

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby (FAPPZ)**



**Možnosti využití extraktů z mořských řas**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Michaela Skácelová**

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

© 2015 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Možnosti využití extraktů z mořských řas" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 10.04.2015

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za cenné rady, ochotu a připomínky při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a příteli za trpělivost a bezmeznou podporu.

# Možnosti využití extraktů z mořských řas

## Souhrn

V roce 2014 byly na ekologické ploše Výzkumné stanice v Praze - Uhřetěvesi porovnávány účinky zvolených přípravků a jejich kombinací (Alga 600, Alginure, Amalgerol, Albit, Softguard, kombinace Albit + Softguard) aplikovaných na porost brambor (*Solanum tuberosum*) a následně porovnány s neošetřenou kontrolní plochou. V pokusu byla sledována plíseň bramboru (*Phytophthora infestans*) na nati, obsah chlorofylu v listech a výnos hlíz. Dosažené výsledky ukázaly, že ani jeden z použitých přípravků nebo kombinací neprokázal žádný statisticky průkazný vliv na sledované znaky. Byla však shledána spojitost mezi naměřeným množstvím chlorofylu a výnosem hlíz, kde se nejlépe projevila kombinace přípravků Albit + Softguard. U stejné kombinace byl také zaznamenán vyšší počet a hmotnost hlíz celkem a vyšší počet a hmotnost hlíz konzumních. Nejlepších výsledků tedy dosáhla kombinace Albit + Softguard.

**Klíčová slova:** biostimulanty, mořské řasy, plíseň bramboru, výnos

# Possibilities of using extracts from seaweed

## Summary

In 2014, in an ecological area of the Research station in Prague - Uhříněves, effects of foliar applications of selected products and their combinations (Alga 600, Alginure, Amalgerol, Albit, Softguard, Albit + Softguard combination) on potato plants (*Solanum tuberosum*) were compared with each other and then with untreated control plants, too. The experiment monitored late blight (*Phytophthora infestans*) on potato tops, chlorophyll contents in leaves and tuber yield. Achieved results showed that none of the products or combinations used had statistically significant effect on the investigated characteristics. However, it found a link between a measured level of chlorophyll and tuber yield, which was best reflected by the Albit + Softguard combination. This combination also recorded higher number and weight of tubers and higher total number and weight of ware tubers. Therefore, the combination of Albit + Softguard achieved the best results.

**Keywords:** biostimulants, seaweeds, late blight, yield

## Obsah

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>7</b>
<b>2. CÍL PRÁCE .....</b>	<b>9</b>
<b>3. PŘEHLED LITERATURY .....</b>	<b>10</b>
3.1 ROSTLINNÉ BIOSTIMULANTY .....	10
3.2 MOŘSKÉ ŘASY .....	11
3.2.1 <i>Klasifikace mořských řas</i> .....	11
3.2.2 <i>Využití řas</i> .....	12
3.2.3 <i>Metody výroby extraktů z mořských řas</i> .....	15
3.3 BRAMBORY .....	16
3.4 PLÍSEŇ BRAMBORU .....	17
<b>4. MATERIÁL A METODY .....</b>	<b>25</b>
4.1 CHARAKTERISTIKA POČASÍ .....	25
4.2 CHARAKTERISTIKA STANOVIŠTĚ .....	25
4.3 CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH PŘÍPRAVKŮ .....	26
4.3.1 <i>Alga 600</i> .....	26
4.3.2 <i>Softguard</i> .....	28
4.3.3 <i>Alginure</i> .....	29
4.3.4 <i>Amalgerol Premium</i> .....	30
4.3.5 <i>Albit</i> .....	32
4.4 ZALOŽENÍ A VEDENÍ POLNÍHO POKUSU .....	33
4.5 SLEDOVANÉ A HODNOCENÉ UKAZATELE .....	35
4.6 STATISTICKÉ HODNOCENÍ POLNÍHO POKUSU .....	36
<b>5. VÝSLEDKY .....</b>	<b>37</b>
5.1 VLIV APLIKACE PŘÍPRAVKŮ NA REGULACI PLÍSNĚ BRAMBORU .....	37
5.2 VLIV APLIKACE PŘÍPRAVKŮ NA OBSAH CHLOROFYLU .....	38
5.3 VLIV APLIKACE PŘÍPRAVKŮ NA VÝNOS HLÍZ .....	39
<b>6. DISKUSE .....</b>	<b>42</b>
6.1 VLIV APLIKACE PŘÍPRAVKŮ NA REGULACI PLÍSNĚ BRAMBORU .....	42
6.2 VLIV APLIKACE PŘÍPRAVKŮ NA OBSAH CHLOROFYLU .....	43
6.3 VLIV APLIKACE PŘÍPRAVKŮ NA VÝNOS HLÍZ .....	44
<b>7. ZÁVĚR .....</b>	<b>46</b>
<b>8. SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>47</b>

## 1. Úvod

Mořské řasy jsou sbírány pro potraviny, hnojiva a medicínu už tisíce let. Historické knihy zaznamenávají, že již 3000 let př.n.l. Číňané používali mořské řasy k léčebným účelům. Řekové například používali mořské řasy jako krmivo pro zvířata již v prvním století př.n.l. Jeden přeložený text z roku 46 př.n.l. uvádí: "Řekové z břehu sbírali mořské řasy a po umytí vlažnou vodou jich dávali dobytku." Dnes Čína a Japonsko jsou největšími konzumenty mořských řas na celém světě, kde sběr v Číně se vyšplhá na 500 milionů tun za rok pouze pro použití v potravinářství (Bartolo, 2009).

Přírodní stimulace a výživa rostlin z mořských řas představuje nový trend v moderním a environmentálním šetrném zemědělství (Agrobiosfer, 2013). Mořské řasy představují velký potenciál v oblasti nových technologií pro použití v zemědělství a některé z nich jsou využívány v různých zemích jako hnojiva, biostimulanty nebo phytoprotektanty (Stadník and Paulert, 2008).

Mezinárodní zájem o ochranu životního prostředí rapidně stoupá, čímž roste i poptávka po hnojivech na bázi přírodních zdrojů. Mezinárodní instituce stále více podporují použití přírodní výživy rostlin z mořských řas v zemědělství na základě jejich blahodárných účinků a příznivému vlivu na zemědělské prostředí. Rozšíření výživy rostlin z mořských řas přispívá ke snižování dávek průmyslových hnojiv a pesticidů a zároveň zvyšuje výnos a kvalitu pro zemědělce. Mořské řasy obsahují bioaktivní látky, které mají unikátní účinky a pozitivní vliv na úrodu, kvalitu a odolnost vůči stresu a chorobám (Biocont, 2012 - 2015).

Produkty z mořských řas jsou v současné době aplikované pro své blahodárné účinky přisuzované přítomnosti růstových hormonů (cytokininy, auxiny) a stejně tak i jiným rostlinným biostimulantům (např. betainy, polyaminy, oligosacharidy), které mohou zlepšit odolnost rostlin proti chorobám a stresu (Norrie and Hiltz, 1999).

První komerční extrakt z mořských řas byl použit v zemědělství před více než šedesáti lety (Craigie, 2011).

Odhaduje se, že v roce 1991 se použilo asi 10 000 tun mokrých řas k výrobě 1 000 tun výtažků z mořských řas v hodnotě 5 milionu dolarů. V posledních deseti letech se však poptávka zdvojnásobila, díky většímu uznání užitečnosti produktů a rostoucí popularity ekologického zemědělství, kde jsou produkty účinné zejména při pěstování zeleniny a některých druhů ovoce (McHugh, 2003).

Průmysl ročně používá 7,5 - 8 milionů tun mokrých mořských řas. Sklízí se buď z přirozeně rostoucích (divokých) mořských řas nebo ze záměrně pěstovaných. Pěstování mořských řas se rychle rozšířilo, neboť poptávka překonala nabídku dostupnou z přírodních zdrojů. Komerční sklizeň probíhá v cca 35 zemích, které jsou rozptýleny mezi severní a jižní polokoulí, ve vodách od studených, přes mírné, až po tropické (McHugh, 2003).



## 2. Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit vlastnosti a využitelnost extraktů z mořských řas a dalších stimulačních látek v rostlinné produkci. Zhodnotit jejich přínosy a negativa při aplikaci v porostech brambor (na výživný stav porostů, na výskyt plísně bramboru na nati a na hlízách a na výnos hlíz).

Hypotéza 1: Na základě sledování a hodnocení porostů lze z dostupné nabídky komerčních přípravků doporučit ty s vhodným složením (zastoupení) mořských řas pro regulaci plísně bramboru.

Hypotéza 2: Extrakty z mořských řas a další stimulační přípravky (včetně jejich vhodných kombinací) budou příznivě působit na výživný stav porostů a budou ovlivňovat výnos hlíz a celkovou výnosovou úroveň konzumních hlíz.

## 3. Přehled literatury

### 3.1 Rostlinné biostimulanty

Rostliny mají mnoho adaptivních obranných mechanismů, které působí proti patogenu nebo napadení hmyzem. Po vhodném stimulu, mají rostliny schopnost udržovat zvýšenou obranyschopnost, běžně označovanou jako indukovaná rezistence. Zvýšená odolnost proti chorobám rostlin, a to jak lokálně, tak systémově, může být také dosažena ošetřením různými činidly, jako jsou virulentní nebo avirulentní patogeny, fragmenty buněčné stěny, syntetické chemikálie a rostlinné extrakty (Jayaraj et al., 2008).

Rostlinné biostimulanty obsahují látku a / nebo mikroorganismy, jejichž funkcí je při aplikaci na rostliny nebo na rhizosféru stimulovat přirozené procesy pro zvýšení nebo lepší využitelnost příjmu živin, odolnosti vůči abiotickému stresu a kvality plodin. Biostimulanty nemají přímý účinek proti škůdcům, a tudíž nespádají do regulačního rámce pesticidů. (European Biostimulants Industry Council).

Evropská průmyslová rada pro biostimulanty (EBIC) propaguje rostlinné biostimulanty za účelem udržitelného a odolného zemědělství a tím podporuje růst a rozvoj evropského průmyslu pro biostimulanty. Rada byla založena v červnu roku 2011 nejprve jako Evropská průmyslová asociace pro biostimulanty a až po získání právní identity se v roce 2013 přejmenovala (European Biostimulants Industry Council).

V Severní Americe, koalice pro biostimulanty definuje biostimulanty jako "látky, včetně mikroorganismů, které jsou aplikovány na rostliny, semena, půdu nebo na jiné rostoucí média, které mohou zvýšit schopnost rostliny asimilovat aplikované živiny, nebo poskytují výhody k vývoji rostlin" (Calvo, 2014).

V listopadu roku 2012 se ve Štrasburku (Francie) konal první světový kongres o používání biostimulantů v zemědělství a zúčastnilo se ho více než 700 lidí z 30 zemí. Kongres měl za cíl svést dohromady osoby pracující na aspektech biostimulantů v průmyslu, akademii, nebo regulačních agenturách (Jardin, 2012).

## 3.2 Mořské řasy

### 3.2.1 Klasifikace mořských řas

Světové oceány obsahují všudypřítomnou, malou, jednobuněčnou zelenou řasu *Ostreococcus Tauri*, která byla izolovaná v roce 1994 z laguny Thau ve středomořské oblasti jižní France. Řasa je bakteriálních rozměrů (~ 1 µm), a je považována za světově nejmenší volně žijící eukaryotickou buňku mající jeden chloroplast, jedno jádro, jednu mitochondrii, a jeden Golgiho aparát (Craigie, 2011).

Mnolibuněčné řasy, kam patří mořské řasy, jsou evolučně novější než řasa *O. Tauri*, mají vyvinuté unikátní strategie, které jim umožňují jejich přežití. Zkoumáním jejich biologie, chemie a molekulární genetiky lze předpokládat získání nových poznatků, z nichž některé mohou vést k více inovativním způsobům, jak využít tuto skvělou surovinu ve prospěch společnosti (Craigie, 2011).

Mořské řasy jsou nedílnou součástí mořských pobřežních ekosystémů a jsou také nazývány jako makro-řasy. To je odlišuje od mikro-řas (Cyanophyceae), které jsou mikroskopické velikosti, mnohdy jednobuněčné, a jsou nejnámější jako modro-zelené řasy, které při rozvoji vodního květu kontaminují řeky a potoky (McHugh, 2003; Khan et al., 2009)

Mořské řasy mohou být rozděleny na základě pigmentace do tří hlavních skupin a to na hnědé (Phaeophyceae), červené (Rhodophyceae) a zelené (Chlorophyceae) (McHugh, 2003).

Hnědé mořské řasy jsou obvykle velké, vyskytovat se však mohou v různých velikostech, od obrovské řasy, která je často 20 metrů dlouhá, až po hrubé, jako kůže působící mořské řasy dlouhé 2 - 4 metry, nebo menší druhy dlouhé 30 - 60 centimetrů (McHugh, 2003). Hnědé mořské řasy jsou druhou nejhojnější skupinou zahrnující asi 2000 druhů, které dosahují maximální úrovně biomasy na skalnatém pobřeží v mírném pásmu. Jedná se o nejběžněji používaný typ v zemědělství. Do této skupiny patří nejvíce prozkoumaná řasa *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis. Mezi další hnědé řasy využívané v zemědělství jako biohnojiva patří například *Fucus* spp., *Laminaria* spp., *Sargassum* spp., and *Turbinaria* spp. (Khan et al., 2009). *Ascophyllum nodosum*, je nejvíce studovanou řasou ze skupiny Phaeophyceae, je jedinečná mezi mořskými řasami a dokáže stále překvapovat (Craigie, 2011). *Ascophyllum nodosum* je vodní mořská rostlina, nacházející se v Atlantiku a Severním ledovém moři. Je velmi studována pro své vlastnosti, které zahrnují podporu v růstu rostlin a využití v krmivech (Jayaraj et al., 2008). Hnědé mořské řasy se využívají hlavně jako

potravina a jako surovina pro extrakci hydrokoloidů - alginátu. Nejlépe využitelné jsou hnědé řasy rostoucí v chladných vodách severní i jižní polokoule. Nacházet se mohou i v teplejších vodách, ale ty jsou méně vhodné pro výrobu alginátu a zřídka se používají k potravě (McHugh, 2003).

