

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Extrakty z mořských řas a jejich využití při pěstování  
brambor**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Lucie Lancigerová**

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

© 2016 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Extrakty z mořských řas a jejich využití při pěstování brambor" 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 6. dubna 2016

---

### **Poděkování**

Velice ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Dvořákovi, Ph.D. za odborné vedení práce, vstřícné rady, ochotu a trpělivost, kterou mi při konzultacích věnoval.

# Extrakty z mořských řas a jejich využití při pěstování brambor

## Souhrn

V roce 2015 byly na pozemku Výzkumné stanice katedry rostlinné výroby v Praze – Uhřetěvesi testovány v maloparcelkovém pokuse účinky přípravků společnosti Agrobiosfer, aplikovaných na odrůdách brambor Dicolora a Arlet. Ověřovaly se přípravky Alga 300++ high K, Alga 300++ high P, ProBoron, CaBoron (varianta B2), SoftGuard++, RootMost, a AlgaSoil. Během tohoto pokusu probíhalo meteorologické sledování, hodnotil se stav porostu při výšce 50 cm, kontroloval se zdravotní stav a měřil obsah chlorofylu ručním chlorofylmetrem SPAD 502 na posledních listech. Zkoumané parametry zahrnovaly početní a velikostní zastoupení hlíz pod trsem a výnos konzumních hlíz. Ve výsledcích pokusu bylo zjištěno, že kombinace přípravků RootMost a SoftGuard++, jako mořidel hlíz, zvýšila hmotnost kořenů v průměru za obě odrůdy o 13,6 % a snížila hmotnost natě o 9,8 % v porovnání s neošetřenými kontrolními rostlinami. Aplikace přípravku AlgaSoil při výsadbě „pod patu“ (varianta B1) u obou odrůd dosáhla vyššího výnosu konzumních hlíz, o 0,3 t/ha u odrůdy Arlet a o 0,9 t/ha u odrůdy Dicolora oproti kontrolním rostlinám. Rovněž použití přípravků aplikovaných na list u varianty B2 příznivě ovlivnilo obsah chlorofylu v listech a statisticky neprůkazně zvýšilo hmotnost hlíz pod trsem o 1,5 t/ha v případě Arlet a o 2,7 t/ha v případě Dicolora. Díky tomuto pokusu se opět prokázaly pozitivní účinky extraktů z mořských řas, a to především na vyšší výnos. Pokud vezmeme v úvahu ceny přípravků a výkupní cenu brambor, dostaneme se k závěru, že se i z ekonomického hlediska použití přípravků, zejména u varianty B2, vyplatí.

**Klíčová slova:** mořské řasy, brambory, chlorofyl, výnos hlíz

# Seaweed extracts and their usage in potato cultivation

## Summary

The effects of Agrobiosfer preparations applied on varieties of potatoes Dicolora and Arlet were tested in a small-plot experiment on a land of Research Station of the Department of Plant Production in Prague - Uhřetěves in 2015. The preparations Alga 300++ high K, Alga 300++ high P, ProBoron, CaBoron (variant B2), SoftGuard++, RootMost, and AlgaSoil were verified. The meteorological monitoring was conducted, the state of growth in a height of 50 cm was controlled, the health condition was checked and the amount of chlorophyll was measured by hand chlorophyllmeter SPAD 502 on the last leaves during this experiment. Investigated parameters included numerical and size representations of tubers under bunch and yield of consumer tubers. It was found in the results of experiment that the combination of preparations RootMost and SoftGuard++ as mordants of tubers increased root weight in an average for both varieties by 13.6 % and reduced the weight of the leaves by 9.8 % in comparison with the untreated control plants. Application of AlgaSoil by planting „below the seed bed“ (variant B1) for both varieties reached a higher yield consumer tubers by 0.3 ton/ha in the variety Arlet and by 0.9 ton/ha in the variety Dicolora compared to control plants. The use of products applied to the leaf in a variant B2 also affected favorably the content of chlorophyll in leaves and statistically inconclusively increased in the weight of tuber clump by 1,5 ton/ha in case of Arlet and by 2,7 ton/ha in case of Dicolora. The positive effects of seaweed extracts have been demonstrated within this experiment, primarily at higher yield. Taking into account the costs of products and the purchase price of potatoes, we come to the conclusion that also from economic point of view the use of the products especially of the variant B2 is worthwhile.

**Keywords:** seaweeds, potatoes, chlorophyll, tuber yield

# Obsah

<b>1 Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2 Cíl práce .....</b>	<b>10</b>
<b>3 Literární rešerše.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Brambory.....</b>	<b>11</b>
3.1.1 Chemické složení brambor .....	12
3.1.2 Pěstování brambor.....	13
3.1.3 Výživa a hnojení brambor .....	14
3.1.4 Význam a dělení brambor .....	15
<b>3.2 Nejvýznamnější škodliví činitelé brambor .....</b>	<b>17</b>
3.2.1 Houbové choroby.....	17
3.2.2 Virové choroby .....	18
3.2.3 Bakteriální choroby.....	21
3.2.4 Škůdci brambor.....	22
3.2.5 Abionózy - fyziologické poruchy a vady .....	24
<b>3.3 Řasy .....</b>	<b>24</b>
3.3.1 Klasifikace a využití řas .....	25
3.3.1.1 Hnědé řasy .....	26
3.3.1.2 Červené řasy (ruduchy) .....	28
3.3.1.3 Zelené řasy.....	29
<b>3.4 Extrakty z mořských řas .....</b>	<b>30</b>
3.4.1 Účinky řas a jejich využití v zemědělství.....	31
3.4.2 Možnosti aplikace a účinků řas na rostliny .....	32
3.4.3 Extrakce řas .....	36
3.4.4 Biologicky aktivní látky v řasách .....	36
3.4.4.1 Auxiny .....	37
3.4.4.2 Gibereliny .....	38
3.4.4.3 Cytokininy .....	38
3.4.4.4 Kyselina abscisová .....	38
3.4.4.5 Etylen .....	38
3.4.5 Sběr řas .....	39
<b>3.5 Přípravky s obsahem mořských řas používané v zemědělství .....</b>	<b>40</b>
3.5.1 Alga 600 .....	40
3.5.2 Amagro Alga.....	40
3.5.3 Amalgerol Premium .....	40
3.5.4 Bio-algeen S-90 .....	41
3.5.5 Energen Algan .....	41

3.5.6	Fitomare.....	41
3.5.7	Harmonie Stimulátor zakořeňování s aktivním stříbrem .....	42
3.5.8	Ligno aktivátor.....	42
3.5.9	Lignohumát Plus mořské řasy.....	42
3.5.10	RootJuice .....	42
3.5.11	Trisol Sentinel.....	43
<b>4</b>	<b>Materiál a metody .....</b>	<b>44</b>
<b>4.1</b>	<b>Charakteristika počasí .....</b>	<b>44</b>
<b>4.2</b>	<b>Charakteristika polního pokusu .....</b>	<b>44</b>
4.2.1	Pokusné varianty .....	45
4.2.2	Charakteristika přípravků použitých v pokusu .....	48
4.2.2.1	Alga 300++ high K a Alga 300++ high P.....	48
4.2.2.2	AlgaSoil .....	48
4.2.2.3	CaBoron.....	49
4.2.2.4	ProBoron.....	49
4.2.2.5	RootMost .....	50
4.2.2.6	Softguard++ .....	50
4.2.3	Odrůdy použité v pokusu.....	51
4.2.3.1	Odrůda Arlet .....	51
4.2.3.2	Odrůda Dicolora.....	52
4.2.4	Statistické hodnocení pokusu .....	52
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>53</b>
<b>5.1</b>	<b>Vliv moření na nárůst kořenné hmoty a natě .....</b>	<b>53</b>
5.1.1	Odrůda Arlet .....	53
5.1.2	Odrůda Dicolora.....	53
5.1.3	V průměru odrůd.....	54
<b>5.2</b>	<b>Vliv ošetření na obsah chlorofylu .....</b>	<b>55</b>
5.2.1	Odrůda Arlet .....	55
5.2.2	Odrůda Dicolora.....	55
5.2.3	V průměru odrůd.....	56
<b>5.3</b>	<b>Vliv ošetření na výnos hlíz .....</b>	<b>56</b>
5.3.1	Odrůda Arlet .....	57
5.3.2	Odrůda Dicolora.....	57
5.3.3	V průměru odrůd.....	58
<b>5.4</b>	<b>Vliv na velikostní a početní zastoupení hlíz.....</b>	<b>58</b>
5.4.1	Vliv na velikostní zastoupení hlíz pod trsem.....	58
5.4.2	Vliv na početní zastoupení hlíz pod trsem .....	59
<b>5.5</b>	<b>Vliv ošetření na výživný stav porostů .....</b>	<b>60</b>

<b>6</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>68</b>
<b>8</b>	<b>Doporučení pro praxi.....</b>	<b>70</b>
<b>9</b>	<b>Použitá literatura .....</b>	<b>72</b>



# 1 Úvod

Brambory jsou v posledních dvou stoletích pro člověka základní potravinou. Využívají se jako krmivo pro hospodářská zvířata a dále je lze považovat za nepostradatelnou surovinu pro lihovarský a škrobárenský průmysl. Díky nenáročnosti na podmínky a vysokým výnosům na hektar jsou velmi rozšířené. Mimo tropů a arktických oblastí se pěstují na všech kontinentech. V mnoha oblastech světa se brambory staly nejvýznamnější plodinou vůbec. V současné době patří mezi největší producenty Čína, Rusko, Indie a USA. Větší význam pro lidskou výživu mají ve světovém měřítku již jen pšenice, rýže a kukuřice. Jsou považovány za plodinu velmi bohatou na nutriční látky, díky čemuž například v Evropě počátkem 19. století skončil cyklický hladomor.

