal of Applied and Natural Science* **9**: (3) 1821 – 1824.
- Leonida MD, Belbekhouche S, Benzercy A, Peddineni M, Suria A, Carbonnier B. 2018. Antibacterial hop extracts encapsulated in nanochitosan matrices. *International Journal of Biological Macromolecules* **120**: 1335 – 1343.



- Liljeroth E, Lankinen Å, Wiik L, Burra D D, Alexandersson E, Andreasson E. 2016. Potassium phosphite combined with reduced doses of fungicides provides efficient protection against potato late blight in large-scale field trials. *Crop Protection* **86**: 42 – 55.
- Litschmann T, Hausvater E, Doležal P, Baštová P. 2017. Metodika nové prognózy a signalizace plísně bramboru na základě stanovení hodnoty indexu. Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod.
- Mayer V, Růžek P, Kasal P, Vejchar D. 2009. Technologie lokální aplikace minerálních hnojiv a přípravků při pěstování brambor: metodická příručka. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha.
- Monnet B. 2015. New algal biostimulant preparation without phosphonates. CAB Direct. Available from <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20153340211>. (accessed March 2021).
- Moumene SM, Li Y, Bachir K, Houmani Z, Bouznad Z, Chemat F. 2015. Antifungal power of citrus essential oils against potato late blight causative agent. *Journal of Essential Oil Research* **27** (2): 169 – 176.
- Niknejad F, Mohammadi M, Khomeiri M, Razavi SH, Alami M. 2014. Antifungal and Antioxidant Effects of Hops (*Humulus lupulus* L.). Flower Extracts, *Advances in Environmental Biology* **8** (24): 395-401.
- Oboh G, Ademosun AO, Olumuyiwa TA, Olasehinde TA, Ademiluyi AO, Adeyemo AC. 2017. Insecticidal activity of essential oil from orange peels (*Citrus sinensis*) against *Tribolium confusum*, *Callosobruchus maculatus* and *Sitophilus oryzae* and its inhibitory effects on acetylcholinesterase and Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>-ATPase activities. *Phytoparasitica* **45**: 501 – 508.
- Olanya OM, Larkin RP. 2006. Efficacy of essential oils and biopesticides on *Phytophthora infestans* suppression in laboratory and growth chamber studies. *Biocontrol Science and Technology* **16** (9): 901 – 917.
- Oliver RP, Hewitt HG. 2014. Fungicide in Crop Protection. CABI International. Wallingford.
- Palazzolo E, Laudicina VA, Germana MA. 2013. Current and Potential Use of Citrus Essential Oils. *Current Organic Chemistry* **17**: 3042 – 3049.
- Pobozniak M, Grabowska D, Olczyk M. 2016. Effect of Orange and Cinnamon Oil on the Occurrence and Harmfulness of Thrips *Tabaci* Lind on Onion. *Acta Horticulturae et Regiotecturae* **19**: 13 – 14.
- Probasco G, Bossert MM, Hysert DW. 2012. Pesticide and fungicide treatments made from hop extracts. John I Haas Washington DC, USA. US8153146 B2.

Procházka P, Fraňková A, Řehoř J, Vostřel J, Tauchen J. 2021. Použití chmelového extraktu a tymiánové silice v ochraně chmele proti plísní chmelové. Kurent, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha.

Procházka P, Vostřel J, Řehoř J, Fraňková A. 2019. Možnosti využití přírodních látek s antifungálním účinkem při ochraně chmele. Agromanuál.cz. Available from <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/moznosti-vyuziti-prirodnich-latek-s-antifungalnim-ucinkem-pri-ochrane-chmele> (accessed December 2020).

Rasocha V, Hausvater E. 2001. Choroby a škůdci brambor. Úroda **50** (4): 38 – 42.

Righini H, Roberti R, Baraldi E. 2018. Use of algae in strawberry management. Journal of Applied Phycology **30**: 3551 – 3564.

Richter R, Hlušek J. 1996. Průmyslová hnojiva, jejich vlastnosti a použití. Institut výchovy vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.

Richter R, Řimovský K. 1996. Organická hnojiva, jejich výroba a použití. Institut výchovy vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Praha.

Rybáček V, et al. 1988. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

Rykaczewska K, Mańkowski D. 2015. The effect of physiological age of potato plants on chosen chlorophyll fluorescence parameters. Plant Soil Environment **61**: 462 - 467.

Řehoř J, Procházka P, Vostřel J, Fraňková A. 2018. Vliv aplikace biopesticidů na obsah chlorofylu v listech chmele. Úroda **66** (3): 94 – 95.