Červené mořské řasy jsou obvykle menší, zpravidla dlouhé od několika centimetrů až po jeden metr, a nemusí být vždy červené. Některé mohou být fialové, nebo i hnědočervené, ale botaniky jsou klasifikovány stále jako Rhodophyceae a to kvůli jejich dalším vlastnostem (Bartolo, 2009). Hlavní použití červených mořských řas je jako potravina i jako zdroj dvou hydrokoloidů - agaru a karagenanu. Užitečné červené mořské řasy se vyskytují v chladných vodách, jako je Nova Scotia (Kanada) a v jižním Chile; více však v mírných vodách, jako je pobřeží Maroka a Portugalska; a také v tropických vodách, jako je Indonésie a Filipíny (McHugh, 2003).

Zelené mořské řasy jsou také malé a dosahují podobné velikosti jako řasy červené (Bartolo, 2009).

### 3.2.2 Využití řas

Mořské řasy se používaly jako pomocné půdní prostředky již po staletí (Khan et al., 2009). Nyní jsou mořské řasy a výrobky z mořských řas používány ke zvýšení růstu a výnosu rostlin po celém světě. Moderní zemědělství vyhledává nové biotechnologie, které by umožnily snížení používání chemických vstupů bez negativního vlivu na výnos, nebo výtěžku zemědělců. V posledních letech, používání přírodních mořských řas jako hnojivo umožnilo částečnou náhradu používání konvenčních umělých hnojiv (Hernández-Herrera et al., 2014a)

Během padesátých let dvacátého století byly v Evropě a Severní Americe vytvořeny kapalné extrakty z mořských řas pro ekologickou produkci. Později byly vyvinuty i suché přípravky pro listovou aplikaci (Sharma et al., 2012).

Výtažky a suspenze z mořských řas dosáhly širšího využití a větší poptávky než samotné mořské řasy a moučka z mořských řas. Prodávají se totiž v koncentrované formě, snadno se přepravují, a mají rychlejší aplikaci (McHugh, 2003). Kapalné výtažky můžeme aplikovat postřikem na list, nebo formou půdní závlivy (Hernández-Herrera et al., 2014a).

Nejčastěji využívaná řasa pro výrobu komerčních extraktů v Evropě a Severní Americe je *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol (Blunden et al., 1997).

Extrakt z mořských řas jsou biologicky aktivní v nízkých koncentracích (zředění 1: 1000 nebo více) (Khan et al., 2009). Jeden z prvních patentů byl použit podle Plant Productivity Ltd., britské společnosti, v roce 1949. Dnes je k dispozici několik produktů a značek, jako Maxicrop (Velká Británie), Goëmill (Francie), Algifert (Norsko), Kelpak 66 (Jižní Afrika), a Seasol (Austrálie). Všechny jsou vyrobeny z hnědých mořských řas, liší se pouze druhem v jednotlivých zemích. Některé z nich jsou vyrobeny alkalickou extrakcí z mořských řas a vše, co se nerozpustí je odstraněno filtrací (např. Maxicrop a Seasol). Jiné jsou suspenze velmi jemných částic mořských řas (Goëmill a Kelpak 66) (McHugh, 2003).

Ročně je vyrobeno asi 15 milionů metrických tun přípravků z mořských řas. Značná část se používá na výživné doplňky, jako jsou biostimulanty nebo biohnojiva ke zvýšení růstu a výnosu rostlin. Řada komerčních produktů z mořských řas je k dispozici pro použití v zemědělství a zahradnictví (Khan et al., 2009).

Ačkoliv mechanismus účinku nebyl zjištěn, některé studie uvádí lepší výnos a zdraví rostlin u různých plodin po aplikaci extraktů z mořských řas (Jayaraj et al., 2008). Výtažky z mořských řas také působí jako biostimulanty, zvyšují klíčení semen, zlepšují růst rostlin, výnos, kvetení a produkci plodů, zvyšují odolnost proti biotickému a abiotickému stresu, a také zlepšují posklizňovou skladovatelnost (Calvo et al., 2014). Jako biostimulanty působí především v důsledku přítomnosti rostlinných hormonů. Jsou bohaté na fytohormony, aminokyseliny a masné kyseliny, které jsou zodpovědné za růst rostlin, vývoj a odolnost vůči patogenům. Mořské řasy (zejména červené a hnědé) jsou také zdrojem neobvyklých a komplexních polysacharidů, které nenajdeme v suchozemských rostlinách (Khan et al., 2009).

Hlavní fytohormony identifikované v extraktech mořských řas jsou auxiny, cytokininy, gibbereliny, kyselina abscisová a etylén (Tuhy et al., 2013).

Auxiny jsou odpovědné za podélný růst rostlinných tkání a apikální dominanci, buněčné dělení, pohyby a stárnutí rostlin (Tuhy et al., 2013).

Cytokininy patří mezi rostlinné regulátory růstu, při aplikaci na rostliny, stimulují syntézu proteinů. Hrají významnou roli při řízení buněčného cyklu tím, že podporují zrání chloroplastů a oddálení stárnutí listů. List ošetřený cytokininy se stává tzv. aktivním dřezem pro aminokyseliny, které pak migrují do ošetřené oblasti z okolních částí rostliny. Účinek cytokininů je nejvíce patrný v tkáňových kulturách, kde jsou používány společně s auxiny, ke stimulaci buněčného dělení a řízení morfogeneze. Fyziologické účinky způsobené cytokininy jsou následující: stimulují dělení buněk, stimulují morfogenezi, např. zahájení rašení a tvorba nahodilých pupenů v tkáňové kultuře, stimulují uvolňování postranních pupenů, stimulují zvětšování listové plochy následkem rozšíření buněk, u některých druhů zvětšují otevření

průduchů, stimulují syntézu chlorofylu a tím podporují přeměnu etioplastů na chloroplasty. Reakce se bude lišit v závislosti na typu cytokininů a rostlinných druhů (Sharma et al., 2014).

Jednou ze základních funkcí giberelinů je zahájení klíčení semen, regulace růstu, porušení dormance pupenů, doba květu a vývin plodů (Tuhy et al., 2013).

Kyselina abscisová a ethylen jsou zodpovědní za reakci na stresové faktory, inhibici růstu buněk, urychlení stárnutí rostlin. Kyselina abscisová se navíc podílí na regulaci klíčení semen (Tuhy et al., 2013).

Nejpoužívanější řasy v zemědělství vzhledem k jejich dobré biostimulační aktivitě jsou z červených řas: *Corralina mediterranea*, *Jania rubens*, *Pterocladia pinnata*, ze zelených řas: *Cladophora dalmatica*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca* and z hnědých řas: *Ascophyllum nodosum*, *Ecklonia maxima*, *Saragassum spp.* (Tuhy et al., 2013).

Listová aplikace extraktů z mořských řas má za následek zvýšenou schopnost udržení hladiny chlorofylu, což vede k zelenějším rostlinám. Tento účinkem vzniká v důsledku přítomnosti komplexní skupiny různých betain v extraktech z mořských řas, které pomáhají snižovat přirozeně vzniklé škody procesem fotosyntézy. V mnoha případech listová aplikace dokázala dokonce zvýšit hladinu chlorofylu v rostlinách (Bartolo, 2009).

Betainy působí jako cytoplazmatický osmolyt tím, že chrání buňky před osmotickým stresem, suchem, vysokým obsahem soli a vysokou teplotou, ale mohou také vyvolat fyziologické reakce. Intracelulární akumulace betainů v rostlinách umožňuje zadržování vody v buňkách a tím je chrání před škodlivými účinky dehydratace (Sharma et al., 2014).

V některých mořských řasách se může vyskytovat polysacharid fucoidan, u kterého byl prokázán antagonistický účinek proti patogenům druhu *Phytophthora ramorum*, *Phytophthora kernoviae*, *Phytophthora lateralis* a *Phytophthora infestans* (Hearst et al., 2013). Polysacharidy získané ze zelené, hnědé a červené mořské řasy mohou také působit jako elicitory rostlinných obraných reakcí a zvyšují tak odolnost proti virovým, plísňovým a bakteriálním patogenům, hlísticím a býložravcům (Hernández-Herrera et al., 2014b).

Specifické sacharidy v mořských řasách slouží jako zdroj potravy pro užitečné a benigní půdní bakterie, což vede k výraznému zvýšení počtu mikroorganismů. Tyto mikroorganismy produkují látky stimulující růst rostlin, které podporují růst kořenů a zvyšují podíl kořenové masy. Mořské řasy obsahují všechny známé stopové prvky, které jsou přítomné v přijatelné a dostupné formě pro rostliny. Stopové prvky mohou být rostlinám k dispozici ve formě chelátů, což je kombinace atomu minerálu s organickými molekulami (Bartolo, 2009). Vysoký obsah vlákniny v mořských řasách působí jako kondicionér půdy a napomáhá zadržování vlhkosti (McHugh, 2003), zároveň mají řasy schopnost měnit lehké a

písčité půdy na hustší vytvořením organických polymerů, které svazují půdní částice dohromady. To vytváří lepší strukturu a také pomáhá zadržovat vodu (Bartolo, 2009) zatímco obsah minerálů slouží jako užitečné hnojivo a je zdrojem stopových prvků (McHugh, 2003).

Snad nejstarší, nejrozšířenější a nejvíce prokazatelně efektivní využití mořských řas je jako hnojivo. Bylo to možné všude tam, kde byl přístup k surovině, tedy nedaleko od pobřeží. Velké hnědé řasy jako například *Macrocystis* a *Ascophyllum*, jsou hlavními druhy používanými pro hnojení (Naylor, 1976).

Pro zemědělství vyskytující se podél pobřeží jsou místní řasy levnou surovinou. V Mexiku jsou mořské řasy k dispozici v hojném počtu a představují velký potenciál pro eventuální komerční využití. Avšak v současné době jsou v Mexiku vyráběny ze čerstvých mořských řas pouze výrobky Kelpro a Kelprosoil z *Macrocystis pyrifera* a Algaenzims z *Sargassum* spp. Tyto produkty jsou k dispozici pro použití v zemědělství a zahradnictví (Hernández-Herrera et al., 2014a). Dlouhou tradici používání v zemědělství blízko pobřeží mají mořské řasy na Britských ostrovech, včetně Severního Irska a to jako půdní kondicionér pro posílení růstu plodin a produktivity (Sharma et al., 2012).

K dispozici jsou také možnosti využití mořských řas na čištění odpadních vod. Některé mořské řasy jsou totiž schopné absorbovat ionty těžkých kovů, jako je zinek a kadmium ze znečištěné vody (McHugh, 2003).

Používání řasy jako potraviny se datuje již od čtvrtého století v Japonsku a šestého století v Číně. A také v současné době jsou tyto dvě země společně s Korejskou republikou řazeny mezi největší konzumenty mořských řas (McHugh, 2003).

### 3.2.3 Metody výroby extraktů z mořských řas

První použitelné metody zkapalňování řas pro zemědělské využití byly vyvinuty v roce 1949. V současné době jsou přípravky z extraktů mořských řas dostupné v tekuté formě v různých barvách od téměř bezbarvé až po intenzivní tmavě hnědočervené. Lišit se mohou také ve vůni, viskozitě, pevnosti a obsahu látek (Craigie, 2011).

Metody výroby jsou zřídka publikovány a jsou uchovávány jako důvěrné informace. Obecně platí, že extrakty jsou vyrobeny postupy využívající vodu, alkálie nebo kyseliny, nebo fyzicky narušením řas, tedy mletím za nízké teploty, čímž se získá mikronizovaná suspenze jemných částic (Craigie, 2011). Konečný produkt může být buď sušený nebo připravený v různých kapalných formátech obvykle v rozmezí pH 7 - 10 (Craigie, 2011).

Pro přípravu extraktů z mořských řas mohou být použity různé extrakční metody, a to vodní extrakce pod vysokým tlakem, extrakce alkoholem, alkalická extrakce, mikrovlnná extrakce (MAE) a superkritická CO<sub>2</sub> extrakce. Podmínky procesu však závisí na podílu účinných látek (Tuhy et al., 2013).

Extrakty bohaté na auxiny mohou být získány alkalickou extrakcí za použití nízkého tlaku. Pomocí mikrovlnné extrakce (MAE) v kombinaci s vodní extrakcí pod vysokým tlakem, může být získána složka fucoidan. Doba trvání tohoto procesu je maximálně 30 min a tlak se pohybuje mezi hodnotami 0,21 - 0,83 MPa. Cytokininy mohou být získány pomocí zchlazeného 70 % etanolu. V této metodě se používá jako rozpouštědlo deuterium. Extrakcí v 85 % metanolu získáme výtažek bohatý na gibereliny. Biomasa by však měla být před extrakcí nejprve zhomogenizována. Teplota procesu je 4 ° C (Tuhy et al., 2013).