Z důvodu obrovského tlaku na ekonomickou výhodnost pěstování brambor se stále hledají možnosti a postupy, jak zvýšit výnosy, kvalitu a konkurenceschopnost brambor. Těmito postupy jsou historicky šlechtění, hnojení, zařazování vhodných meziplodin a zároveň investice do moderních technologií pěstování, skladování a zpracování. Velmi významnou měrou by v tomto ohledu mohlo pomoci využití mořských řas, což by navíc korespondovalo s celosvětovým trendem rostoucího důrazu na omezení používání chemikálií a látek vyrobených syntetickou cestou. Zařazením extraktů z mořských řas při pěstování brambor tak může mít nejen ekonomický a ekologický význam, ale také pozitivní dopad v globálním aspektu.

Řasy velmi rychle rostou, nevyžadují hnojení ani zalévání a nezatěžují prostředí, ve kterém rostou. Ba právě naopak, z mořské vody odebírají přebytečný dusík a fosfor, který do vody přiteká z hnojiv, které se používaly na souši.

Na základě mnoha publikovaných studií bylo prokázáno, že extrakty z mořských řas obsahují posilující a stimulační látky, které příznivě působí na pěstování jakýchkoliv plodin.

Účinky listové stimulace a hnojiv s extrakty z mořských řas na odrůdách brambor Dicolora a Arlet se budeme aktivně zabývat v pokusu, který je součástí této diplomové práce.

## 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 rozvoj kořenové soustavy, na výživný stav porostů a na výnos hlíz).

Hypotéza 1: Na základě aplikace granulovaného hnojiva z mořských řas „pod patu“ lze zlepšit dostupnost živin a podpořit jejich příjem rostlinami.

Hypotéza 2: Listová aplikace extraktů z mořských řas bude příznivě působit na zvýšení počtu hlíz, na tvorbu velikostně vyrovnaných hlíz a ovlivňovat výnos konzumních hlíz.

## 3 Literární rešerše

### 3.1 Brambory

Brambory patří celosvětově k nejrozšířenějším kulturním plodinám, po kukuřici, pšenici a rýži se zařazují na 4. místo. Jsou velmi významnou a téměř nezastupitelnou potravinou, slouží jako surovina pro škrobářský a lihovarský průmysl a také se využívají jako krmivo pro hospodářská zvířata. Zařazením do osevních sledů přispívají pozitivně k lepší úrodnosti půdy a tím zároveň k vyšší produkci následujících plodin. Z celkové produkce mají největší podíl kontinenty Asie (42,8 %, nejvýznamnějším producentem je Čína), dále pak Evropa (38,3 %) a následuje Severní Amerika (7,4 %) (Vokál et al., 2013).

Jsou známy 3 hlavní etapy evoluce kulturních brambor. Nejdříve před 7000 lety v Jižní Americe proběhla domestikace planých hlízotvorných, diploidních druhů. Dále v r. 1570 vznik kultivovaných tetraploidních forem v Jižní Americe a jejich introdukce do Evropy. A jako třetí etapa následovala adaptace na růstové podmínky dlouhého dne severní Evropy koncem 18. století a rozšíření do mnoha jiných částí světa (Vokál et al., 2013).

Zavlečení této plodiny do Evropy proběhlo dvojitou cestou. V polovině 16. století přivezli Španělé peruánské a bolívijské brambory s fialovým květem, rohlíčkovitým tvarem a červenou slupkou. V Evropě je lidé nejprve pěstovali jako okrasnou bylinu, které měla léčivé účinky. Na konci 16. století Angličané dovezli chilské brambory s bílým květem, kulatým tvarem a světlou slupkou (Záruba, 2014).

Brambor hlíznatý *Solanum tuberosum* L. náležící do rodu lilek (*Solanum* Tourn.), čeledi lilkovité (*Solanaceae* Pers.), patří do vyšších dvouděložných rostlin (Vokál et al., 2013; Rybáček et al., 1988) a lze jej charakterizovat jako jediný druh brambor pěstovaný v Evropě pro konzumaci (Záruba, 2014). Brambor hlíznatý má spoustu biologických vlastností typických pro čeleď lilkovité. Jednou takovou je tvorba jedovatých látek alkaloidů a glykosidů - glykosidu solaninu (Rybáček et al., 1988).

Tato plodina tvoří přibližně 0,5% podíl z celkové certifikované plochy v České republice. Plocha konzumních brambor zabírá přes 200 ha (Vokál et al., 2004).

Brambor se stal jednou z nejvýznamnějších plodin v mnoha oblastech světa vůbec. V důsledku toho, že 100 g oloupaných bramborových hlíz obsahuje 79,80 g vody, 76 kalorií, 2,10 g bílkovin, 0,1 g tuku, 17,1 g sacharidů, 0,5 g vlákniny a 0,9 g popela je považován za velmi bohatou plodinu na nutriční látky. Dále jsou přítomny v malém množství vitamíny

(0,1 mg thiamin, 0,4 mg riboflavin, 1,5 mg niacin a 20 mg kyselina askorbová) (Hassan, 2003).

Rostlina se rozmnožuje vegetativně hlízami nebo generativně semeny. Nejčastěji se využívá vegetativního rozmnožování, generativní rozmnožování se uplatňuje při šlechtění (Čepl et al., 2003). U vegetativního množení vyrůstá z pupenů hlíz 2 – 8 stonků a každý stonek má svou druhotnou adventivní kořenovou soustavu. Pokud jsou tyto stonky spojeny cévní soustavou, matečné hlízy vytvářejí propojenou kolonii a po přerušení spojení pak tvoří soubor samostatných rostlin – bramborový trs (Rybáček et al., 1988).

### 3.1.1 Chemické složení brambor

Hodnota hlíz pro směr užití a zpracování je dána zejména jejich chemickým složením. Základní charakteristikou je obsah sušiny, která ovlivňuje kvalitu produktu a rentabilitu zpracování (Rybáček et al., 1988). Složení sušiny závisí na odrůdě, fázi vývoje, povětrnostních podmínkách a technologii pěstování (Vokál et al., 2013).

Hlízy brambor představují produkt s vysokým obsahem škrobu a velkým podílem vody, kolísajícím mezi 70 - 82 % v čerstvé hmotě. Škrob, uložený ve formě škrobových zrn, velikosti od 15 do 100  $\mu\text{m}$  (Rybáček et al., 1988), je hlavní zásobní látkou bramboru a jeho obsah představuje přibližně 87 % celkového energetického obsahu sušiny (Vokál et al., 2013).

K dalším látkám, které brambory obsahují, patří vláknina, celulóza, hemicelulózy, pentózany a pektiny, zajišťující dobré rozdělení výživy ve střevech a žaludku (Rybáček et al., 1988). Pektinové látky (0,8 %) také váží a vylučují z těla těžké kovy (Záruba, 2014).

Rybáček et al. (1988) uvádí, že, dusíkaté látky představují zhruba 11,7 % energetického obsahu hlízy.

Cukry, disacharid sacharóza, monosacharidy glukóza a fruktóza ovlivňují chuť a vůni brambor. Při teplotách pod 10 stupňů se obsah cukrů zvyšuje a to tím více, čím více se teplota skladování blíží k nule (Rybáček et al., 1988). Pohybuje se v množství: fruktóza 0,1 – 0,4 %, glukóza 0,05 – 0,20 % a sacharóza 0,1 – 0,4 % v původní hmotě (Vokál et al., 2013).

Podíl tuků je malý, nejvíce se nacházejí ve slupce a převládají v nich nenasycené mastné kyseliny linolová, linolenová, palmitová a stearová (Vokál et al., 2013). Představují 1,1 % z celkové hodnoty hlíz a bývají rozdělovány na tři frakce: volné mastné kyseliny, neutrální tuk a fosfolipidy, jejichž obsah se mění během skladování (Rybáček et al., 1988).

Brambory také obsahují významné minerální látky, nejvýznamnějším prvkem je draslík (410 mg/100 g) (Rybáček et al., 1988; Záruba 2014). Dále se brambory vyznačují

malým množstvím železa (0,87 mg/100 g), fosforu (53 mg/100 g), hořčíku (27 mg/100 g), síry (29 mg/100 g), zinku (0,87 mg/100 g), sodíku, mědi, manganu a selenu (Vokál et al. 2013; Záruba, 2014).

Brambory jsou významným zdrojem vitamínů C, B1, B2, PP, A, E, K, obsahují dále kyselinu nikotinovou, karoteny, pyridoxin a kyselinu pantothenovou (Rybáček et al., 1988). Obsah vitamínu C se pohybuje v rozmezí 20 – 25 mg/100 g. Tím jak hlízy stárnou, obsah vitamínů klesá (Záruba, 2014).

V hlízách bramboru lze nalézt i škodlivé látky, převážně toxické glykoalkaloidy, především chaconin a solanin (Vokál et al., 2013).

### 3.1.2 Pěstování brambor

*Solanum tuberosum* L. je sice rostlina chladného mírného klimatu, avšak potřebuje pro první kritickou fázi vcházení dostatek tepla (Rod et al., 2005). Řadí se k plodinám se středně velkými nároky na vodu, nicméně citlivě reaguje na rozdělení srážek. Závlaha v první polovině vegetační doby ovlivňuje růst natě, později počet hlíz a ve druhé polovině vegetační doby růst a hmotnost hlíz. Na růstu a vývoji brambor se spolu se srážkami podílí i teplota, vůči které jsou brambory poměrně citlivé. Optimální teplota pro růst hlíz je 20 °C ve dne a 14 °C v noci (Vokál et al., 2003). Teplotní a srážkové požadavky nejlépe splňuje klimatický region MT4 (Tabulka 1), což je region mírně teplý, vlhký, s průměrnou roční teplotou 6 až -7 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 650 - 750 mm (Vokál et al., 2001).