Salehi B et al. 2018. Thymol, thyme, and other plant sources: Health and potential uses. Phytotherapy Research **32** (9): 1688 – 1706.

Smart C D, Fry W E. 2001. Invasions by the late blight pathogen: renewed sex and enhanced fitness. Biological Invasions **3**: 235 – 243.

Soylu EM, Soylu S, Kurt S. 2006. Antimicrobial Activities of the Essential Oils of Various Plants against Tomato Late Blight Disease Agent *Phytophthora infestans*. Mycopathologia **161**: 119 – 128.

Stevic T, Beric T, Šavikin K, Sokovic M, Godevac D, Dimkic I, Stankovic S. 2014. Antifungal activity of selected essential oils against fungi isolated from medicinal plant. Industrial Crops and Products **55**: 116 – 122.

Štefánek F. 1999. Pěstování brambor. Sativa Keřkov, Havlíčkův Brod.

Štěnička M. 2019. K ochraně okopanin a obilnin. Úroda **67**:12.

Štěrbá B. 2004. Co nabízí firma DuPont bramborářům. Moderní rostlinná výroba **3**:19.

- Štranc P, Procházka P, Štranc D. 2020. Průběh počasí a předběžné výsledky pokusů se sójou v roce 2019/2020. Pages 194 – 202 in Volf M, editor. Systémy výroby řepky a systém výroby slunečnice. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Hluk.
- Taylor R J, Pasche J S, Gudmestad N C. 2008. Susceptibility of Eight Potato Cultivars to Tuber Infection by *Phytophthora Erythroseptica* and *Pythium Ultimum* and Its Relationship to Mefenoxam-Mediated Control of Pink Rot and Leak. *Annals of Applied Biology* **152**: (2) 189–199.
- Tsedaley B. 2014. Late Blight of Potato (*Phytophthora infestans*) Biology, Economic Importance and its Management Approaches. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* **4** (25): 215 – 225.
- Tymčenko V, Jefronovová T. 1987. Guide of pests and diseases of vegetable and potato. National agriculture Publisher, Praha.
- Vaněk V, Balík J, Pavlík M, Pavlíková D, Tlustoš P. 2016. Výživa a hnojení polních plodin. Profi Press, Praha.
- Vokál B, Cvrček M, Čepl J, Čížek M, Domkařová J, Fér J, Hausvater E, Králíček J, Prugar J, Rasocha V, Zrůst J. 2000. Brambory. Agrospoj, Praha.
- Vokál B, Čepl J, Čížek M, Diviš J, Domkařová J, Fér J, Hamouz K, Hausvater E, Jůzl M, Rasocha V, Zrůst J. 2004. Pěstování brambor. Agrospoj, Praha.
- Vokál B, Čepl J, Čížek M, Domkařová J, Hausvater E, Rasocha V, Diviš J, Hamouz K. 2004. Technologie pěstování brambor. Ústav zemědělských a potravinových informací, Praha.
- Vokál B, Čepl J, Hausvater E, Rasocha V. 2003. Pěstujeme brambory. Grada Publishing a. s., Praha.
- Vokál B, et al. 2013. Brambory. Profi Press, Praha.
- Volf M, Zeman J. 2019. Výsledky pěstování řepky v České republice v roce 2018/2019. Pages 3 – 13 in Volf M, editor. Systémy výroby řepky a systém výroby slunečnice. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Hluk.
- Vostřel J, Procházka P, Řehoř J, Fraňková A. 2018. Vliv biopesticidů na obsah alfa hořkých kyselin ve chmelu. *Úroda* **66** (7): 76 – 77.
- Workineh G, Loha G, Hidoto L. 2017. Response of Potato (*Solanum tuberosum* L.) to Nitrogen Fertilizer Application at Angecha, Southern Ethiopia. *Journal of Natural Sciences Research* **7**: 5-14.
- Xu XN, Jeffries P, Pautasso M, Jeger MJ. 2011. Combined Use of Biocontrol Agents to Manage Plant Diseases in Theory and Practice. *The American Phytopathological Society* **101** (9): 1024 – 1031.

Zimmoch – Guzowska E, Lebecka R. Kryszczuk A, Maciejewska U, Szczerbakowa A, Wielgat B. 2003. Resistance to *Phytophthora infestans* in somatic hybrids of *Solanum nigrum* L. and diploid potato. *Theoretical and Applied Genetics* **107**: 43 – 48.