Jako nejvýhodnější řešení vzhledem k nízké invazivitě metody se jeví výroba výtažků z mořských řas pomocí superkritické extrakce CO<sub>2</sub>. Složení extraktu silně závisí na použitém druhu řas. Mezi mnohé biologicky aktivní látky nacházející se v extraktech a vyrobené za superkritických podmínek patří lipidy, těkavé metabolity, pigmenty, alifatické uhlovodíky, antioxidanty, lutein, karotenoidy, chlorofyl, vitamin E, Y-linolenová kyselina. Superkritická extrakce se používá v nutričním a farmaceutickém průmyslu, kde nízká invazivita je velmi důležitá (Tuhy et al., 2013).

### 3.3 Brambory

Jednou z nejvýznamnějších plodin určených k výživě lidstva jsou (vedle pšenice, kukuřice a rýže) stolní brambory (*Solanum tuberosum*). Tato plodina je pěstována ve většině zemí světa, roční produkce činí okolo 300 milionů tun. V České republice zaujímá pěstování brambor nezanedbatelnou část rostlinné produkce ekologického zemědělství (Schulzová a Hubert, 2004). Přehled bioprodukce brambor v letech 1998 - 2013 udává Tabulka 1.

**Tabulka 1: Přehled osvědčené bioprodukce brambor v letech 1998 - 2013 v ČR** (Schulzová a Hubert, 2004; MZe, 2015).

Rok	Osvědčená bioprodukce (t)
1998	1017,75
1999	1526,00
2009	4190,01
2013	2977,99



Jedná se o jednoletou rostlinu rozmnožující se vegetativně hlízami nebo generativně semeny. V zemědělské výrobě se výhradně využívá vegetativního množení, generativní množení se uplatňuje zejména pro šlechtitelské účely (Schulzová a Hubert, 2004).

Brambory, spolu s jinými okopaninami tvoří základ osevních postupů, regulují a snižují zaplevelenost pozemků, příznivě působí na půdu. Jde o dobrou realizační plodinou, která se může podílet na ekonomické stabilitě podniku. Vzhledem k absenci aplikace syntetických prostředků chemické ochrany a průmyslových hnojiv je produkce biobrambor bezesporu náročnější. Zemědělec musí pro dosažení dobré kvality a uspokojivého výnosu maximálně využít všech povolených (vesměs přírodních) prostředků pro vytvoření podmínek poskytujících po celou dobu vegetace vyhovující prostředí pro zdárný vývin rostliny (Schulzová a Hubert, 2004).

### **3.4 Plíseň bramboru**

#### **Taxonomické zařazení**

Doména – Eukaryota, říše – Chromalveolata, kmen – Heterokontophyta, oddělení – Oomycota, třída – Peronosporomycetes, řád – Pythiales, čeleď – Pythiaceae, rod – *Phytophthora*, druh – *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (Juroch, 2011).

#### **Původce plísně**

Původce plísně bramborové je houba *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (Al-Mughrabi, 2007). *Phytophthora infestans* je půdní organismus, v době vegetačního klidu přežívá v napadených hlízách. Mohou to být nevyorané hlízy, které na pozemku zbyly po sklizni, i hlízy skladované. Ty silněji napadené přes zimu shnijí, ale při slabé infekci a optimálních podmínkách skladování nemusí k rozvoji infekce dojít a na takové hlíze není žádný příznak choroby vidět. Z napadené hlízy vyrostе nemocná rostlina (Kazda et al., 2007). Původce choroby se za vegetace v ohniscích výskytu šíří dešťovými kapkami a odtud do větších vzdáleností větrem. Výskyt plísně podmiňuje vlhké počasí (minimálně 12h nepřetržitého ovlhčení listů) a teplota vzduchu nad 10 °C (optimální teplota je 12 - 13 °C). Výtrusy (konidie nebo sporangia) jsou dešťovou vodou splavovány z listů na hlízy. Porosty jsou napadány většinou již od června, zejména v době s vyšší vzdušnou vlhkostí nebo vydatnějšími srážkami a při střídání teplot, např. chladné noci (Rod, 1997). Je to onemocnění,

kteře vyvolává obavy na celém světě a každoročně stojí pěstitele regulace tohoto onemocnění několik desítek tisíc dolarů (Al-Mughrabi, 2007).

Ovlivňuje také rozhodující měrou výnos, tržní kvalitu i výši ztrát během skladování, ve vlhkých letech může způsobit ztráty na výnosu až ve výši 40 - 70 %. V letech 1845 - 1847 došlo k epidemickému šíření choroby na území západní Evropy a v Irsku dokonce k úplnému a opakovanému zničení porostů bramboru, hlavní zemědělské plodiny. Následkem této několikaleté neúrody nastal hladomor a později epidemie chorob, které způsobily smrt asi 1 milionu obyvatel Irska a vedly k emigraci 1,5 milionu obyvatel (Juroch, 2011).

Tato houba napadá i jiné rostliny z čeledi lilkovitých - nejohroženější jsou rajčata. Na ta se dostává z napadených brambor. Protože spóry jsou roznášeny větrem, mohou být napadena i rajčata poměrně vzdálená od nejbližších brambor, ale čím blíže k sobě tyto plodiny pěstujeme, tím větší je riziko přenosu (Kazda et al., 2007).

### **Příznaky napadení**

Plíseň bramborová se pozná na listech podle výskytu vodních lézí s chlorotickým ohraničením, které jsou nejprve malé, ale rychle se rozšiřují (Al-Mughrabi, 2007). Na rozhraní zdravého a nekrotického pletiva se na spodní straně listů za vlhkého počasí objevují nevýrazné bílé povlaky reprodukčních orgánů houby (sporangia na sporangioforech). Listy postupně odumírají. Tato houba způsobuje také chorobu hlíz. Napadené hlízy mají na svém povrchu hnědé až stříbřité šedé skvrny, které se postupně propadají. Pod těmito skvrnami je pletivo hnědé a často podléhá druhotné bakteriální hnilobě (Rod, 1997).



Obrázek 1: Příznaky napadení plísní bramboru na listech (Juroch, 2011).

### **Ochrana**

Většinou se nevyhneme chemické ochraně. Používáme přípravky na bázi mědi (nejznámější a nejdostupnější je Kuprikol) a v případě potřeby i přípravky systémové (Kazda

et al., 2007). Použití fungicidů je základním a nezbytným opatřením proti plísni bramboru. Zajišťuje ochranu listové plochy a při vhodném fungicidním sledu omezuje infekci hlíz. Účinnost ošetření závisí na včasné aplikaci, použitém fungicidu a postřikovém sledu, na dávce vody a kvalitě ošetření (Vokál et al., 2004).

### **Preventivní opatření**

Základem ochrany musí být preventivní opatření. Podle možnosti se vyvarujeme pěstování brambor a rajčat v blízkosti vodní plochy. Nesázíme rostliny příliš hustě, neboť v takovém porostu je pak trvale vysoká vlhkost vzduchu. Šetření místem na úkor prostoru pro jednotlivé rostliny se zde více než v jiných případech nevyplácí (Kazda et al., 2007). Kromě toho je vhodné před výsadbou vytřídit nemocné hlízy a nesázet vedle sebe rané a pozdní odrůdy. Napadené hlízy je nutné vhodným způsobem likvidovat, aby nebyly zdrojem šíření choroby. Infekci hlíz znesnadňuje řádné nakopčení rostlin a včasné odstranění napadené nati z porostu (Rod, 1997). Dále odkamenění snižuje nebezpečí mechanického poškození hlíz při sklizni a tedy i možnost infekce. Důležitým opatřením je i vyrovnaná výživa, tedy především dostatečná zásoba hořčíku a také některých důležitých mikroprvků v půdě. Naopak vysoký obsah dusíku způsobuje bujný růst rostlin, zahuštění porostů, vyšší náchylnost pletiv k napadení patogenem a tedy podporuje šíření choroby. Dalším preventivním opatřením je biologická příprava sadby, tedy narašení nebo naklíčení hlíz a dle možnosti včasná výsadba. V období sekundárních infekcí dosahují takto vypěstované rostliny již pokročilého vývojového stádia a klesá riziko případných výnosových ztrát. Dalšími vhodnými opatřeními je dodržování víceletých osevních postupů (optimálně 4 roky - potenciální infekce oosporami) a dodržování izolačních vzdáleností, tj. nesázet pozdní odrůdy vedle raných. Dostatečně vysoké nahrnutí a správný tvar hrůbků chrání hlízy před sekundární infekcí sporangiemi, které mohou být smývány intenzivními srážkami do půdy. Pozemky je třeba udržovat v bezplevelném stavu, zaplevelení ovlivňuje mikroklima porostu a zvyšuje nebezpečí vzniku infekce a šíření choroby. Intenzita ochrany vždy závisí na konkrétním průběhu počasí během vegetační sezóny, ranosti a odolnosti pěstované odrůdy a užitkovém směru pěstování (konzumní, sadbové brambory). Běžně se provádí proti tomuto patogenu 4 - 10 aplikací přípravků na ochranu rostlin (Juroch, 2011).

Základním předpokladem je také výběr odolné odrůdy. U méně odolných odrůd je plíseň limitujícím faktorem (Vokál et al., 2004). V náchylnosti odrůd existují určité rozdíly. Obecně však platí, že pozdní odrůdy jsou vůči tomuto patogenu odolnější. Seznam doporučených odrůd konzumních brambor (2010) uvádí celkem 155 odrůd, z toho 34 odrůd

velmi raných, 47 odrůd raných, 50 odrůd poloraných a 24 odrůd polopozdních až pozdních. Registrované odrůdy jsou většinou původem ze zemí EU a ČR. V současné době není v ČR pěstovaná žádná odrůda s geneticky podmíněnou rezistencí k patogenu *Phytophthora infestans*, odrůdy se vyznačují pouze různou úrovní odolnosti a jsou rezistentní pouze proti rakovině bramboru a háďátku bramborovému. Aktuální seznam přípravků na ochranu rostlin k ochraně proti plísni bramboru a rajčete lze nalézt na internetových stránkách Státní rostlinolékařské správy: <http://eagri.cz/public/app/eagriapp/POR/> (Juroch, 2011).

Při výběru vhodné odrůdy mají přednost odrůdy s kratší vegetační dobou, rychlým počátečním růstem, nižší náročností na výživu dusíkem a s vyšší odolností vůči chorobám - především vůči plísni bramboru (Vokál et al., 2004).

K odolnějším odrůdám patří například Ausonia, Karin, Koruna, Ostara, Tempora, Agria, Dita, Radka a Rema, k náchylnějším pak Gloria, Karla, Premiere, Lada a Lipta (Rod, 1997). Výběr odrůdy je nutné zvažovat také ve vztahu k lokalitě, náchylné odrůdy nelze pěstovat v rizikových lokalitách. Rozhodující je výběr odrůdy pro ekologický způsob pěstování, kde jsou omezené možnosti fungicidní ochrany (Vokál et al., 2004).

### **Likvidace natě**

Ukončení vegetace likvidací natě mechanicky nebo chemicky je základním opatřením pro ochranu hlíz, kterým se omezuje zdroj infekce (tj. tvorba sporangii původce v nati a jejich smyv do půdy) (Hausvater et al., 2011).

Při rozhodování o ukončení vegetace je třeba brát v úvahu následující faktory:

- procento napadení natě a očekávaný vývoj infekce (stagnace nebo silný infekční tlak)
- okamžitý a očekávaný vývoj počasí (vhodnost podmínek pro infekci hlíz)
- výnos hlíz
- náchylnost odrůdy k plísni na hlízách
- půdní podmínky dané lokality (Hausvater et al., 2011).

Obecně je možné doporučit ukončení vegetace v období, kdy je nať napadena v rozmezí 5 - 20 %. Vhodnější je dodržet nižší hranici, tj. 5 %, zejména je-li předpoklad dalšího rychlého šíření plísně v porostu, jsou očekávány intenzivní dešťové srážky a jedná se o lokalitu s těžší půdou. Ukončení vegetace při vyšším napadení natě je možné připustit v těch případech, kdy plíseň v porostu není aktivní, je předpoklad delšího období bez srážek a nejedná se o rizikovou lokalitu (údolní poloha apod.) a odrůdu náchylnou k plísni na hlízách. Za takových podmínek lze rovněž zvolit mechanické rozbití natě místo desikace. Přirozené

dozrání porostu je možné pouze za předpokladu, že je bramborová nať zcela bez napadení plísní (Hausvater et al., 2011).

Na malých plochách je vhodné v kritickém období nať posekat nebo vytrhat a odstranit z pozemku. (Hausvater et al., 2011).

### **Ochrana proti plísni bramboru v systému ekologického pěstování brambor:**

Použití fungicidů:

Možnost aplikace fungicidů je omezena na použití měďnatých přípravků s maximální dávkou 8 kg Cu/ha, od roku 2006 pouze 6 kg/ha. V současné době je registrovaný pouze přípravek Kuprikol 50. Celkovou dávkou lze rozdělit na 2 až 4 ošetření. První ošetření je nutné načasovat do období těsně před podmínkami pro infekci. Dělení celkové dávky je pak nutné přizpůsobit aktuální situaci. Při silném infekčním tlaku je nutné aplikovat dvě plné dávky přípravku, při slabém infekčním tlaku je vhodnější povolené množství rozdělit do více postřiků (3 až 4). Účinnost povoleného množství měďnatých přípravků je nejméně o 50 % nižší než při plné fungicidní ochraně. Rovněž je nutné počítat s možnou inhibicí výnosu vlivem měďnatých přípravků u některých odrůd, zejména při časně aplikaci (Vokál, 2004).