Pro pěstování brambor je také velmi důležitý výběr stanoviště. Brambory by se neměly pěstovat na příliš svažitém terénu, vhodným se jeví pozemek s maximální hodnotou 8° sklonu. Místo nesmí být v trvalém stínu či extrémně zamokřené. Žádoucí jsou dobře propustné a provzdušněné půdy, nejlépe vyhovující pak hlinitopísčité, písčitohlinité až hlinité půdy (Vokál et al., 2003).

Pro tvorbu a kvalitu výnosu je rozhodující přirozený obsah živin v půdě, který by se měl udržovat v rozmezí: u fosforu 80 - 115 mg/kg půdy, u hořčíku 160 – 265 mg/kg půdy a u draslíku 170 – 310 mg/kg půdy. Nejvhodnější je kyselá půdní reakce pH od 5,5 do 6,5 (Vokál et al., 2013).

Tabulka 1 - Oblasti vhodné pro pěstování brambor charakterizované průměrnými denními teplotami a srážkami

Období	Průměrná denní teplota (°C)	Srážky (mm)
Druhá polovina března	Nad 5	
Duben	8 – 10	45
Květen	12 – 15	45
Červen	15 – 18	90
Červenec	18 – 20	80 – 90
Srpen	16 – 18	80 – 90

Zdroj: Vokál et al., 2001

Rostlina není nijak zvlášť náročná na předplodinu, zpravidla se zařazuje po ozimých obilninách, velmi cenná jako předplodina je pro zeleninu (Rod et al., 2005). Jako předplodiny pro brambory jsou vhodné jednoleté jeteloviny a luskoviny, zelenina či další okopaniny (Bioinstitut, 2007). Pro následující plodinu jsou brambory důležitým zdrojem dusíku, a proto by po nich měly být zařazeny plodiny, které tento dusík využijí již na podzim (pícniny a ozimé obilniny) (Konvalina, 2014).

Jakmile se sklídí předplodina, provede se nejprve podmínka - mělké zkyplení půdy do hloubky 80 – 100 mm. Musí se zamezit ztrátám vody z utužené půdy. Poté se povrch pozemku branami uvláčí a nasejí se meziplodiny na zelené hnojení. Před podzimní orbou se aplikuje chlévský hnůj, fosforečná, hořečnatá a draselná hnojiva v závislosti na deficitu v půdě. Je důležité promísit hnůj, zelené hmoty a průmyslová hnojiva s půdou a důkladně zaklopit všechny části, aby mohlo dojít k rozkladu organické hmoty. V rámci podzimního zpracování lze regulovat i vytrvalé plevele, hlavně pýr (Vokál et al., 2004). Jarní příprava půdy spočívá v odplevelení a vytvoření dobrých podmínek pro práci sazečů a růst brambor. Kypřením se dosáhne kyprého lůžka do hloubky 18 - 20 cm (Konvalina, 2014).

### 3.1.3 Výživa a hnojení brambor

Rostlina přijímá ze vzduchu uhlík jako oxid uhličitý a z půdy pomocí kořenů vodu. CO<sub>2</sub> a voda společně s chlorofylem a sluneční energií slouží rostlině k tvorbě organických látek. Ostatní živiny brambory přijímají z půdy, i když některé formy živin mohou přijmout i listy (Vokál et al., 2004).

Hlavními minerálními živinami jsou dusík, fosfor a draslík, přičemž největší vliv na fyziologii rostliny brambor má dusík. Ten výrazně ovlivňuje produktivitu porostu, hlavně rozvoj listové plochy a tím i celkově ovlivňuje výkon asimilace v přepočtu na trs. Dusík také prodlužuje růst hlíz. Fosfor se účastní přenosu energie a za jeho přítomnosti probíhají v buňce lipidový i bílkovinný metabolismus i metabolismus nukleových kyselin a biosyntéza sacharidů. Fosfor podporuje růst trsů a hlíz, ovlivňuje i dřívější dobré dozrání a kvalitu sadby. Draslík působí na syntézu bílkovin, aktivuje transport asimilátů z listů k reprodukčním orgánům (Rybáček et al., 1988).

Brambor je plodinou typické první tratě. Zaorává se na podzim 50 - 60 t chlévské mrvy spolu s 65 - 80 kg  $P_2O_5$  a 150 - 200 kg  $K_2O$ , pokud možno v síranové formě, jelikož brambor je citlivou plodinou na chlór. Doporučená dávka dusíku je okolo 150 - 200 kg/ha (Rod et al., 2005). Ke hnojení dusíkem se musí přistupovat velmi citlivě. Podporuje velikost hlíz, vysoký výnos a lojovitou konzistenci dužiny hlíz. Přehnojení dusíkem a jeho pozdní aplikace může prodloužit vegetační dobu, způsobit nevyzrálou hlíz v době sklizně, což vede k vyššímu mechanickému poškození hlíz či zhoršení skladovatelnosti. Nadbytek dusíku dále zvyšuje obsah škodlivých dusičnanů v hlízách a napadení plísní bramborovou, snižuje obsah sušiny a škrobnatost (Hamouz, 1994). Při příliš nízkých či naopak vysokých dávkách dusíku dochází k bujení plevelů, zvýšení nebezpečí infekcí houbových chorob a ztížení pokrývnosti listů postřikovou kapalinou. Zajištění dobré zásoby draslíku je předpokladem odolnosti proti alternárii. Potřebu hořčíku lze zajistit zeleným hnojením nebo statkovými hnojivy (Häni et al., 1993). Kontrola výživného stavu porostu by se měla provádět v raných fázích vegetace, kdy je stále možné případné chybějící živiny dodat (Vokál et al., 2003).

#### 3.1.4 Význam a dělení brambor

Rybáček et al. (1988) uvádí, že brambory ve výživě člověka plní 3 funkce: objemovou (zajišťující dostatečný objem stravy pro zátěž trávicího ústrojí), sytící (doplněním energeticky hodnotných složek) a ochrannou (díky vitamínům, minerálním látkám a ostatním bioaktivním pozitivně působícím látkám).

Hlízy se využívají ke přímé spotřebě, pro výrobu potravinářských výrobků - mokré (sterilované a loupané syrové brambory), smažené (hranolky, lupínky), pečené, sušené a směsi (do knedlíků, bramboráků apod.). Dále k výrobě škrobu, líhu a ve výživě hospodářských zvířat (Rybáček et al., 1988).

Odrůda brambor je jedním z nejpodstatnějších faktorů, ovlivňující úspěch pěstování brambor. Svými vlastnostmi rozhoduje, jak vysoký bude výnos, kvalita produkce, uplatnění a zužitkování sklizně (Houba and Hosnedl, 2002).

Podle délky vegetační doby se odrůdy dělí do následujících základních skupin: velmi rané (vegetační doba 90 až 100 dní), rané (vegetační doba 100 až 110 dní), polorané (vegetační doba 110 až 120 dní), polopozdní (vegetační doba 120 až 140 dní) a pozdní (vegetační doba nad 140 dní) (Houba and Hosnedl, 2002).

Významnou vlastností odrůd je počet hlíz pod trsem a jejich velikost, protože právě ta ovlivňuje výtěžnost tržního zboží (Vokál et al., 2003).

Důležitý je také tvar hlíz, který se stanovuje poměrem délky hlíz k jejich šířce. Brambory se z tohoto pohledu dělí na K- kulovité, KO – kulovitooválné, OV – oválné, DO – dlouze oválné a D – dlouhé (Čepl et al., 2003).

Stolní hodnota, důležitý odrůdový znak, se vyjadřuje tzv. varným typem hlíz. Hodnotí se konzistence vařených hlíz, vlhkost, struktura, moučnatost, změna barvy (tmavnutí) a chuť. Odrůdy jsou zařazeny do čtyř základních skupin: varný typ A - pevné, lojovité, jemné až středně jemné struktury, nerozvářivé, slabě moučnaté hlízy, které jsou vhodné pro přípravu salátů a příloh; varný typ B - polopevné, polomoučnaté hlízy, vlhké až sušší, pro přípravu příloh a jídel všeho druhu; varný typ C - měkké moučnaté hlízy, středně vlhké a suché, které jsou vyhovující pro přípravu kaší a těst a bramboráků, a varný typ D – kam se zařazují hrubé, silně moučnaté a rozvářivé hlízy, které nejsou přijatelné pro konzumní účely a využívají se pro zpracování na škrob či jiné výrobky (Konvalina, 2014).

Podle užití se dělí brambory do “užitkových směrů”. Brambory konzumní (rané a ostatní) slouží k přímé spotřebě lidské výživy; brambory na potravinářské výrobky jsou určeny k průmyslové úpravě a průmyslové brambory slouží ke zpracování na škrob a líh. Dalším užitkovým směrem jsou brambory sadbové a krmné (Hamouz, 1994). Rané konzumní brambory jsou hlízy velmi raných odrůd (případně jiných vhodných odrůd), jsou sklizeny před dosažením úplné zralosti, lze u nich lehce odstranit slupku a jsou dodávány ihned po sklizni. Při pěstování konzumních brambor pro potravinářské výrobky je nutné používat hlízy k tomu určené. Mimo všeobecné požadavky na kvalitu musí surovina splňovat i některá speciální kritéria, ke kterým patří přípustný obsah redukcujících cukrů či velikost hlíz. Průmyslovými bramborami pro výrobu škrobu a líhu se rozumějí vypěstované hlízy vykazující po fyziologickém dozrání obsah škrobu nad 17 %, s odpovídající kvalitou a při hektarovém výnosu hlíz nad 30 t (Vokál et al., 2001).