Ukončení vegetace:

Ukončení vegetace je možné provádět pouze mechanicky. Pokud jsou pěstovány odrůdy s vysokou odolností k plísni na hlízách, lze k tomuto zásahu přistoupit až v období, kdy je napadeno 30 - 40 % listové plochy. Na menších plochách je vhodné nať posekat a odstranit z pole (Vokál, 2004).

Níže na obrázcích 2 - 5 je zachycena plíseň bramboru na porostu brambor od primární infekce až po silně napadený porost (Hausvater et al., 2011).



Obrázek 2: Primární infekce plísně bramboru



Obrázek 3: Příznaky plísně bramboru na spodní straně listu



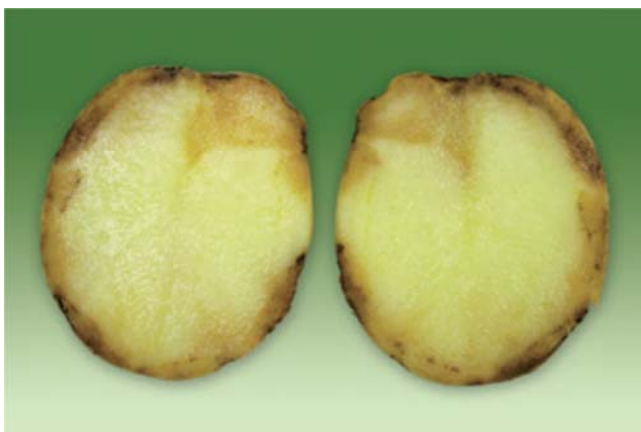
Obrázek 4: Typické příznaky plísně bramboru na listech



Obrázek 5: Porost silně napadený plísní bramboru

Na dalších obrázcích 6 - 8 lze spatřit projev plísně bramboru na hlízách a na obrázku 9 je znázorněno ohnisko plísně bramboru v porostu (Hausvater et al., 2011). Jak vypadá pole po desikaci lze vidět na obrázku 10 (Hausvater a Doležal, 2014).





Obrázek 6: Projevy plísně bramboru na řezu hlízou



Obrázek 7: Projevy plísně bramboru a počátek sekundárního rozkladu bakteriemi na řezu hlízou



Obrázek 8: Směsná infekce plísně bramboru a bakterií



Obrázek 9: Ohnisko plísně bramboru v porostu



Obrázek 10: Ukončení vegetace desikací je základním opatřením pro ochranu hlíz



## 4. Materiál a metody

### 4.1 Charakteristika počasí

Průběh počasí na Výzkumné stanici dokumentuje tabulka 2, ze které jsou patrné výrazné rozdíly oproti dlouhodobému normálu jak v měsíčním srážkovém úhrnu tak teplotách.

**Tabulka 2: Tabulka průměrných teplot vzduchu a srážkového úhrnu**

Měsíc	Teplota vzduchu (°C)	Dlouhodobý normál (°C)	Rozdíl	Srážkový úhrn (mm)	Dlouhodobý normál (mm)	Rozdíl
duben	11,7	8,2	3,5	32,4	46	-13,6
květen	14,0	13,4	0,6	117,8	65	52,8
červen	17,5	16,3	1,2	32,6	74	-41,4
červenec	20,6	18,2	2,4	178,6	74	104,6
srpen	17,6	17,5	0,1	58,6	72	-13,4
září	15,4	14	1,4	87,6	49	-38,6

Z tabulky je patrné, že v měsících květen a červenec byly zaznamenány největší úhrny srážek, které dosáhly až dvojnásobně vyšší hodnoty. Teploty ve všech měsících byly teplejší, a to nejvíce v dubnu a červenci (v porovnání s dlouhodobým normálem).

### 4.2 Charakteristika stanoviště

Přesné polní pokusy probíhaly na Výzkumné stanici katedry rostlinné výroby v Praze - Uhříněvsi, která je od roku 1952 pracovištěm katedry rostlinné výroby Fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů České zemědělské univerzity v Praze. Výzkumná stanice disponuje ekologicky certifikovanou plochou (5,44 ha).

Pokusné pozemky spadají do výrobní oblasti řepařské a řepařsko - pšeničné. Půdy stanice patří do skupiny jílovitých hlín a k půdnímu typu hnědozemě. Humusový horizont dosahuje do hloubky 700 mm a ornice má neutrální reakci. Hladina spodní vody se vyskytuje v hloubce 1 m. Pokusné stanoviště se nachází v nadmořské výšce 295 m n. m., průměrná denní teplota vzduchu dosahuje 8,3 °C (ve vegetačním období 14,6 °C) a roční úhrn srážek 575 mm (Výzkumná stanice Praha – Uhříněves, 2014).

## 4.3 Charakteristika použitých přípravků

### 4.3.1 Alga 600



Alga 600 je přírodní výživa rostlin z mořských řas se stimulačním a protistresovým účinkem. Organický extrakt z hnědých mořských řas obsahuje vysokou koncentraci organických živin, minerálů, vitamínů a bioaktivních látek s unikátními účinky. Alga 600 je v EU certifikovaná institutem IMO (Institute for marketecology) jako organický produkt pro použití v ekologickém zemědělství (Agrobiosfer, 2013).

**Tabulka 3: Složení Alga600 (Agrobiosfer, 2013)**

Organická látka	55 %
Kyselina alginová	15 %
Aminokyseliny	6 %
N	1 %
K <sub>2</sub> O	17 %
S	1 %
Ca	0,5 %
Fe	0,15 %
Mg	0,04 %
Cu	25 ppm
Přírodní stimulanty	600 ppm
pH	9 - 11

#### **Doporučená aplikace Alga 600 od výrobce:**

Alga 600 je vysoce koncentrované a 100 % vodorozpustné BIO hnojivo v práškové formě. Je vhodné zejména pro zeleninu, ovocné sady, květiny, brambory, kukuřici, obiloviny a trávníky.

Postřik na list: 2 - 4 krát v dávce 0,25 - 0,5 kg/ha (2,5 – 5 g do 10 l vody na 100 m<sup>2</sup>).

Zálivka: 2 - 3 krát v dávce 1,5 - 2 kg/ha (15 – 20 g do 10 l vody na 100 m<sup>2</sup>).

Ošetření osiva: 0,5 - 1 kg/tunu osiva

Dávka vody: min. 100 l/ha (Agrobiosfer, 2013).

### **Výhody Alga 600:**

- zvyšuje výnos a jeho kvalitu
- obsahuje přírodní růstové hormony jako auxiny, gibereliny, cytokininy a jiné účinné látky
- zlepšuje kvetení, násadu květů, vývoj plodů a velikost listů - green efekt
- obsahuje bioaktivní látky a mikroelementy
- prodlužuje skladovatelnost po sklizni ovoce, zeleniny a květů
- zvyšuje imunitu, pomáhá rostlinám překonat environmentální stres a choroby
- podporuje vývin kořenového systému
- stimuluje buněčné dělení
- obsahuje antitoxiny na ochranu před bakteriemi, viry, a na odpuzení hmyzu (Agrobiosfer, 2013).

### **Bioaktivní látky Alga 600:**

Kyselina alginová: - vyvážený růst v průběhu vegetace, výrazně zvyšuje odolnost vůči stresu, dobrý půdní kondicionér.

Betain, manitol: - zlepšuje koncentraci cytoplazmy, má antistresový účinek (sucho, chlad, zasolení), zvyšuje využitelnost konvenčních hnojiv.

Přírodní stimulatory růstu: - 600 ppm přírodních stimulatorů růstu. Auxiny, cytokininy, gibereliny a kyselina abscisová stimulují interní aktivity. Regulace rovnováhy endogenních hormonů.

Polyfenoly, antibiotika: - účinné proti chorobám (Agrobiosfer, 2013).

### **Cena Alga 600:**

3 \* 10 g = 85,00 Kč bez DPH / 102,00 Kč s DPH

100 g = 173,00 Kč bez DPH / 207,60 Kč s DPH (Agrobiosfer, 2013).

### **Výrobce Alga 600:**

Agrobiosfer, s.r.o. (Agrobiosfer, 2013).

### 4.3.2 Softguard



Softguard obsahuje výtažky z krunýřů krabů a krevet s obsahem bioaktivní látky chitosan oligosacharid na prevenci rostlin proti chorobám. Softguard výrazně posiluje imunitní systém rostlin. Přípravek je vhodný pro ekologické zemědělství, oficiálně certifikováno jako "organický produkt" (ES 834/2007 a 889/2008) institutem IMO (Agrobiosfer, 2013).

**Tabulka 4: Složení Softguard (Agrobiosfer, 2013)**

Chitosan oligosacharid	20 g/l
Organický podíl	50 g/l
K <sub>2</sub> O	20 g/l
Hodnota pH	4 – 5

#### **Doporučená aplikace Softguard od výrobce:**

Vhodný zejména pro zeleninu, ovocné sady a vinice, brambory, jahody, maliny a trávniky.

Postřik na list: 2 - 3 krát v dávce 1,3 - 1,7 l/ha (10 – 17 ml do 10 l vody na 100 m<sup>2</sup>).

Zálivka: 2 - 3 krát v dávce 1,3 - 2 l/ha (10 - 20 ml do 10 l vody na 100 m<sup>2</sup>).

Ošetření osiva: v dávce 2 - 2,5 l/t osiva.

Dávka vody: min. 100 l/ha (Agrobiosfer, 2013).

#### **Výhody Softguard:**

- aktivuje a posiluje imunitní systém rostlin
- chitosan plní obrannou funkci u rostlin a podporuje jejich růst
- prevence proti houbovým, bakteriálním a virovým chorobám
- stimuluje syntézu některých enzymů a podporuje růst rostlin
- synergické účinky s přípravky z mořských řas (Alga 600)
- výrazně zvyšuje imunitu, pomáhá rostlinám setrvat enviromentální stres a nemoci
- stimuluje tvorbu antibiotických látek, zamezuje vzniku a množení háďátek (nematoda)
- zvyšuje klíčivost, HTS a výnos rostlin (Agrobiosfer, 2013).

#### **Cena Softguard:**

100 ml = 75,00 Kč bez DPH/90,00 Kč s DPH

250 ml = 182,00 Kč bez DPH/218,40 Kč s DPH (Agrobiosfer, 2013).

## **Výrobce Softguard:**

Agrobiosfer, s.r.o. (Agrobiosfer, 2013).

### **4.3.3 Alginure**



Pomocný prostředek pro posílení odolnosti rostlin proti houbovým chorobám (Biocont, 2012 - 2015).

#### **Působení Alginure:**

Po aplikaci dochází v rostlinách k aktivaci řady obranných biochemických mechanismů, přičemž nejrychleji (do dvou hodin) je aktivována tvorba peroxidu vodíku.

Poté je rostlina schopna tvořit kyselinu salicylovou, PR proteiny a nakonec během dvou dnů je plně aktivována i produkce fytoalexinů. Tímto způsobem je možno mnoho rostlin cestou indukované rezistence velmi účinně a hlavně včas připravit na napadení patogeny. Alginure působí preventivně nebo při aplikaci zvýšené dávky i kurativně. Při prvních aplikacích je vhodné kombinovat Alginure s nízkými dávkami kvalitních měďnatých fungicidů (Biocont, 2012 - 2015).

#### **Složení:**

- obsahuje výtažky z mořských řas 24 % (Biocont, 2012 - 2015).

#### **Doporučená aplikace Alginure od výrobce:**

Postřik provádějte jen za bezvětří nebo mírného vánku, v tom případě ve směru po větru od dalších osob. Aplikujte preventivně před rozšířením infekce. Neaplikujte při vysokých teplotách a za poledního slunečního svitu.

Dávka: 3-5 l/ha (podle plodiny)

Réva vinná: 3 x (před květem, v době kvetení, po květu) v dávce 3 - 5l/ha

Jádroviny: před květem, aplikace v průběhu květu a po květu mohou zvyšovat rzivost plodů a snižovat růst listů. Dávka 3 - 5 l/ha

Rajčata: 3 – 6 x do počátku vybarvování plodů v dávce 3 - 5 l/ha

Brambory: od stádia 3 - 4 listu, ošetření opakovat v intervalu 7 - 10 v průběhu celého vegetačního období, v dávce 3 - 5 l/ha

Zelenina: (salát, okurky - 2,5 - 5 l/ha; košťáloviny - 0,75 - 1 l/ha) (Biocont, 2012 - 2015).

**Kompatibilita Alginure:**

Nelze mísit se zásaditými produkty. Lze mísit s insekticidy a měďnatými přípravky (Biocont, 2012 - 2015).

**Výhody Alginure:**

Výrobce doporučuje proti:

- plíseň révy, strupovitost, moniliová spála, hnědnutí listů meruňky, plíseň rajčete, plíseň salátu, plíseň okurky, plíseň cibule, plíseň bramboru, nádorovitost košťálovin, houbové choroby, fomová hniloba, suchá skvrnitost listů a plodů (Biocont, 2012 - 2015).

**Cena Alginure:**

5 l = 1 640,00 Kč bez DPH/1 984,00 Kč s DPH

10 l = 3 130,00 Kč bez DPH/3 787,00 Kč s DPH (Biocont, 2012 - 2015).

**Výrobce Alginure:**

Biocont Laboratory spol. s.r.o. (Biocont, 2012 - 2015).