## 3.2 Nejvýznamnější škodliví činitelé brambor

### 3.2.1 Houbové choroby

Houbové choroby lze charakterizovat jako nejběžnější skupinu napadající rostliny a je známo údajně nejméně 100 000 druhů hub, z nichž ne všechny patří k parazitům rostlin. Podle způsobu soužití s rostlinami se řadí do tří základních skupin: obligátní paraziti, kteří musí žít na živém hostiteli (jen zřídka ho zničí, jelikož by tím zabili i sebe); obligátní saprofiti, živící se pouze na mrtvém rostlinném materiálu a fakultativní paraziti, kteří mohou žít jak na mrtvých, tak živých rostlinách (Bradley, 2008).

#### **Plíseň bramborová**

Tato choroba je pro brambor nejzávažnější. Zničením listové plochy dochází ke snížení výnosů a hnití hlíz na poli a poté i ve skladech. Původcem je pravá plíseň *Phytophthora infestans*. Přezimuje jako mycelium v nemocných hlízách, na nichž se tvoří konidie, které se pak rozšíří větrem či deštěm na sousední zdravé rostliny a do půdy (Häni et al., 1993). Ochrana spočívá ve výběru vhodné odrůdy pro dané podmínky, optimální výživě, urychlení vegetace, dostatečném nahrnutí hrůbků, ošetřováním porostu fungicidy, a rovněž předčasným ukončení vegetace mechanicky či chemicky (Hausvater and Doležal, 2014).

#### **Vločkovitost hlíz (kořenomorka bramborová)**

Běžně se vyskytující vločkovitost hlíz snižuje výnos, zhoršuje výtěžnost a kvalitu konzumních a sadbových hlíz. Ztráty na výnosech jsou v rozmezí 5 – 10 % či vyšší. Nicméně k daleko významnějším patří ztráty kvalitativní, kdy jsou na hlízách viditelná sklerocia, a zároveň dochází k vysokému podílu drobných, deformovaných a nazelenalých hlíz ve sklizni (Rasocha et al., 2004). Původcem je houba *Thanatephorus cucumeris*, známá též pod názvem svého anamorfního stadia – *Rhizoctonia solani* (Rod et al., 2005). Před vločkovitostí se lze chránit správným výběrem pozemků podle nároku odrůd, urychlením vzejití výsadby narašených nebo naklíčených hlíz, včasnou sklizní a ošetřením sadbových hlíz nebo půdy fungicidy (Vokál et al., 2003).

### **Stříbřitost slupky bramboru**

Narušení slupky významně ovlivňuje prodejnost konzumních hlíz. Při silném napadení sadby může snížit jejich klíčivost a způsobit mezerovitost porostu, a následně tak ovlivnit výnos (Rasocha et al., 2004). Ve skladu způsobuje zvýšení ztráty vody, až dochází ke scvrkávání hlíz (Häni et al., 1993). Původcem je patogen *Helminthosporium solani*. Ochrana spočívá v agrotechnických opatřeních, použití zdravé sadby a včasné sklizni s následným osušením hlíz (Vokál et al., 2013).

### **Fusariová hniloba bramboru**

Jedná se o nejdůležitější skládkovou chorobu, která se vyskytuje u mechanicky poškozených hlíz a je ovlivněna použitím technologie sklizně a posklizňovými úpravami (Rasocha et al., 2004). Dle Vokál et al. (2003) ji způsobují houby rodu *Fusarium* (nejčastěji *F. solani* var. *coeruleum*, *F. sulphureum*). Spory původců přežívají v půdě a k infekci hlíz dochází téměř výhradně v místech poškození, nebo tam, kde došlo k narušení hlíz jinými chorobami, zejména plísní bramborovou. Účinnou ochranou je využití technologie odkamenění při pěstování brambor a šetrné zacházení s hlízami při sklizni, naskladňování a posklizňové úpravě.

### **Fomová hniloba bramboru**

Tato skládková choroba se objevuje hlavně v letech s chladným a vlhkým počasím v závěru vegetace a v období sklizně. Původcem je *Phoma foveata* napadající stonky a hlízy (Hausvater and Doležal, 2014). Ke ztrátám dochází díky infekci hlíz zapříčiněné mechanickým poškozením. Rozšiřuje se sporami, které se tvoří na stoncích a jsou srážkami splavovány do půdy k hlízám (Vokál et al., 2003). Chránit se lze omezením poškození hlíz a odkameňováním pozemků (Hausvater and Doležal, 2014).

#### **3.2.2 Virové choroby**

Termín viróza zahrnuje velké množství chorob zahrnující mykoplasmózy, fytoplasmózy, viry a viroidy s možným devastujícím vlivem na rostliny. Jsou považovány za dokonalé parazity; jelikož potřebují hostitele, ve kterých se vyvíjejí a množí, a nakonec se stanou jejich součástí. Žijí uvnitř rostliny, a proto je nemožné proti nim provádět přímá ošetření. Obvykle se přenášejí šťávou z infikovaného hostitele, z řízků, roubováním

a očkovaním infikovanými nástroji (Bradley, 2008). Mohou výrazně snížit výtěžek, ovlivnit velikost hlíz a někdy i poškodit jejich vzhled (Vokál et al., 2003).

Viry a jimi vyvolané choroby na bramborách se dělí na těžké a lehké. Mezi těžké jsou zařazeny choroby vyvolané virem svinutky bramboru (PLRV), virem Y bramboru (PVY) a virem A bramboru (PVA). K lehkým patří infekce způsobené virem X bramboru (PVX), virem M bramboru (PVM) a virem S bramboru (PVS) (Dědič, 2014).

Vlivem lehkých viróz (virus M, S a X) výtěžky hlíz klesají až o 10 – 30 % a vlivem těžkých viróz (virus Y, A a PLRV) dokonce až o 50 i 70 % (Rod et al., 2005).

Zdroji viróz jsou mšice řešetláková, broskvoňová, skleníková a další druhy, avšak letová aktivita mšic je rozdílná v letech. Proti mšicím je velmi efektivní ochrana insekticidy, dodržování semenářské agrotechniky zahrnující prostorovou izolaci, včasnou desikaci a používání certifikované sadby (Rasocha et al., 2004).

### **Virová svinutka bramboru (Potato leafroll Luteovirus)**

Těžká virová choroba snižuje výtěžek až o 80 % v závislosti na odrůdě, projevu infekce a podmínkách pěstování. Rostliny, které jsou infikované svinutkou, poskytují při sklizni většinou drobné hlízy (Vokál et al., 2013). Napadení může být způsobeno infikovanou sadbou, za vegetace pak persistentním přenosem mšicemi, zvláště mšicí broskvoňovou (Dědič, 2014).

### **Y-viróza bramboru (Čárkovitost bramboru, Nekrotická mozaika, Potato virus Y)**

Häni et al. (1993) uvádí, že se jedná o těžkou virovou chorobu, která snižuje výtěžek až o 70 %. Trsy napadené čárkovitostí mají menší počet často i větších hlíz. K přenosu dochází infikovanou sadbou, mšicemi či mechanickým přenosem.

### **A-viróza bramboru (Mírná mozaika, Potato virus A)**

Redukce výtěžku hlíz u infikovaných rostlin A virózou může dosáhnout až 40 % a hrozí k zesílení s dalšími viry (Dědič, 2014). Tento neperzistentní virus se přenáší mechanicky šťávou a některými druhy mšic, hlavně mšicí broskvoňovou, řešetlákovou, skleníkovou a jinými druhy (Vokál et al., 2013).

### **M-viróza bramboru (Lžičkovitá mozaika, Potato virus M)**

Jedná se o lehké virové onemocnění snižující výnos o 10 – 30 % (Rasoča et al., 2004). K přenosu dochází pomocí infikované sadby, mšicemi, nejvíce mšičí řešetlákovou a krušinovou či mechanicky (Dědič, 2014).

### **X- viróza bramboru (Lehká mozaika bramboru, Potato virus X)**

X-viróza snižuje výnos zhruba o 10 – 30 % a v dnešní době je její výskyt nízký (Rasoča et al., 2004). Infikování je možné napadenou sadbou nebo mechanicky různými způsoby (Dědič, 2014).

### **S-viróza bramboru (Potato virus S)**

Tato nejčastěji se vyskytující se viróza má obvykle nízkou redukcí výnosu, u infikovaných rostlin dosahuje 10 – 20 %. Choroba se přenáší zasaženou sadbou, mšičí řešetlákovou, broskvoňovou a mechanickým přenosem (Vokál et al., 2013).

Méně významnými jsou MOP-TOP virus, virus aukubové mozaiky a tabákový rattle virus (Dědič, 2014).

Následující Tabulka 2 představuje škodlivost hlavních virů brambor a způsob jejich přenosu.

Tabulka 2 - Hlavní viry vyskytující se u brambor

Virus	Snížení výnosu v %	Způsob přenosu	
		Mechanicky	Mšicemi
Virus svinutky (PLRV)	40 - 80	Ne	Ano
X virus (PVX)	10 - 30	Ano	Ne
Y virus (PVY)	30 - 70	Ano	Ano
A virus (PVA)	30 - 40	Ano	Ano
M virus (PVM)	10 - 30	Ano	Ano
S virus (PVS)	10 - 20	Ano	Ano

Zdroj: Rasoča et al., 2004

### 3.2.3 Bakteriální choroby

Bakterie dosahují počtu méně než 2000 druhů a jen málo z nich má ničivý vliv na rostliny. Ovšem příznaky, kterými se tyto organismy projevují, jsou velmi nebezpečné. Míra napadení a rychlost šíření choroby v rostlině jsou ovlivněny počasím, pěstitelskými podmínkami a kondicí hostitelské rostliny v době, kdy probíhá infekce. K nejpříznivějším podmínkám pro bakteriální infekce patří teplo a vlhko, kdy se rychle vyvíjejí, šíří a v krátké době namnoží do alarmujících rozměrů. V případě silného napadení může být rostlina úplně zničena (Bradley, 2008).

#### **Bakteriální kroužkovitost bramboru**

Bakteriální kroužkovitost lze charakterizovat jako nebezpečnou chorobu, avšak díky přísnému karanténnímu režimu v našich podmínkách přímé hospodářské ztráty nezpůsobuje. Původcem je aerobní bakterie *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* a z napadených sadbových hlíz se tento patogen šíří rostlinou cévními svazky. Prevencí jsou karanténní opatření a používání certifikované sadby testované na nepřítomnost patogena (Rasocha et al., 2004).

#### **Bakteriální hnědá hniloba bramboru**

Tato karanténní choroba vyvolaná původcem, bakterií *Ralstonia solanacearum* je především problémem tropických a subtropických oblastí, avšak v posledních desetiletí byla zjištěna i v evropských státech. V České republice byla poprvé nalezena u brambor v roce 2012. Možný výskyt lze kontrolovat testováním sadby a případně fyto-sanitárními zásahy, spojenými s likvidací zjištěných pozitivních bakterií (Vokál et al., 2013).

#### **Bakteriální černání stonku a měkká hniloba hlíz**

Jedná se o chorobu stonků a hlíz, které mají společné původce. Běžný výskyt je zejména ve vlhkých letech. Původcem jsou bakterie z rodu *Erwinia*, nejvíce *Erwinia carotovora* (Rod et al., 2005), *Pectobacterium carotovorum*, *P. atrosepticum* a *Dickeya chrysanthemi*. V porostu se šíří ohniskovitě či napadá jednotlivé rostliny a tak způsobuje mezerovité porosty. Tento příznak se nazývá „černá noha“, v chladnějších oblastech jím bývá v průměru postiženo 10 % rostlin a ztráty na výnosech dosahují až k 50 %. Ochrana spočívá v použití certifikované a zdravé sadby, eliminaci zdrojů infekce ve šlechtění, omezení

mechanického poškození hlíz a zajištění vhodných skladovacích podmínek (Hausvater and Doležal, 2014).

### **Aktinomycetová obecná strupovitost**

Lze ji popsat jako chorobu vážně poškozující vzhled hlíz, způsobující při silném napadení neprodejnost sadbových a konzumních hlíz a zároveň při zpracování na výrobky zvýšení podílu odpadu při jejich loupání. Silné napadení podporuje výskyt měkké bakteriální hniloby a u sadby hrozí porušení klíčivosti a vzcházení. V našich podmínkách však ke snížení výnosů nedochází. Výskyt této choroby je silně podmíněn náchylností půdy (Rasocha et al., 2004). Původcem jsou bakterie (aktinomycety) z rodu *Streptomyces*, nejvíce *S. scabies*. Kromě toho se v menším měřítku může vyskytnout i tzv. prašná strupovitost, kterou způsobuje houba *Spongospora subterranea* (Rod, 1997). Jediným přímým a účinným opatřením je závlaha v období nasazování hlíz, kdy se podpoří rozvoj antagonistických bakterií a omezí se infekce (Vokál et al., 2013). Další ochranou je udržování biologické aktivity půdy a nižšího pH (Hausvater and Doležal, 2014).

### **3.2.4 Škůdci brambor**

Bradley (2008) označuje škůdce jako živý organismus pro živočicha, který rostlinu poškozuje či se jí živí. Škůdce svým způsobem obživy určuje poškození a napadenou část. Hlavními předpoklady pro šíření škůdců jsou teplo, málo přirozených nepřátel a nejlépe rostliny v plném růstu jako zdroj potravy.

### **Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*)**

Jedná se o nejdůležitějšího žravého škůdce bramboru. Škodí tím, že okusuje listy a stonky a někdy i hlízy vyčnívající z brázd. Při silném přemnožení a nedostatečné ochraně může způsobit i holožírý a tím i velmi výrazně sníží výnosnost. Škodí jak larvy, tak i dospělí jedinci (Dušková and Kopřiva, 2009). Jedna larva mandelinky dokáže za svůj vývoj zkonzumovat až 10 cm<sup>2</sup> plochy listů, avšak jeden brouk až přibližně pětkrát tolik. Vlivem žíru listů se může výnosnost hlíz snížit i o 30 – 50 % (redukce 10 % listové plochy žírem = snížený výnos hlíz o 10 %) (Rod, 2003). Nepřímá ochrana spočívá v časně výsadbě, nejlépe předklíčené sadbě sazené co nejdále od loňských brambořišť. Přímá ochrana zahrnuje ruční

sběr či ošetření povolenými preparáty včetně přípravku na bázi *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis* (Häni et al., 1993).

### **Hád'átka bramborové (*Globodera rostochiensis*)**

Hád'átka je drobný oblý půdní červ s nitkovitým tělem, který škodí sáním na kořenech (Rasocha et al., 2004). Projevuje se ohnisky menších, pomaleji rostoucích rostlin, s předčasným žloutnutím listů. Na kořincích tvoří kulaté, nejdříve bělavé, později nahnědlé cysty (Rod et al., 2005), což jsou odumřelé samičky hád'átka s larvami, které po jejím prasknutí napadají kořeny (Vokál et al., 2003). Cysty odpadávají do půdy a tím ji zamožují na desítky let (Ackermann, 1998). Preventivní ochranou je pěstování odolných odrůd, na kterých hád'átka nedokáže dokončit svůj vývoj (Kazda et al., 2007), dodržování osevních postupů a nepoužívání strojů a nářadí použitých na zamořených plochách (Rod et al., 2005). Hád'átka bramborové patří ke karanténním škůdcům, proto jeho výskyt musí být ohlášen. Při silném přemnožení může dojít až k 80% snížení výnosu. (Häni et al., 1993).

### **Drátovci**

Drátovce lze charakterizovat jako larvy kovaříků, které poškozují podzemní části rostlin, výjimečně i nať. Velké škody však způsobují právě na hlízách, kde vyžirají četné povrchové dírky několik milimetrů hluboké. Hodně často však vnikají i hluboko do dužniny hlíz, kde vytvoří chodbičky a naplní je svými výměšky. Na závěr vegetace drátovci hlízy většinou opouštějí, takže je téměř nemožné je spatřit (Dušková and Kopřiva, 2009). Ochrana spočívá v agrotechnických opatřeních, jako jsou podmítka, orba, vhodné střídání plodin, odstranění pýru a okoličnatých rostlin. Vhodné je používat hnojiva kainit a vápno-dusík, k chemické ochraně se přistupuje pouze při výskytu 10 drátovců na 1 m<sup>2</sup> a více (Vokál et al., 2003).

Dle Rasocha et al. (2004) k dalším škůdcům bramboru patří mšice broskvoňová, mšice řešetláková, křísi, ploštice, trásněnky, roztoči, dřepčík bramborový, slunéčko vojtěškové, hád'átka nažloutlé, osenice polní, chroust obecný, tiplice a muchnice, cvrčci, hlodavci a slimákovití.

### 3.2.5 Abionózy - fyziologické poruchy a vady

Fyziologické poruchy bramboru jsou neparazitické vady, vznikající působením nevhodných faktorů prostředí na trsy či hlízy bramboru. Projevují se na hlízách či nati v době vegetace. Ochrana proti vzniku abionóz spočívá v usměrnění podmínek prostředí růstu a skladování hlíz (Vokál et al., 2003). Mezi nejčastější poruchy patří zelenání hlíz (způsobené vlivem dlouhodobé expozice světla), praskání hlíz (vznikající v důsledku tlaku, který převyšuje tahovou pevnost pletiv během růstu hlízy díky střídavému počasí a nevyrovnané výživě či špatnému skladování a pádu hlíz z vysoké výšky) a deformace hlíz (způsobené extrémními klimatickými podmínkami, kdy po dlouhotrvajícím období sucha přijdou vydatné deště) (Rod et al., 2005).

## 3.3 Řasy

Řasy (Algae) jsou jednobuněčné i mnohobuněčné vodní, primárně autotrofní organismy (Dostál, 2006; Babula, 2008). Mnoho zástupců však během evoluce přestoupilo díky ztrátě fotosyntetických pigmentů druhotně na metabolismus heterotrofní (Dostál, 2006).

Buňky řas obsahují plastidy a fotosyntetické pigmenty. Všechny mají chlorofyl A a většinou navíc další typ (typy) chlorofylů B, C nebo D (Babula, 2008). Chloroplasty většiny řas obsahují pyrenoidy (škrobovúrcce) - bílkovinová tělíska sloužící jako centra tvorby polysacharidů (Dostál, 2006).

U řas lze nalézt celou škálu typů stélek, od těch nejjednodušších jednobuněčných, které jsou jednojaderné (výjimečně mnohoaderné) až po nejdokonalejší složité mnohobuněčné stélky pletivné (Babula, 2008). Základní typy jednobuněčné stélky jsou monadoidní, rhizopodová, kapsální a kokální. Mezi základní typy mnohobuněčné stélky patří trichální, heterotrichální, pletivná, sifonokladální a sifonální stélka (Novák and Skalický, 2008).