#### 4.3.4 Amalgerol Premium



Tekutý přípravek, pomocná látka působící na půdu a rostlinu, sloužící k mikrobiálnímu oživení půdního profilu, k asanaci environmentálních pedologických a hydrologických podmínek. Působením Amalgerolu Premium dochází k masivnímu pomnožení půdních dekompozičních mikroorganismů rozkládajících organické dusíkaté látky i další hůře rozložitelné sloučeniny typu celulózy. V zemích EU je schválen pro použití v provozech ekologického zemědělství (Amalgerol, 2012).

**Složení Amalgerol:**

- obsahuje 40 komponentů, rostlinné a éterické oleje, minerální destiláty, bylinné výtažky, extrakty z mořských řas (Amalgerol, 2012).

### **Aplikace Amalgerol:**

Výrobce na svých stránkách neuvádí.

### **Výhody Amalgerol:**

#### Působení na půdu:

- aktivuje mikrobiální život v půdě, sedminásobné zvýšení mykorhizy a vlásečnic
- stabilizuje tvorbu drobtovité půdní struktury
- snižuje se spotřeba PHM a opotřebení strojů při obdělávání půdy
- zvyšuje provzdušnění půdy
- působí na tvorbu kořenového systému
- upravuje pH půdy
- zvyšuje teplotu půdy až o 2 °C
- zabraňuje vyplavování živin z půdy a jejich průniku do spodních vod
- urychluje rozklad posklizňových zbytků – méně fuzárií (amalgerol.cz)

#### Působení na rostlinu:

- tvorba mohutnějšího kořenového systému
- lepší příjem živin a vody – lépe odolává stresům
- působí jako smáčedlo při použití přípravků na ochranu rostlin a aplikaci listových hnojiv (zlepšuje jejich využití)
- kompaktnější rostlinná pletiva – lepší zdravotní stav
- zvyšuje skladovatelnost, chuť a obsah látek
- rozklad posklizňových zbytků a kompostování (Amalgerol, 2012).

### **Cena Amalgerol:**

Výrobce na svých stránkách neuvádí.

### **Výrobce Amalgerol:**

AMALGEROL CZ s.r.o. (Amalgerol, 2012).

### 4.3.5 Albit

Již přes 12 let se v Evropě na nejpěstovanějších zemědělských plodinách používá stimulant růstu Albit. Výrobek se vyznačuje ekologičností obsažených biologických přípravků, ale také efektivností a stabilitou, která se vyrovnává chemickým přípravkům. Jedná se o přírodní produkt, bez použití chemických účinných látek (Jetchem).

**Tabulka 5: Složení přípravku Albit (Jetchem).**

Látka	Hodnota v %
poly-beta-hydroxy butyric acid	0,62
Celkový dusík jako N	7,5
Fosforečnan jako P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6
Draslík jako vodorozpustný K <sub>2</sub> O	4,5
Hořčík jako MgO	0,6
Síra jako SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,7

#### **Doporučená aplikace Albit od výrobce:**

##### Termín aplikace:

1. odnožování, zakládání listu (3-5 listů)
2. před kvetením, začátek kvetení

##### Aplikační dávka (na 1ha):

Obiloviny: 40 ml, řepka: 60 ml, slunečnice: 40 ml, kukuřice: 40 ml, vinná réva: 200 ml, zelenina: 30 ml, brambory: 50 ml, cukrovka: 40 ml (Jetchem).

#### **Výhody Albit:**

- stimuluje růst
- zvyšuje úrodnost od 5 % do 23 % v průměru
- antistresant od chemických pesticidů
- upevňuje zdraví rostlin
- zvyšuje odolnost proti suchu
- zvyšuje efekt chemických pesticidů a mořidel
- 12 let testování a zkušeností (Jetchem).



**Bioaktivní látky:**

Albit obsahuje čistou účinnou látku poly-beta-hydroxy máselnou kyselinu, která se nachází v půdních bakteriích *Bacillus megaterium* a *Pseudomonas aureofaciens*. V přírodních půdních podmínkách tyto bakterie žijí na kořenech rostlin, stimulují jejich růst, chrání od nemocí a nepřízní počasí. V přípravku byly následně přidány obvyklé mikro a makro elementy, které zesilují efekt základní účinné látky a to N, P, K, Mg, S, Fe, Mn, Mo, Cu, Co, B, I, Se, Na, Ni, Zn a také terpenovou kyselinu jehličnatého extraktu. Albit neobsahuje živé mikroorganismy, což činí tento přípravek více stabilním, lépe se přizpůsobí různým podmínkám okolí (Jetchem).

**Cena Albit:**

1 l = 3 100,00 Kč (Jetchem).

**Výrobce Albit:**

JET COMPANY, s.r.o. (Jetchem).

**4.4 Založení a vedení polního pokusu**

Pokus začal tříděním a biologickou přípravou sadby (předkličování čtyři týdny před plánovanou výsadbou). Výsadba proběhla 24. 4. 2014 a použita byla odrůda Red Anna (ve 3 opakováních, ve sponu 0,80 x 0,33 m, velikost pokusné parcelky 7,2 m<sup>2</sup>). Po výsadbě bylo provedeno konečné nahrnutí (vytvarování) hrůbků po výsadbě (29. 4. 2014). Slepá proorávka a vláčení proběhla 15. 5. 2014 a v tomto termínu je patrný začátek vzcházení (21. 5. 2014 byl porost plně vzešlý).

Během vegetace byl pro regulaci mandelinky bramborové aplikován přípravek Spintor (20. 6. a 21. 7.). Plně kvetoucí porost a počátek tloustnutí stolonů bylo zaznamenáno 16. 6. 2014. Dne 30. 6. 2014 již byly vytvořeny první hlízy (konzumní velikosti).

K intenzivnímu žloutnutí a zasychání natě došlo 6. 8. 2014 (poslední termín hodnocení). Ruční sklizeň proběhla 20. 8. 2014 a asi za týden (po oschnutí hlíz) byly hlízy tříděny (do čtyř velikostních kategorií – pod 40 mm, 41 - 55 mm, 56 - 60 mm a nad 60 mm). U sklizených hlíz byla zároveň zjišťována jejich hmotnost a počet.

Odrůda použitá v pokusu:

### **Red Anna**

Odrůda pro přímý konzum, varný typ B. Hlízy jsou krátce oválné, s červenou slupkou. Počet hlíz pod trsem středně vysoký.

Proti napadení rakovinou bramboru patotypu 1 a háďátkem bramborovým patotypu Ro1 rezistentní.

Přednosti: odolnost proti napadení virovými chorobami, odolnost hlíz proti mechanickému poškození.

Pěstitelská rizika: výrazná nemá.

Udržovatel: Vesa Velhartice, a.s. (Čermák, 2010).

**Tabulka 6: Významné hospodářské vlastnosti odrůdy Red Anna (Čermák, 2010).**

Hospodářské vlastnosti		Odolnost	
Výnos tržních hlíz (t/ha)	43,1	Virové choroby	9
Výnos tržních hlíz (%)	93	Plíseň na nati	6
Vegetační doba	poloraná	Plísňová hniloba	8
Rychlost počátečního růstu natě	7	Měkká hniloba	6
Dynamika nárůstu hlíz	4	Strupovitost	8
Počet hlíz	15	Mech. poškození hlíz	9
Klíčení ve skládce	6	Šednutí dužiny	7

*Pozn.: Hodnocení odolnosti odrůd dle Čermáka (2010): odrůdy hodnocené stupni 9 - 8 jsou odolné (choroba je nenapadá, nebo je napadení minimální, ke ztrátám na výnose ani ke snížení kvality nedochází), odrůdy hodnocené stupni 7 - 6 jsou středně odolné (choroba se na nich může projevit a zapříčinit menší ztráty), odrůdy hodnocené stupni 5 - 4 jsou méně odolné (choroba může vyvolat výrazné ztráty, výskyt choroby na těchto odrůdách musí být sledován, potřeba ošetření fungicidy je častá), odrůdy hodnocené stupni 3 - 1 jsou náchylné (obvyklou nutností při jejich pěstování je včasné, někdy i opakované ošetření fungicidy, na lokalitách s častým výskytem dané choroby by měly být zváženy důvody pro jejich pěstování).*

**Tabulka 7: Termíny zpracování půdy**

14. 1. 2014	podzimní orba
23. 1. 2014	1. kypření půdy
31. 3. 2014	aplikace lihovarnických výpalků v dávce 2 t/ha (zdroj K)
23. 4. 2014	2. kypření půdy před sázením
15. 5. 2014	slepá proorávka a vláčení

**Tabulka 8: Seznam pokusných variant (použitých přípravků)**

Označení	Popis pokusné varianty	Použitá dávka v pokuse	Termíny aplikace
1	Alga 600	0,5 l/ha	13. 6., 27. 6. a 24. 7.
2	Alginure	4 l/ha	13. 6., 27. 6. a 24. 7.
3	Amalgerol Premium	5 l/ha	13. 6., 27. 6. a 24. 7.
4	Albit + Softguard	50 ml/ha + 1,4 l/ha	13. 6. a 27. 6.
6	Albit	50 ml/ha	13. 6. a 27. 6.
7	Softguard	1,4 l/ha	13. 6. a 27. 6.
8	Kontrola bez postřiku	---	---

#### 4.5 Sledované a hodnocené ukazatele

##### Obsah chlorofylu v listech

Měření ručním chlorofylmetrem Minolta SPAD – 502. Obsah chlorofylu byl zjišťován vždy na 10 rostlinách (každého opakování) na druhém listu vrcholových partií. Za vegetaci bylo provedeno pět měření (13. 6., 24. 6., 7. 7., 24. 7. a 31. 7.).

##### Plíseň bramborová na nati

Stanovena míra napadení (jako % napadené listové plochy) dvěma hodnotiteli (následně za opakování zprůměrováno). Plíseň bramboru na nati byla hodnocena 4x za vegetaci (7. 7., 24. 7., 31. 7. a 6. 8.).

## Výnosové ukazatele

Hlízy z jednotlivých opakování byly označeny a ponechány týden k oschnutí. Následně byl celý vzorek hlíz zvážen (zjištěny hmotnost hlíz celkem) a na čtvercových sítích rozdělen na frakce pod 40 mm, 40 - 55 mm, 56 - 60 mm a nad 60 mm. U jednotlivých frakcí byl zjišťován počet a hmotnost hlíz. Následně byl vypočítán výnos konzumních hlíz (hlízy nad 40 mm).

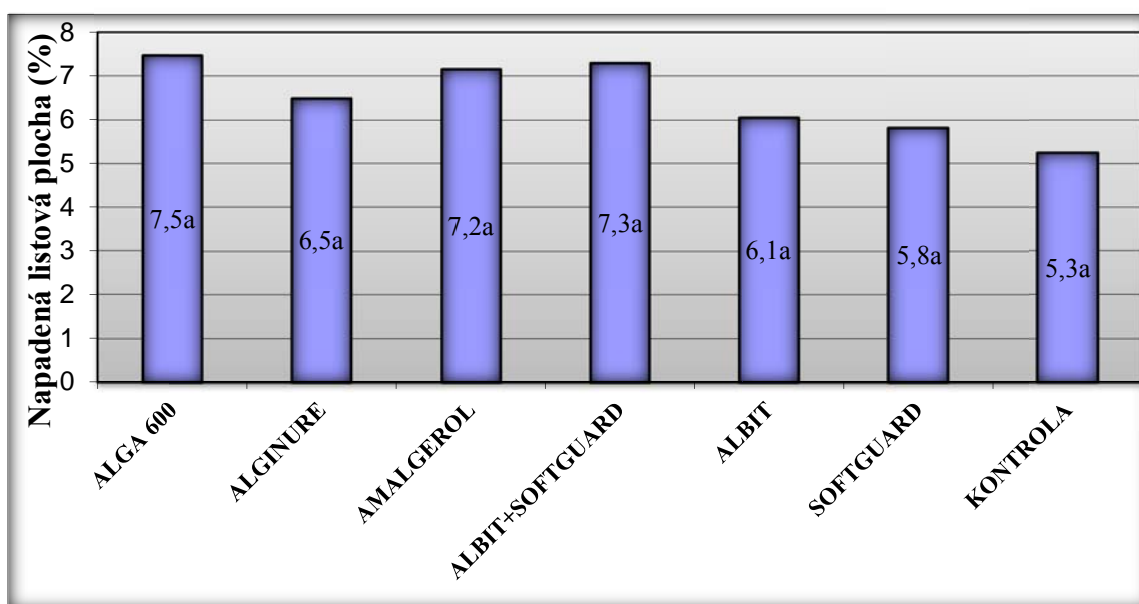
## 4.6 Statistické hodnocení polního pokusu

Naměřené hodnoty byly průběžně ukládány do MS Office Excel. Následně připraveny pro statistické zpracování v programu Statgraphics Plus verze 5.1. Nejprve byla provedena analýza rozptylu ANOVA a následně podrobné statistické vyhodnocení metodou Tukey HSD na hladině významnosti 95 %. Zjištěné průměry a minimální průkazná diference ( $HSD_{0.05}$ ) byly přeneseny zpět do MS Office Excel a v tabulkách a grafech vyznačeny statisticky průkazné rozdíly (průměry se stejnými písmeny se statisticky průkazně neliší).