Rozšíření řas je především ve vodním prostředí jako součást planktonu a bentosu ve vodě slané i sladké, ale lze je nalézt také v půdě jako edafon, na vlhkých kamenech a skalách či v symbióze ve stélkách lišejníků. Vzácné jsou pak vzdušné typy. Mají ekologický význam, protože vytvářejí více než polovinu kyslíku (zejména mořské druhy). Nacházejí se na začátku potravního řetězce, jelikož vytvářejí z jednoduchých anorganických látek složité organické živiny (Hayward et al., 2006; Dostál, 2006).



Většina mnohobuněčných řas je k pevnému podkladu přichycena pomocí rozšířené bazální části, ve tvaru terče nebo ji tvoří četné kořínky (rhizoidy), které jsou buď propletené do kompaktní masy či volněji rozložené na podkladu (Chinery, 1998).

Fotosyntéza u mnohobuněčných mořských řas probíhá tak, že řasy přijímají CO<sub>2</sub> a soli rozpuštěné ve vodě, která jim poskytuje oporu a jelikož je mnohem hustší než vzduch, jsou jen velmi vzácně pevné. Mezi hlavní překážky růstu řas v pobřežních vodách patří síla vln a proudů, množství a kvalita slunečního záření a vysychání za odlivu (Hayward et al., 2006).

Různé pigmenty potřebují jinou kvalitu a intenzitu světla. Změna vlnové délky světla má tedy vliv na rozdělení řas. Zelené řasy se obvykle nacházejí v horní, hnědé ve střední, zatímco červené řasy lze běžně spatřit ve spodní litorální zóně nebo v hlubokém oceánu. Substrát, topografie, světlo, teplota, salinita, vlhkost, příliv a odliv, vlny, vítr, proudy a znečišťující látky mohou ovlivnit růst a následnou distribuci. Růst se liší v závislosti na podkladu, jako je například lithoherm, korálové útesy, kamenné bloky, mušle, bláta a některé druhy dokonce přirůstají k mořským živočichům (ANONYM, 2007).

Běžný způsob rozmnožování řas je nepohlavní, nejčastěji tvořením bičíkatých buněk – zoospor, ze kterých vyrůstají nové rostliny. Mořské i ostatní druhy se rozmnožují i pohlavně a jejich životní cyklus je u celé řady druhů velice složitý (Chinery, 1998).

### 3.3.1 **Klasifikace a využití řas**

Mořské řasy se dělí do 3 hlavních skupin na základě jejich pigmentace: Chromophyta, Rhodophyta a Chlorophyta, neboli hnědé, červené a zelené řasy (Novák and Skalický, 2008; Hayward et al., 2006).

Existuje asi 10000 mořských druhů, tvořících přibližně 10 % celkové světové mořské produktivity (Craigie, 2011; Khan et al., 2009), z nichž 6500 jsou červené řasy, 2000 hnědé a 1500 zelené. Rozlišování do těchto tří skupin nicméně zahrnuje více podstatných rozdílů, než je uvedeno v tomto jednoduchém označení. Kromě pigmentace se značně liší v mnoha ultrastrukturálních a biochemických vlastnostech, především v zásobních látkách, složení buněčných stěn, přítomnosti / nepřítomnosti bičíků, ultrastrukturu mitózy, spojení mezi sousedními buňkami a ve struktuře chloroplastů (Braune and Guiry, 2011).

### 3.3.1.1 Hnědé řasy

Hnědé řasy neboli chaluhy patří do kmene Chromophyta – barevné řasy, třída chaluhy (*Phaeophyceae* (syn. *Fucophyceae*) (Hayward et al., 2006).

Chaluhy lze charakterizovat jako vícebuněčné řasy a až na určité výjimky se vyskytují pouze v mořské vodě (Dařbujan, 1997). Porůstají skalnatá pobřeží a podle průzračnosti vody sestupují do větších hloubek. Mají vždy mnohobuněčné (vláknité, heterotrichální i pletivé) stélky. Hnědé řasy dosahují různých velikostí, od centimetrů až 10 m. Obsahují hnědé barvivo fykofein a fykoxantin, příbuzné xantofylu (Novák and Skalický, 2008).

Jejich zajímavou schopností je, že v sobě dokáží akumulovat jód z mořské vody, jehož koncentrace v těle řas je až 20000krát vyšší než ve vodě, kde žijí. Důsledkem je průmyslové těžení a získávání jódu pro lidské potřeby (Dařbujan, 1997).

V severských zemích mají tradiční využití jako krmivo, hnojivo, topivo a v minulosti sloužily jako důležitá surovina pro výrobu potaše, sody a jódu (Novák and Skalický, 2008). Jsou také surovinou pro výrobu alginátu, který se využívá ve farmaceutickém, potravinářském a kosmetickém průmyslu jako stabilizátor a zesilovač, emulgátor a jako součást nátěrů při výrobě papíru, kůží a textilu. Rovněž se z něj vytvářejí rozpustné nitě využívané v chirurgii i při výrobě krajky (Hayward et al., 2006).

Hnědé řasy jsou velmi využívané v oblasti zemědělství. Mezi ně patří *Ascophyllum nodosum*, která je nejvíce zkoumaná, dále rody *Fucus* spp., *Laminaria* spp., *Sargassum* spp. a *Turbinaria* spp. používáné jako organicko-minerální hnojiva v zemědělství (Hong et al., 2007).

Současné obchodní extrakty jsou vyráběny převážně z hnědých řas *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria* spp., *Ecklonia maxima*, *Sargassum* spp. a *Durvillaea* spp., ačkoliv další druhy jako *Fucus serratus*, *Enteromorpha intestinalis*, *Ulva lactuca* a *Kappaphycus alvarezzi* slouží také k přípravě extraktů (Craigie, 2011; Strik and Van-Staden, 1997).

Nejrozšířenější řasou, která se přidává do výroby extraktů v Evropě a severní Americe je však *Ascophyllum nodosum* (Blunden et al., 1996).

#### ***Ascophyllum nodosum***

Tento druh je zástupcem řádu Fucales (chaluhotvaré), který má lineární chrupavčitou stélku s dichotomickým primárním, zpeřeným podélným nebo sekundárním větvením. Jednotlivé puchýřky rozšiřují stélky do různých velikostí. Jedná se o přílivovou řasu, nápadnou díky své schopnosti plavat měnící se vodní hladinou (Doty et al., 1987).

Řasy se vyznačují pásovitou stélkou bez středního žebra, rozšířenou o jednotlivé vejčité plynové měchýřky. Reprodukční orgány mají podobné rozinkám a vyrůstají po celé jejich délce na krátkých stopkách. Mají žlutou až olivově zelenou barvu, nejčastěji dosahují velikosti 1 m, mohou však dorůstat až do několika metrů (Hayward et al., 2006).



Obrázek 1 - *Ascophyllum nodosum*

Zdroj: [http://www.slozenikosmetiky.cz/wp-content/uploads/4500527177\\_b2aa5d219d\\_o.jpg](http://www.slozenikosmetiky.cz/wp-content/uploads/4500527177_b2aa5d219d_o.jpg)

### ***Laminaria* spp.**

*Laminaria* patří do řádu Laminariales (čepelatkovaré), který se vyznačuje vysokou histologickou a morfológickou diferenciací stélky a mikroskopickým gametofytem (Dostál, 2006). Tento řád zahrnuje druhy s vysoce morfológicky i anatomicky organizovanými obrovskými sporofyty. Mají oogamické pohlavní rozmnožování (Babula, 2008). *Laminaria* (čepelatka) se vyznačuje plochou, často velkou, listovitou stélkou a vyskytuje se především v jižních mořích (Dostál, 2006).



Obrázek 2 – *Laminaria* spp.

Zdroj: <http://www.seaweed.ie/images/Roll%208%20-%20122.png>

### ***Sargassum* spp.**

Řasy rodu *Sargassum* náležejí do řádu Fucales (chaluhotvaré), jsou bez rodozměny a rozmnožování probíhá oogamií. Stélky mají opatřeny plovacími měchýřky a vyskytují se v chladných i v teplých mořích. Zástupce *Sargassum* (hroznovice) má dlouhé, větvené stélky, postrádající rhizoidy a vytváří rozsáhlé porosty (Dostál, 2006). Obvykle žijí přisedle, nicméně dva druhy žijící v Sargassovém moři volně plavou na vodní hladině (Babula, 2008).



Obrázek 3 – *Sargassum* spp.

Zdroj:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cd/Sargassum\\_on\\_the\\_beach,\\_Cuba.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cd/Sargassum_on_the_beach,_Cuba.JPG)

#### 3.3.1.2 Červené řasy (ruduchy)

Patří do kmene Rhodophyta, díky své schopnosti využívat i velmi slabé osvětlení pro fotosyntetické procesy a svým asimilačním barvivům fykoerytrinu a fykocyanu, se vyskytují na korálových útesech či ve velkých hloubkách kolem 250 m (Dařbujan, 1997).

Charakteristickým znakem je absence bičíkatého stádia v životním cyklu (Novák and Skalický, 2008). V závislosti na vývojovém stádiu a dle druhu se zbarvení mění od téměř zářivé jasně růžové po tmavě hnědou, olivově zelenou nebo vybledlou šedobílou barvu. Nejvíce však bývají tmavě vínové barvy (Hayward et al., 2006).

Ruduchy jsou využívány v hospodářství, jako potravní doplněk, pro produkci agaru a karagenu, při léčení různých nemocí, jako hnojivo, krmivo a zdroj pro výrobu bioplynu.

Mezi zástupce patří rody *Porphyra*, *Gelidium*, *Gracillaria*, *Gelidiopsis*, *Gigartina* a jiné (Novák and Skalický, 2008).

### 3.3.1.3 Zelené řasy

Tyto řasy se zařazují do kmene Chlorophyta – zelené řasy a vyšší rostliny. Patří sem zelené řasy nižší (stélkaté) a vyšší (cévnaté). Obě skupiny mají společný vývojový základ a zároveň i asimilační procesy, neboť obsahují zelené barvivo chlorofyl. Zelené řasy se dělí do třech tříd: *Charophyceae* – parožnatky, *Conjugatophyceae* – řasy spájkivé a *Chlorophyceae* – řasy zelené, zelenivky (Dařbujan, 1997).

Lze je charakterizovat jako druhově početnou skupinu jednobuněčných i vícebuněčných řas. Jednobuněčné jsou součástí fytoplanktonu a občas mohou způsobit zelený povlak na hladině. Vyšší vícebuněčné řasy se vyskytují hlavně v lagunách mezi korálovými útesy nebo přímo na nich (Hayward et al., 2006).

Mezi zástupce patří rody *Chlamydomonas*, *Volvox*, *Chlorococcum* a *Scenedesmus* (Novák and Skalický, 2008).

Tabulka 3 - Polysacharidy v červených, hnědých a zelených řasách

Mořské řasy	Polysacharid
<i>Rhodophyceae</i> (červené řasy)	agar, agaroid
	karagenany
	celulóza
	komplexní slizy
	furcellaran
	glycogen (florideový škrob)
	mannany
	xylany
<i>Phaeophyceae</i> (hnědé řasy)	alginát
	celulóza
	komplexní síranové heteroglukany
	fucose obsahující glykany
	fukoid
	glukuronocylofukany
	laminaran
lichemam jako glukany	
<i>Chlorophyceae</i> (zelené řasy)	amylóza, amylopectin
	celulóza
	komplexní hemicelulóza
	glukomannyn
	mannan
	inulin
	laminaran
	pektin
	síranové slizy
xylany	

Zdroj: Khan et al., 2009

Uvedená Tabulka 3 znázorňuje, že mořské řasy jsou zdrojem neobvyklých a komplexních polysacharidů, které nejsou přítomny v suchozemských rostlinách (Khan et al., 2009).

Člověk řasu využívá napřímo jako potravinu, konzumuje ji čerstvou, syrovou, rozvařenou v rosol či konzervovanou (sušenou či tekutý extrakt). Je velmi bohatá na vitamíny B a C, obsahuje velké množství stopových prvků a používá se díky tomu v potravinových doplňcích, kosmetice či léčivech. Zároveň řasy slouží jako doplňky pro hospodářská zvířata, hnojiva a prostředky upravující vlastnosti půdy (Hayward et al., 2006).

### 3.4 Extrakty z mořských řas

Mikro i makro-řasy se používají ke zvýšení rostlinné výkonnosti a potravinářské výroby v různých oblastech světa prostřednictvím jejich blahodárných účinků, které se aplikují do půdy. Interakce řas s půdou jsou bezpochyby složité a přínosy závisí na plodině a místních podmínkách životního prostředí (Craigie, 2011).

Uběhlo zhruba 60 let od prvního komerčního mořského extraktu vyrobeného pro zemědělské využití. Tyto tekuté extrakty byly povoleny poprvé pro přímé použití rozpustných složek mořských řas na specifické rostlinné orgány, jako jsou listy a kořeny. Mořské řasy byly rovněž použity po tisíciletí jako krmné doplňky ke zlepšení výživy zvířat a jejich produktivity (Craigie, 2011).

Hlavní bod zlomu pro průzkum mořských řas lze vysledovat ke druhé světové válce s vytvořením skotského sdružení Seaweed Association Limited v červnu roku 1944, které vedlo k podpoře výzkumu na mořských řasách v botanicko-ekologické, chemické a zemědělské oblasti potenciálního zájmu k průmyslu. Toto sdružení bylo ukončeno v březnu 1969 (Craigie, 2011).

Existuje mnoho komerčních extraktů po celém světě. Většina extraktů se vyrábí z hnědých řas, pravděpodobně spíše kvůli jejich velikosti a dostupnosti než jejich chemickému složení (Mooney and Van-Staden, 1986).

Z velkých producentů extraktů z mořských řas pro zemědělské využití jsou společnosti Acadian Seaplants Ltd v Kanadě, Algea v Norsku, Arramara Teo v Irsku, Atlantic Labs v USA, Leili v Číně, Bioatlantis v Irsku, China Ocena University v Číně, Goëmar ve Francii, Kelpak v Jižní Africe a Seasol v Austrálii. Z menších producentů lze zmínit společnosti

AfriKelp v Jižní Africe, Agrocean ve Francii, Agrosea na Novém Zélandu, Cytozyme v USA, Dash v Egyptě, Faidinkum v Austrálii, Fartum v Chile a mnoho dalších (Craigie, 2011).

Pro zvýšení účinnosti pěstování rostlin se používají nové metody na bázi výtažků z mořských řas, jako biostimulantů růstu rostlin. Vzhledem k přítomnosti mnoha biologicky aktivních látek, jsou extrakty z mořských řas široce používány jako rostlinné stimulanty (Tuhy et al., 2013).

### 3.4.1 Účinky řas a jejich využití v zemědělství

Extrakty z různých mořských řas mají odlišnou účinnost. Možným vysvětlením pro tento rozdíl je pestrost složení a obsah rostlinných růstových regulátorů, které má každý druh řasy jiné (Anisimov and Chaikina, 2014).

Jak se ukázalo v mnoha pracích, extrakty z mořských řas se vyznačují vysokou účinností při pěstování rostlin a jsou šetrné k životnímu prostředí v důsledku biologického původu materiálu. Proto extrakty z mořských řas představují alternativu k syntetickým rostlinným stimulantům, jejich aplikace velmi často způsobuje znečištění životního prostředí a podporu tradičních hnojiv (Tuhy et al., 2013).

#### **Aplikace na list**

Aplikace výtažků z mořských řas na list má za následek větší zachování chlorofylu, což vede k zelenějším rostlinám. To je částečně způsobeno komplexní skupinou různých betainů v extraktu, které pomáhají redukovat přirozené poškození fotosyntetickými procesy. Výzkum ukázal, že foliární aplikace a napojení do pěstebního substrátu, má stejný účinek na zvýšení chlorofylu, a ve většině případů dokázala zvýšit skutečnou hladinu chlorofylu v rostlinách (Bartolo, 2009).

#### **Aplikace do půdy**

Sacharidy v mořských řasách a produktech z nich, pracují v přírodní kombinaci s železem, kobaltem, mědí, manganem, zinkem a jinými stopovými prvky. To je důvod, proč se tyto stopové prvky neusazují, a to i v alkalických zeminách, ale zůstávají k dispozici pro rostliny, které je po celou dobu potřebují. Specifické sacharidy ve výtažcích slouží jako zdroj potravy pro užitečné a benigní půdní bakterie, což vede k velkému nárůstu počtu mikroorganismů, produkující rostlinné růstové stimulační látky, které podporují růst kořenů

a výrazně zvyšují podíl kořenové masy. Řasy působí rovněž jako půdní kondicionér. Mají schopnost měnit lehké a písčité půdy na hustší tím, že vytvoří organické polymery, které vážou půdní částice dohromady. To vytváří lepší strukturu a zároveň pomáhá při zadržování vody (Bartolo, 2009).

Účinky extraktů z mořských řas zahrnují aktivní růst, vyšší výnos, zvýšené vstřebávání živin, více odolnosti k biotickému a abiotickému stresu (houbové onemocnění, napadení hmyzem, mraz), lepší klíčení semen, kvalitu a delší životnost ovoce (Haider et al., 2012; Kavipriya et al., 2011).

Také Tuhy et al. (2013) informují, že díky bioaktivním látkám mohou extrakty z řas regulovat růst a vývoj rostlin. Aplikace jejich výtažků vede k vyšší odolnosti vůči stresu a patogenům.

Dle Bartolo (2009) extrakt umožňuje, aby rostliny tolerovaly vyšší úroveň chladu, čímž se snižuje množství poškození.

Půdní houby a bakterie jsou známy tím, že produkují přírodní antibiotika, která zabraňují růstu populaci patogenů rostlin, a pokud jsou tato antibiotika vyprodukovaná v dostatečném množství, dostanou se do rostliny a pomáhají jí k ubránění se onemocnění. Výroba takových antibiotik je zvýšena v půdě s vysokým obsahem organických látek (Bartolo, 2009).

Extrakty z mořských řas také snižují napadení sviluškami, mšicemi a hlísticemi, omezují ztráty při skladování ovoce a zvyšují anorganický příjem živin z půdy (Mooney and Van-Staden, 1986).

### 3.4.2 Možnosti aplikace a účinků řas na rostliny

Zkoumáním účinků mořských řas se zabývá mnoho studií a pokusů. Jak je uvedeno níže, jedná se o studie na podporu růstu, vliv na výnos, klíčivost osiva, koncentraci chlorofylu, obsah sacharidů, proteinů, dusíku a jiné. Ve většině dostupných studií se autoři dopátrali pozitivních výsledků.

#### **Podpora růstu, vliv na výnos**

Alam et al. (2013) studovali účinky extraktu, rozpustného prášku, řasy *Ascophyllum nodosum* na růst a výnos jahodníků, poskytnutý společností Acadian Seaplants Limited v Kanadě. Tento pokus prokázal významné účinky na celkovou délku, plochu a množství



kořenů a na počet plodů jahodníku. Aplikace extraktu také zvýšila celkovou mikrobiální fyziologickou aktivitu v půdě.

Rovněž u jiného pokusu se zjistilo, že postřik rostliny s koncentrovanými výtažky z mořských řas způsobil zvýšení počtu ovoce o 10 % a hmotnosti plodu o 15 % (Crouch and Van-Staden, 2005).