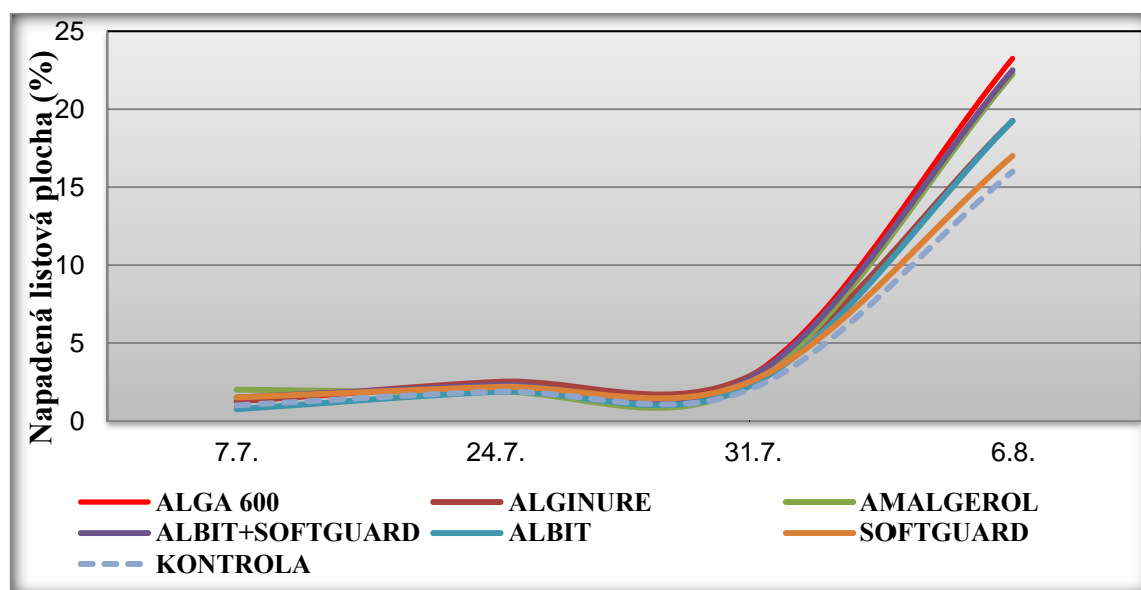
## 5. Výsledky

### 5.1 Vliv aplikace přípravků na regulaci plísně bramboru

Z aplikovaných přípravků neměl žádný průkazný vliv na snížení plísně bramboru na nati (Graf 1). Trend nižšího napadení byl zjištěn u neošetřované kontroly a vyššího u Alga 600, Amalgerol a kombinace Albit + Sotfguard. Napadení plísní však bylo celkově nízké u všech pokusných variant.



Graf 1: Průměrné napadení listové plochy plísní bramboru po ošetření zvolenými přípravky  
Pozn.: průměry se stejnými písmeny nejsou statisticky průkazné na hladině významnosti 95 %; minimální průkazná diference pro plíseň na nati  $HSD_{0,05}=1,73$

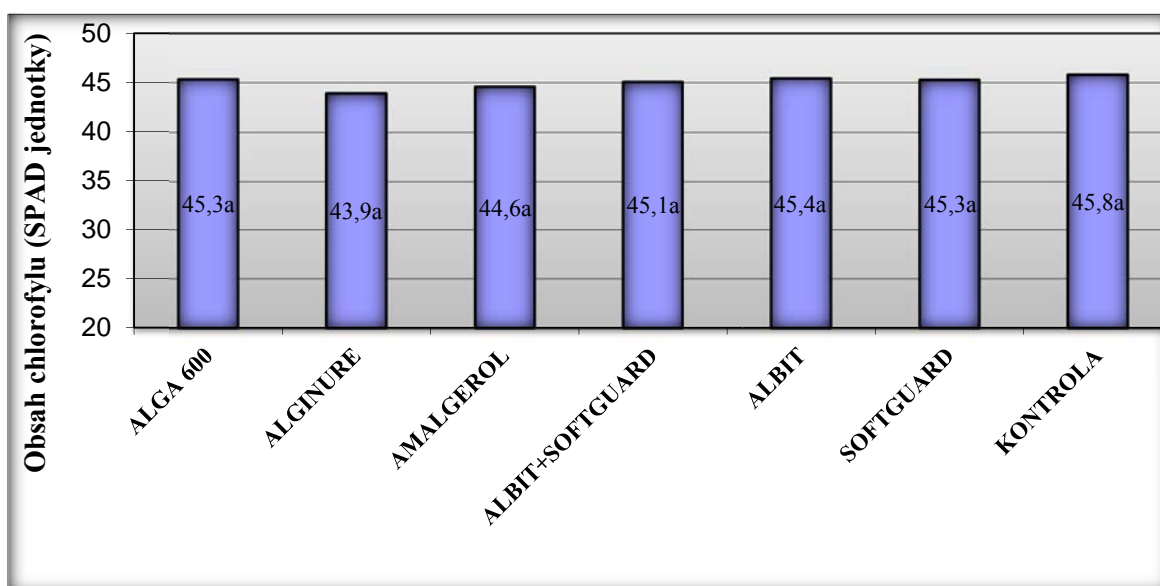


Graf 2: Průběh a stav napadení plísní bramboru u jednotlivých variant

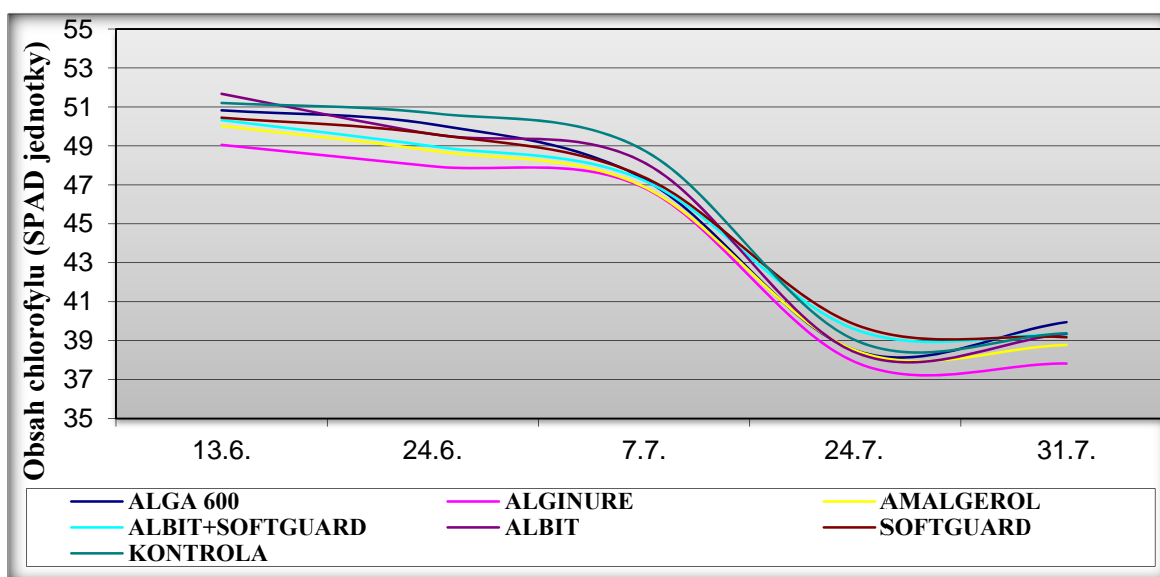
Podrobnější pohled na stav a vývoj napadení během vegetace ukazuje graf 2. Z něho je patrné, že rozdíly v napadení do hodnocení 31.7. byly minimální. Rozvoj plísně na nati tedy gradoval až na počátku srpna, kdy při hodnocení 6.8. napadení odpovídalo celkovému průměrnému napadení (kontrola jednoznačně po celou vegetaci nižší napadení).

## 5.2 Vliv aplikace přípravků na obsah chlorofylu

Aplikace přípravků neposkytla také žádné průkazné rozdíly v obsahu chlorofylu v listech (Graf 3). Trend vyššího obsahu byl u kontroly a nižšího u Alginure.



Graf 3: Průměrný obsah chlorofylu v listech po ošetření zvolenými přípravky.  
Pozn.: průměry se stejnými písmeny nejsou statisticky průkazné na hladině významnosti 95 %; minimální průkazná diference pro obsah chlorofylu v listech  $HSD_{0,05}=1,59$

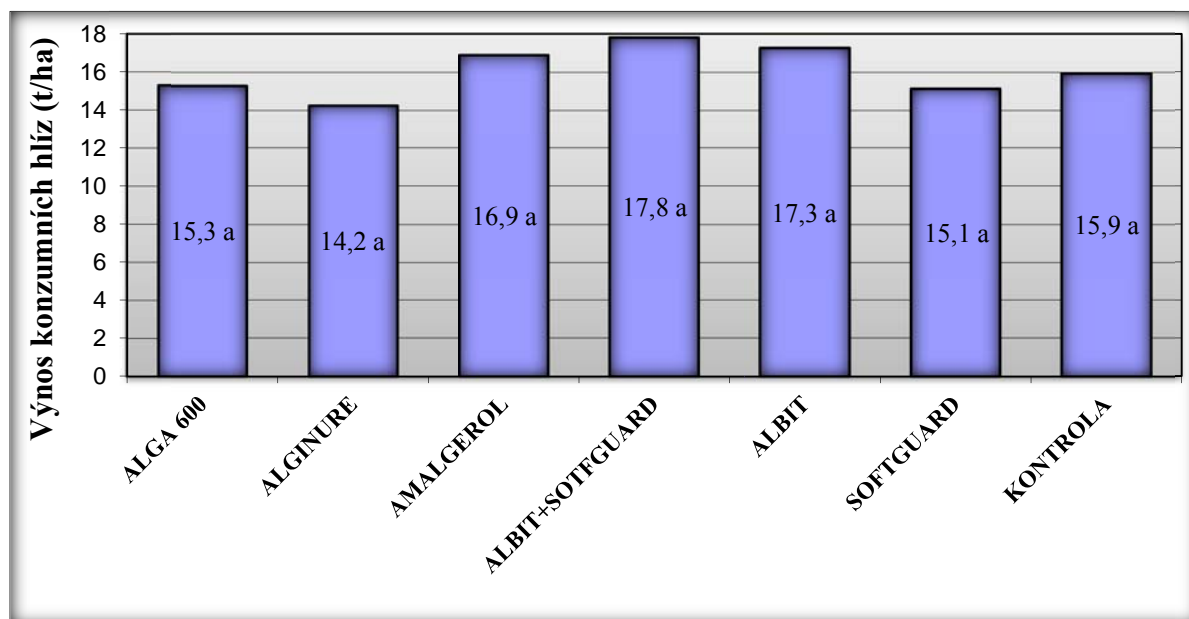


Graf 4: Průběh a obsah chlorofylu v listech u použitých variant

Podrobnější průběh obsahu chlorofylu v listech během vegetace popisuje Graf 4, z něhož je patrný výrazný pokles obsahu započatý 7.7., který měl klesající tendenci až do 24.7., kdy došlo k ustálení poklesu a u Alga 600 a Albit k jemnému vzrůstu. Nejnižší obsah po celou dobu měření měl Alginure. Nejvyšší obsah skoro po celou dobu měření měla kontrola, kterou 24.7. zastoupil Softguard a kombinace Albit + Softguard a 31.7. Alga 600.

### 5.3 Vliv aplikace přípravků na výnos hlíz

Aplikované přípravky neprokázaly žádný průkazný vliv ani na výnos hlíz (Graf 5). Trend vyššího výnosu byl u kombinace Albit + Softguard, Albit a Amalgerol a trend nižšího výnosu u Alginure, Softguard a Alga 600.

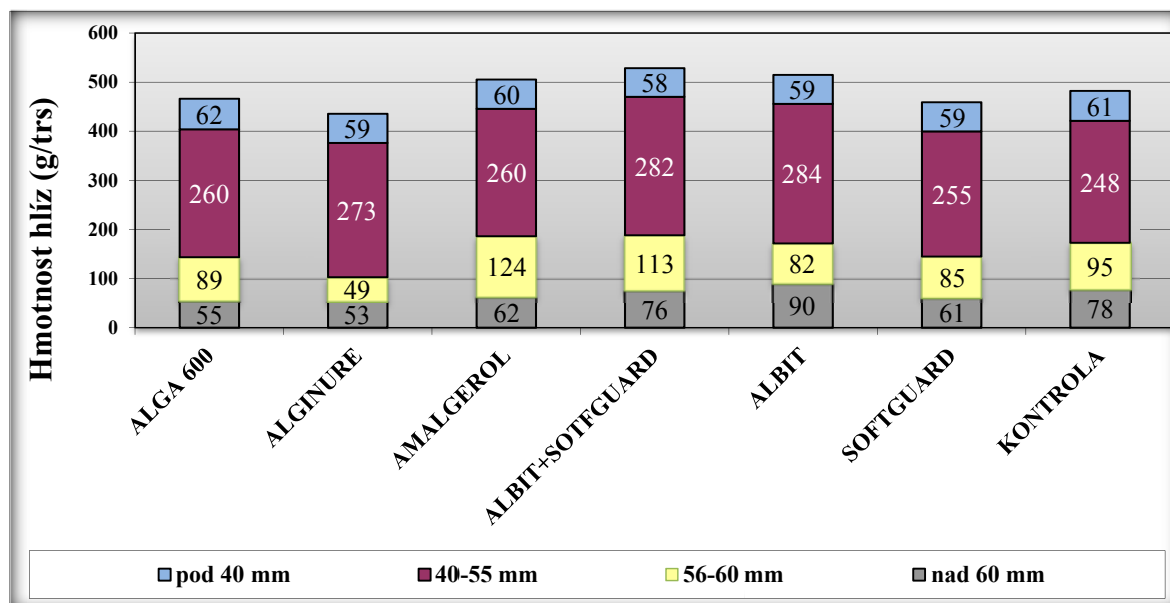


Graf 5: Průměrný výnos hlíz odrůdy Red Anna po ošetření zvolenými přípravky.

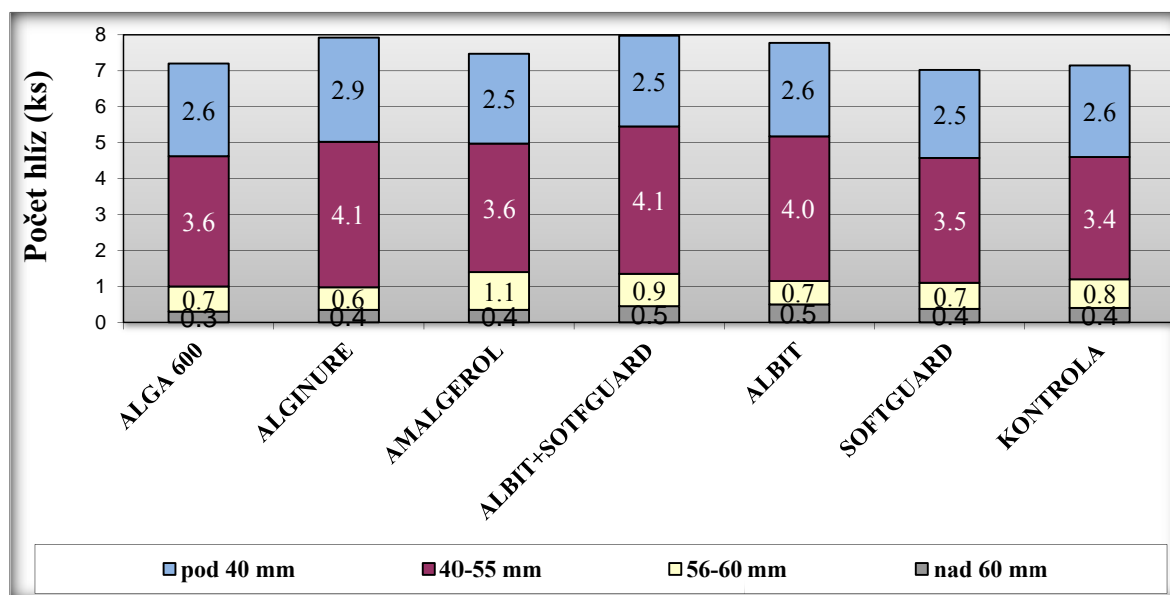
Pozn.: průměry se stejnými písmeny nejsou statisticky průkazné na hladině významnosti 95 %; minimální průkazná diference pro výnos hlíz  $HSD_{0,05}=3,219$

Podrobněji zobrazuje hmotnost hlíz rozdělenou do 4 velikostních frakcí Graf 6, z kterého lze vyčíst, že shodně u všech přípravků tvoří největší část výnosu frakce o velikosti 40 – 55 mm a dále frakce o velikosti 55 – 60 mm. Tyto velikostní frakce dominují u ošetření Albit + Softguard (395 g/trs), Amalgerol (384 g/trs) a Albitu (366 g/trs). Nejnižší podíl těchto frakcí lze nalézt u Alginure (322 g/trs), Softguard (340 g/trs) a kontroly (343 g/trs).

Podrobné zobrazení počtu hlíz pro každou velikostní frakci najdeme v Grafu 7. Nejvyšší počet hlíz tvořila opět frakce o velikosti 40 – 55 mm. Hojný počet tvořila také frakce o velikosti pod 40 mm, která však nespadá do hlíz konzumních.



Graf 6: Hmotnost hlíz po ošetření konkrétními přípravky



Graf 7: Počet hlíz po ošetření konkrétními přípravky

Vypočtené průměrné hmotnosti 1 konzumní hlízy jsou uvedeny v Tab 9. Nejvyšší průměrná hmotnost jedné konzumní hlízy byla zjištěna u neošetřené kontroly (91,5 g), dále u Amalgerol (89,6 g) a Albit (88 g), nižší hmotnost jedné konzumní hlízy u Alginure, kombinace Albit + Softguard a Alga 600.



Provedené statistické hodnocení i u dalších parametrů počtu a hmotnosti hlíz celkem a počtu a hmotnosti hlíz konzumních nezjistilo statisticky průkazné rozdíly (Tab. 9).

Trend vyššího počtu hlíz celkem byl zaznamenán u kombinace Albit + Softguard (8 hlíz na trs), Alginure (7,9 hlíz na trs) a Albit (7,8 hlíz na trs), u nižšího u Softguard, Alga 600 a kontroly (7,2 hlíz na trs). Trend vyšší hmotnosti hlíz celkem byl u kombinace Albit + Softguard (o 9,5 % než u kontroly), Albit (o 6,9 % než u kontroly) a Amalgerol (o 4,8 % než u kontroly), nižší u Alginure, Softguard a Alga 600. Trend vyššího počtu hlíz konzumních byl u kombinace Albit + Softguard (5,5 hlíz na trs) a Albit (5,2 hlíz na trs), nižší a to shodně u všech těchto tří ošetření Alga 600, Softguard a kontrola. A trend vyšší hmotnosti hlíz konzumních byl opět u kombinace Albit + Softguard (o 11,6 % než u kontroly), Albit (o 8,3 % než u kontroly) a Amalgerol (o 5,9 % než u kontroly), nižší u Alginure a Alga 600.

**Tabulka 9: Průměrná hmotnost 1 konzumní hlízy po ošetření jednotlivými přípravky**

Aplikované přípravky	Počet hlíz celkem (ks)	Hmotnost hlíz celkem (g/trs)	Počet hlíz konzumních (hlízy nad 40 mm)	Hmotnost hlíz konzumních (g/trs)	Průměrná hmotnost 1 konzumní hlízy (g)
ALGA 600	7,2	466	4,6	404	87,3
ALGINURE	7,9	435	5,0	376	74,9
AMALGEROL	7,5	505	5,0	446	89,6
ALBIT+SOFTGUARD	8,0	528	5,5	470	86,2
ALBIT	7,8	515	5,2	456	88,0
SOFTGUARD	7,0	459	4,6	400	87,4
KONTROLA	7,2	482	4,6	421	91,5
<i>HSD<sub>0,05</sub></i>	<i>NS*</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>NS</i>	<i>---</i>

*Pozn.: \*NS neprůkazné průměry; minimální průkazná diference pro počet hlíz celkem  $HSD_{0,05}=2,99$ , pro hmotnost hlíz celkem  $HSD_{0,05}=185,5$ , pro počet hlíz konzumních  $HSD_{0,05}=2,18$ , pro hmotnost hlíz konzumních 179,6.*

## 6. Diskuse

Polní pokusy probíhaly na ekologické ploše Výzkumné stanici katedry rostlinné výroby v Praze - Uhřetěvsi za teplejších podmínek a v měsících květnu a červenci při vysokém srážkovém úhrnu (v porovnání s dlouhodobým normálem).

Byl zkoumán vliv aplikovaných komerčních přípravků na regulaci plísně bramboru, na obsah chlorofylu v listech a na výnos hlíz.

### 6.1 Vliv aplikace přípravků na regulaci plísně bramboru

Aplikované přípravky nepřinesly očekávané zvýšení odolnosti vůči patogenu *Phytophthora infestans*. Na začátku července došlo k výraznému rozšíření plísně bramboru, kdy během týdne stoupl napadení listové plochy z 2,5 na 20 %. Po celou vegetaci měla kontrola jednoznačně nižší napadení, což možná mohlo být způsobeno tím, že jako u jediné nebyl aplikován žádný kapalný roztok, ani čistá voda a jak je známo, plísni se ve vlhkém prostředí daří. Zároveň lze však podotknout, že pokud aplikace probíhala za slunečného počasí, tak nemohly být poskytnuty plísni podmínky potřebné pro její rozvoj (tedy minimálně několik hodin nepřetržitého ovlhčení listů). Přípravek Alginure, který výrobce proti plísni bramboru doporučuje, pravděpodobně nedosáhl požadovaného efektu z důvodu nízkého počtu aplikací (3 aplikace). Neboť výrobce u brambor uvádí 7 – 10 ošetření v průběhu celého vegetačního období.

Hernández-Herrera et al. (2014b) naopak potvrzuje účinky proti houbě *Alternaria solani* na rostlinách rajčat (*Solanum lycopersicum*). Uvádí, že extrakty z mořských řas obohacené polysacharidy, získané ze zelených řas druhu *Ulva Lactura* a *Caulerpa sertularioides* a hnědých řas *Padina gymnospora* a *Sargassum liebmannii*, vyvolaly ochranu proti nekrotrofické houbě *Alternaria solani* na rostlinách rajčat. Redukce nekrotických lézí byla nejúčinnější při použití extraktů z *Ulva Lactula* a *Padina gymnospora* (Hernández-Herrera et al., 2014b).

Účinky řas proti plísni potvrzuje i Jayaraj et al. (2008), který ve své studii zkoumal vliv kapalného extraktu z mořské řasy *Ascophyllum nodosum* na nati mrkvi. Mrkev byla postříkána extraktem (0,2%) z mořských řas *Ascophyllum nodosum* a pak o 6 hodin později naočkována houbovým patogenem *Alternaria radicina* a *Botrytis cinerea*. Další aplikace extraktu byly provedeny 10 a 20 dní po očkování. Ošetřené rostliny vykazovaly po 10 a 25 dnech po inokulaci výrazné snížení závažnost onemocnění ve srovnání s kontrolními

rostlinami postříkaných vodou a také ve srovnání s rostlinami ošetřených kyselinou acetylsalicylovou (Jayaraj et al., 2008).

Al-Mughrabi (2007) zjistil snížení rozvoje plísně *Phytophthora infestans* po listové aplikaci čajového kompostu a kompostu z potravin u bramboru (*Solanum tuberosum* L.) oproti neošetřené kontrole. Experiment probíhal ve sklenících v Kanadě (New Brunswick), kde byly hodnoceny procenta výskytu plísně po naočkování patogenem a následným ošetřením u 2 odrůd (Green Mountain, Russet Burbank). U odrůdy Green Mountain bylo vyhodnoceno snížení onemocnění o 29 % u rostlin ošetřených čajovým kompostem a o 22 % u rostlin ošetřených kompostem z potravin, u odrůdy Russet Burbank o 27 % a 35 % v tomto pořadí (Al-Mughrabi, 2007).

## 6.2 Vliv aplikace přípravků na obsah chlorofylu

Listová aplikace přípravků neměla žádný prokazatelný vliv na zvýšení obsahu chlorofylu v listech. Očekávaný pozitivní efekt byl minimálně u výrobku Alga 600, kde výrobce uvádí, že obsahuje cytokininy i betainy, u kterých je známo, že mají pozitivní vliv na obsah chlorofylu. Nejnižší obsah po celou dobu měření byl u Alginure a nejvyšší opět u kontroly, kterou však 24.7. vystřídal Softguard a kombinace Albit + Softguard. S hodně u všech variant byl zaznamenán výrazný pokles chlorofylu v měsíci červenec, zřejmě kvůli vysokému úhrnu srážek.

Dle Blunden et al. (1997) byly u rostlin ošetřených extraktem z mořských řas formou listové aplikace získány vyšší koncentrace chlorofylu v listech v porovnání s kontrolními rostlinami ošetřených ekvivalentním množstvím vody. Pozitivní výsledky byly naměřeny u všech testovaných druhů rostlin – rajčat, pšenice, ječmene, kukuřice s výjimkou tyčkových fazolí (francouzské fazolky), u kterých nebyl zaznamenán žádný významný rozdíl mezi rostlinami pokusnými a kontrolními. Blunden et al. (1997) také zkoušel půdní aplikaci extraktu z řas, která měla za následek vyšší koncentraci chlorofylu v listech u všech testovaných druhů včetně tyčkových fazolí. Ve srovnávaném experimentu Blunden et al. (1997) byl použit extrakt z mořké řasy Algifert 25 získaný alkalickou extrakcí *Ascophyllum nodosum*. Při testování extraktu na betainy, bylo zjištěno, že obsahuje 120,0 mg L<sup>-1</sup> γ-aminomáselné kyseliny betain, 53,2 mg L-6-aminovaleric kyseliny betain a 42,6 mg L-1 glycinbetain. Když se betainy přítomné v extraktech z mořských řas aplikovaly jako směs ve stejných koncentracích, které byly ve zředěném extraktu z řas (-y-aminomáselná kyselina

betain 0,96 mg L<sup>-1</sup>, 6-aminovaleric kyselina betain 0,43 mg L<sup>-1</sup>, glycinbetain 0,34 mg L<sup>-1</sup>), tak byly zaznamenány u rostlin ošetřených extraktem z mořských řas a rostlin ošetřených betainy velmi podobné hladiny chlorofylu. To naznačuje, že zvýšení obsahu chlorofylu v listech u ošetřených rostlin extraktem z mořských řas je závislé na přítomnosti betainů (Blunden et al., 1997).

V dřívější studii Whapham et al. (1993) vyvolal extrakt z mořských řas (připravený alkalickou extrakcí *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol.) aplikovaný do půdy nebo na listy rostlin rajčat také vyšší obsah chlorofylu, než u kontrolních rostlin. Již v této práci byl učiněn závěr, že zvýšení hladiny chlorofylu po aplikaci extraktu z mořských řas bylo způsobeno alespoň částečně betainy (Whapham et al., 1993).

### 6.3 Vliv aplikace přípravků na výnos hlíz

Aplikované přípravky neprokázaly žádný průkazný vliv na výnos hlíz. Jelikož nebyl prokázán průkazný vliv na obsah chlorofylu v listech, nedal se očekávat ani průkazný vliv na výnos hlíz. Je známa pozitivní korelace obsahu chlorofylu (resp. SPAD hodnot) a konečného výnosů hlíz (Gianquinto et al., 2004; Olf et al., 2005).

Trend nižšího výnosu byl zaznamenán u Alginure, u kterého byl zároveň naměřen i nižší obsah chlorofylu. Spojitost mezi množstvím obsahu chlorofylu v listech a výši výnosu lze vidět u všech variant kromě přípravku Alga 600. Kombinace Albit + Softguard, která dominovala v obsahu chlorofylu u 2 posledních měření, se následně promítla také ve výši výnosu. Zřejmě se projevil synergický účinek bioaktivní látky chitosan oligosacharidu obsažený v Softguard a poly-beta hydroxymásečná kyseliny obsažená v Albit. Provedené statistické hodnocení počtu a hmotnosti hlíz celkem a počtu a hmotnosti hlíz konzumních také nezjistilo statisticky průkazné rozdíly, avšak u všech těchto parametrů byl zaznamenán vyšší trend opět u kombinace Albit + Softguard.

V roce 2010 provedl Haider et al. (2012) polní pokus, ve kterém zkoumal účinky extraktu z mořských řas u brambor. Listová aplikace extraktu byla provedena v různých fázích růstu brambor (tj. 30 dnů, 45 dnů, 60 dnů, 30 a 45 dnů, 30 a 60 dnů, 45 a 60 dnů, 30, 45 a 60 dnů po výsadbě). Kontrolní rostliny byly postříkány vodou bez extraktu z mořských řas. U ošetřených rostlin bylo pozorováno výrazné zlepšení růstu, výnosu a kvality hlíz brambor. Nejvyšší výnos hlíz byl zaznamenán u rostlin, kde byla provedena aplikace extraktem z mořských řas 2 x v intervalu 30 a 60 den po výsadbě. Z důvodu polorané odrůdy Red Anna byl v pokusu termín aplikace pozdější než uvedený Haider et al. (2012). U všech

přípravků první aplikace proběhla 51. den od výsadby a druhý 65. den od výsadby. Avšak dle místních podmínek s předstihem, zejména s přihlédnutím na plíseň bramboru a vytvoření indukované rezistence po aplikaci přípravků.

Rovněž byl u hlíz zaznamenán příznivější obsah dusíku, celkových rozpustných pevných látek a bílkovin (Haider et al., 2012).

Ve studii Hernández-Herrera et al. (2014a) byly výtažky z mořských řas konkrétně z řasy *Ulva lactuca* a *Padina gymnospora* ohodnoceny jako vhodní kandidáti pro vývoj účinných biostimulantů mající pozitivní vliv na růst rajčat. U rostlin ošetřených půdní záhlivkou bylo zjištěno, že dosahovaly větší výšky (až 79 cm) než rostliny, které byly ošetřeny listovou aplikací (75 cm). Rostliny ošetřené kapalným extraktem z *Ulva lactuca* a *Padina gymnospora* dosahovaly delších výhonků i kořenů a také větší hmotnosti (Hernández-Herrera et al., 2014a).

## 7. Závěr

Vliv vybraných aplikovaných přípravků během vegetace neměl průkazný vliv na:

- snížení plísně bramboru na nati (neošetřovaná kontrola vykazovala trend nižšího napadení než použité přípravky)
- zvýšení obsahu chlorofylu v listech (u odrůdy Red Anna se neprokázal stimulační účinek komerčně doporučovaných přípravků na zvýšení obsahu chlorofylu)
- výnos konzumních hlíz (u výnosu hlíz byla zjištěna určitá spojitost mezi množstvím obsahu chlorofylu v listech a jeho výší u všech variant kromě přípravku Alga 600).

### **Odpověď na výzkumné hypotézy:**

Hypotéza 1: Na základě sledování a hodnocení porostů lze z dostupné nabídky komerčních přípravků doporučit ty s vhodným složením (zastoupení) mořských řas pro regulaci plísně bramboru.

Hypotéza 1 se nepotvrdila neboť ani jeden z použitých přípravků či kombinace přípravků aplikovaných během vegetace v pokusu nesnížil výskyt plísně bramboru na nati a na základě konkrétních podmínek pokusu je nelze doporučit na regulaci plísně bramboru. U žádného nebyl prokázán statisticky průkazný pozitivní vliv.

Hypotéza 2: Extrakty z mořských řas a další stimulační přípravky (včetně jejich vhodných kombinací) budou příznivě působit na výživný stav porostů a budou ovlivňovat výnos hlíz a celkovou výnosovou úroveň konzumních hlíz.

Hypotéza 2 se nepotvrdila. Stimulační účinek vybraných přípravků se na obsah chlorofylu a na výnos hlíz u brambor neprojevil. Podrobná studie výnosových prvků (počtu, velikosti a hmotnosti hlíz) nenašla statisticky průkazný vliv na konečný výnos hlíz.

### **Doporučení pro praxi**

Z výše uvedeného nelze na základě jednoletého pokusu u jedné odrůdy vyslovit doporučení pro širokou pěstitelskou veřejnost. Tato oblast si vyžaduje delší a odrůdově pestřejší výzkumnou základnu. Je to tedy spíše doporučení pro další výzkumnou činnost.

## 8. Seznam literatury

- Al-Mughrabi, K. I. 2007. Suppression of *Phytophthora infestans* in Potatoes by Foliar Application of Food Nutrients and Compost Tea. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 1(4): 785-792.
- Blunden, G; Jenkins, T; Liu, Y. 1997. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. Journal of Applied Phycology. 8: 535-543.
- Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil. 383: 3–41.
- Craigie J. S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. J Appl Phycol. 23(3): 371-393.
- Čermák, V. 2010. Seznam doporučených odrůd bramboru. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. 109 s. ISBN: 978-80-7401-025-5.
- Gianquinto, G., Goffart, J. E., Olivier, M., Guarda, G., Colauzzp, M., Costa, L., D., Vedove, G. D., Vos, J., Mackerron, D. K. L. 2004. The use of hand-held chlorophyll meters as a tool to assess the nitrogen status and to guide nitrogen fertilization of potato crop. Potato Res. 47(5): 35-80.
- Haider, M. W., Ayyub, Ch. M., Pervez, M. A., Asad, H. U., Manan, A., Raza, S. A., Ashraf, I. 2012. Impact of foliar application of seaweed extract on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). Soil Environ. 31(2): 157-162.
- Hearst, C., Nelson, D., McCollum, G., Sharma, S., Rao, J. R. 2013. Forest Fairy Ring Fungi *Clitocybe nebularis*, Soil *Bacillus* spp., and Plant Extracts Exhibit *in Vitro* Antagonism on Dieback *Phytophthora* Species. Natural Resources. 4: 189-194.
- Hernández-Herrera, R. M., Ruvalcaba, F. S., Ruiz-López, M. A., Norrie, J., Hernández Carmona, G. 2014a. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). J Appl Phycol. 26: 619–628.

Hernández-Herrera, R. M., Virgen-Calleros, G., Ruiz-López, M., Zañudo-Hernández, J., Délano-Frier, J. P., Sánchez-Hernández, C. 2014b. Extracts from green and brown seaweeds protect tomato (*Solanum lycopersicum*) against the necrotrophic fungus *Alternaria solani*. J Appl Phycol. 26: 1607–1614.

Jayaraj, J., Wan, A., Rahman, M., Punja, Z. K. 2008. Seaweed extract reduces foliar fungal diseases on carrot. Crop Protection. 27: 1360-1366.

Kazda, J., Prokinová, E., Ryšánek, P. 2007. Škůdci a choroby rostlin – Domáci rostlinolékař. Knižní klub. Praha. 288 s. ISBN: 9788024218861.

Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J., Prithiviraj B. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. J Plant Growth Regul. 28: 386-399.

Norrie, J., Hiltz, D. A. 1999. Seaweed extract research and applications in agriculture. *Agro Food Industry Hi Tech*. 10: 15-18.

Olfs, W., Blankenau, K., Brentrup, F., Jasper, J., Link, A., Lammel, J. 2005. Soil- and plant-based nitrogen-fertilizer recommendations in arable farming. J. Plant Nurt. Soil Sc. 414-431.

Rod, J. 1997. Choroby zeleniny a brambor. Květ. Praha. 69 s. ISBN: 80-85362-30-9.

Sharma, H. S. S, Fleming, C., Selby, Ch., Rao, J. R., Martin, T. 2014. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. J Appl Phycol. 26: 465-490.

Sharma, S. H. S., Lyons, G., McRoberts, C., McCall, D., Carmichael, E., Andrews, F., Swan, R., McCormack, R., Mellon, R. 2012. Biostimulant activity of brown seaweed species from Strangford Lough: compositional analyses of polysaccharides and bioassay of extracts using mung bean (*Vigna mungo* L.) and pak choi (*Brassica rapa chinensis* L.). J Appl Phycol. 24: 1081–1091.



Stadník, M. J., Paulert, R. 2008. Use of marine seaweeds in agriculture. *Aplicacoes da ficologia: Anais do XI Congresso Brasileiro de Ficologia e Simpósio Latino-Americano sobre Algas Nocivas*. 30: 267-279.

Tuhy, L., Chowańska, J., Chojnacka, K. 2013. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth: review. *CHEMIK*. 67(7): 636-641.

Vokál, B. a kol. 2004. *Technologie pěstování brambor*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 91 s. ISBN: 807271-155-5.

Whapham', C. A., Blunden, G., Jenkins, T., Hankins, S. D. 1993. Significance of betaines in the increased chlorophyll content of plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*. 5: 231-234.

Internetové zdroje

Agrobiosfer, 2013. [online]. [cit. 2014-11-02]. Dostupné z <<http://www.agrobiosfer.cz>>.

Amalgerol, 2012. [online]. [cit. 2014-11-01]. Dostupné z <<http://www.amalgerol.cz/>>.

Bartolo, L. 2009. Seaweed: A Precious Material for Plant Nutrition [online]. Maximum yield USA [cit. 2014-12-05]. Dostupné z <<http://issuu.com/waynesinclair/docs/sea-weed>>.

Biocont, 2012-2015. [online]. [cit. 2014-11-02]. Dostupné z <<http://www.biocont-profi.cz>>.

European Biostimulants Industry Council [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z <<http://www.biostimulants.eu/>>.

Hausvater, E., Doležal, P., Dejmalová, J. 2011. *Plíseň bramboru*. Výzkumný ústav Bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o. Havlíčkův Brod. 11 s. ISBN: 978-80-86940-34-2. Dostupné také z <[www.vubhb.cz/library.ashx?file=8\\_PI34\\_PLISEN\\_BRAMBORU.pdf](http://www.vubhb.cz/library.ashx?file=8_PI34_PLISEN_BRAMBORU.pdf)>.

Hausvater, E., Doležal, P. 2014. *Integrovaná ochrana proti plísni bramboru*. Výzkumný ústav Bramborářský Havlíčkův Brod, s.r.o. a Poradenský svaz „Bramborářský kroužek“. Havlíčkův Brod. 23 s. ISBN: 978-80-86940-57-1. Dostupné také z <<http://www.vubhb.cz/cs/knihovna/prakticke-informace/integrovana-ochrana-proti-plisni-bramboru>>.

Jardin, P., 2012. The Science of Plant Biostimulants - A bibliographic analysis [online]. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z <[http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final\\_report\\_bio\\_2012\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/chemicals/files/fertilizers/final_report_bio_2012_en.pdf)>.

Jetchem [online]. [cit. 2014-11-02]. Dostupné z <<http://www.jetchem.cz>>.

Juroch, J. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary původce chorob plísně bramboru a rajčete. Praha. Ministerstvo zemědělství [online]. 2011. [cit. 2015-03-10]. Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/file/125259/plisen.pdf>>.

McHugh, D. J. 2003. A guide to seaweed industry. FAO Fisheries Technical Paper. Řím. 105 s, ISBN: 92-5-104958-0. Dostupné také z <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y4765e/y4765e00.pdf>>.

MZe, 2015. Ročenky ekologického zemědělství [online]. Ministerstvo zemědělství ČR. [cit. 2015-04-09]. Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/statistika-a-pruzkumy/>>.

Naylor, J. 1976. Production, trade and utilization of seaweeds and seaweed products. FAO Fisheries Technical Paper. (159): 73. Dostupné také z <<http://www.fao.org/docrep/005/ac860e/AC860E00.htm#TOC>>.

Schulzová, V., Hubert, J. Kvalita produktů organického zemědělství ve vazbě na stav agrárního ekosystému ve skladech a na polích. Praha. Vědecký výbor fyto-sanitární a životního prostředí [online]. 2004. [cit. 2015-03-10]. Dostupné z <<http://www.phytopsanitary.org/projekty/2003/vvf-14-03.pdf>>.

Výzkumná stanice Praha – Uhřetěves [online]. KRV – FAPPZ CZU v Praze. 2015. [cit. 2015-03-24]. Dostupné z <<http://krv.agrobiologie.cz/psu2008/psindex2.htm>>.