Zkoumány byly pozitivní vlivy výtažků z čerstvé červené mořské řasy *Kappaphycus alvarezii* z indického pobřeží na sóje luštinaté (*Glycine max*). Listové aplikace extraktů v různých koncentracích vedly k vyššímu výnosu (až 57 % oproti kontrole), větší intenzitě růstu a lepšímu vstřebávání živin sóji (Rathore et al., 2009).

Taktéž Anisimov and Chaikina (2014) testovali vliv tekutých extraktů červených řas *Neorhodomela Larix*, *Tichocarpus crinitus*, hnědých řas *Saccharina japonica*, *Sargassum pallidum*, a zelených řas *Ulva fenestrata* a *Codium fragile* na délku kořenů semenáčků sóji (*Glycine max* (L.) Merr.), sbíraných v různých ročních obdobích. Řasy byly usušeny a rozemlety mlýnkem na kávu do práškové formy. Je prokázáno, že extrakty červených řas, sbírané v různých ročních obdobích, měly mírný stimulační účinek na růst kořenů sóji. Největší stimulační účinek ukázal výtažek zelené řasy *Codium fragile*, u kterého se zjistily o 18,0 % delší kořeny oproti těm kontrolním.

Další experiment byl proveden u dvou kultivarů (Reem a Karol) okurky seté *Cucumis sativus* L. v Iráku. Výsledky ukázaly, že použití extraktů vedlo ke zvýšení samičích květů, počtu a hmotnosti plodů na rostlinu i výnosu na m<sup>2</sup> (Sarhan and Ismael, 2014).

Crouch and Van-Staden (1992) postříkovaly výhonky rajčat výtažky z mořských řas během vegetativní fáze s výsledkem 30% zvýšení hmoty.

Další studie s extrakty z mořských řas byla realizována na bramborách v zemědělské škole v Duhok, Irák. Ke studiu byly použity huminové kyseliny a dva výtažky z mořských řas Alga 600 a Sea Force 2. Ošetření huminovými kyselinami a extrakty z mořských řas způsobilo významné zvýšení vegetativního růstu a výnosu brambor Desiree CV v porovnání s kontrolou (Sarhan et al., 2011).

Listová aplikace extraktů na ovocné stromy (například jabloně) vyústila v intenzivnější listy, výhonky a plody (Basak, 2008).

Reitz and Trumble (1996) zkoumali účinek extraktu SWC, obsaženého cytokinu v mořské řase *Ascophyllum nodosum* na růst nezralého fazolu měsíčního (*Phaseolus lunatus*) za podmínek s nízkou a vysokou dostupností živin. Bylo zjištěno jen málo rozdílů mezi kontrolní a ošetřenou rostlinou, tudíž extrakt rostlinám chybějící živiny neposkytl. U kontrolních rostlin byl zaznamenán vyšší růst a produkování nových listových tkání než

u ošetřených rostlin. Nicméně léčba extraktem dosáhla výsledku větší hmotnosti listu ve srovnání s kontrolou. S ohledem na tyto výsledky, tento konkrétní výtazek z mořských řas není přínosem pro stimulaci růstu nezralého fazolu měsíčního.

### **Účinky na kvalitu, delší trvanlivost**

Haider et al. (2012) uvádí, že aplikace mořských řas má vliv na lepší kvalitu a delší trvanlivost ovoce.

### **Klíčivost osiva**

Kavipriya et al. (2011) ve svém experimentu zjistili, že použité extrakty z mořských zelených řas, odebraných z pobřeží Mandapam, Nadu v Indii, *Ulva lactuca* Linnaeus, *Caulerpa svalpelliformis*, hnědých řas *Sargassum plagiophyllum*, *Turbinaria conoides*, *Padina tetrastromatica*, *Dictyota dichotama* silněji vyvolávají klíčení semen a rychlejší růst fazolí mungo (*Vigna radiata*).

Rovněž namočení semen pšenice seté (*Triticum aestivum*) v 20% extraktu hnědé řasy *Sargassum wightii* způsobilo 11% nárůst klíčení osiva, 63% zvýšení počtu postranních kořenů a 46% nárůst délky výhonků v porovnání s kontrolou (Kumar and Sahoo, 2011).

V jiném testování tekuté extrakty z mořských řas *Ulva lactuca*, *Padina gymnospora*, odebrané u pobřeží Mexika, byly zkoumány na klíčení a růst rajčat (*Solanum lycopersicum*). Výsledky ukazují, že semena ošetřená extrakty *U. Lactuca* a *P. gymnospora* při nižších koncentracích (0,2 %) způsobily zvýšenou klíčivost. Půdní zálivka měla větší vliv na výšku rostliny (do 79 cm) než foliární aplikace postřikem (75 cm) a extrakty prokázaly zvýšenou délku a hmotnost kořene (Hernández-Herrera et al., 2013).

### **Vliv na obsah sacharidů, proteinů, dusíku a dalších látek**

V experimentu provedeném u pískavice řecké seno (*Trigonella foenum-graecum*) se rovněž projevíly pozitivní výhody aplikace přípravků z mořských řas *Ulva fasciata*, *Sargassum ilicifolium* a *Gracilaria corticata*, a to stimulace růstu výhonků a nárůst hmotnosti. Dále se v pokuse ukázalo zvýšení sacharidů, proteinů, volných aminokyselin, polyfenolů a obsahu dusíku (Pise and Sabale, 2010).

Jiná studie byla uskutečněna v roce 2010 na poli pro zjištění účinku foliární aplikace extraktu z mořských řas Primo jako organického biostimulantu na bramborové odrůdě Sante. Listová aplikace extraktu z mořských řas byla provedena v různých fázích růstu plodiny (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 zasetí).

Výsledky zpozorovaly významné zlepšení v růstu, výnosu a kvalitě hlíz brambor, kde byl aplikován extrakt. Nejvyšší výnos hlíz byl zaznamenán u aplikací při teplotě 30 + 60 dní po výsadbě. Ošetření u bramborových hlíz rovněž zlepšilo dusík, celkové rozpustné pevné látky a bílkoviny (Haider et al., 2012).

### **Snížení napadení houbovými onemocněními**

Extrakt v granulích z mořské řasy *Ascophyllum nodosum* prokázal pozitivní účinek mořských řas na růst a výnos cibule. Ošetření přineslo zvýšení hmotnosti cibule v rozsahu 74,6 – 83,2 % oproti kontrole, větší výnos od 87,9 do 119,5 % a snížení napadení chorobou padlí oproti neošetřené kontrole v rozmezí od 77,4 do 82,7 % (Dogra and Mandradia, 2012).

### **Vyšší koncentrace chlorofylu v listech**

Aplikace do půdy alkalického extraktu *Ascophyllum nodosum* měla za následek vyšší koncentrace chlorofylu v listech ošetřených rostlin ve srovnání s kontrolními rostlinami. Pozitivní výsledky byly získány u všech testovaných druhů (rajčata, fazole, pšenice, ječmen, kukuřice). U aplikace extraktu formou postřiku na list byly prokázány podobné účinky na obsah chlorofylu v listu, s výjimkou v případě fazolu, u kterého nebyl zaznamenán žádný významný rozdíl mezi testovanými a kontrolními rostlinami. Použití směsi betainů ve zředěném extraktu z mořských řas zaznamenalo velmi podobné úrovně chlorofylu v listu pro extrakt z mořských řas a ošetřené rostliny betainy. To naznačuje, že zvýšený obsah chlorofylu v listech rostlin takto ošetřených je závislý na přítomnosti betainů (Blunden et al., 1996).

### **Vliv na obsah fytochemických látek**

Dvě různé pilotní studie byly provedeny v Řecku (brambory) a Irsku (cibule) ke zkoumání účinku extraktu Algae Green z řas *Ascophyllum nodosum* na výnos a fytochemické látky brambor a cibule. Výsledky této studie naznačují, že došlo ke zvýšení fenolických sloučenin a flavonoidů v cibuli, zatímco v bramboru se zjistily významné rozdíly pouze v obsahu flavonoidů. Nebyly prokázány žádné statisticky významné rozdíly ve výtěžku plodiny, i když ošetřené brambory mořskými řasami měly vyšší výnosy. Tyto výsledky ukazují potenciál výtěžku z mořských řas ve zvyšování fytochemického obsahu zeleniny (Lola-Luz et al., 2014).

Jak je vidět mořská řasa je jednou z unikátních organických látek, které mohou být použity v zemědělství mnoha různými způsoby. Kromě podpory imunitního systému mají mnoho výhod: jsou prospěšné pro životní prostředí, nepoškodí ptactvo či ostatní zvěř, zvyšují tloušťku a větvení kořenů, posilují přirozenou obranyschopnost rostlin, zvyšují schopnost rostlin absorbovat živiny, zlepšují barvu a kvalitu zeleniny, okrasných rostlin nebo trávníků a rozkládají velké organické molekuly na částice, které se snadno absorbují (Bartolo, 2009).

### 3.4.3 Extrakce řas

Jsou známy různé formy přípravy mořských řas: LSF (Liquid Seaweed Fertilizer), SLF (Seaweed Liquid Fertilizer), LF (Liquid Fertilizer), s použitím buď celých, nebo nasekaných řas. Dostupné zdroje informují, že výhodou hnojení mořskými řasami je, že řasy a patogenní houby rostou volně v přírodě, tudíž jsou zdarma. Tekuté extrakty z hnědých řas jsou prodávány jako biostimulanty nebo organo-minerální hnojivo pod různými obchodními názvy (Kavipriya et al., 2011).

Obecně platí, že extrakty jsou vyrobeny postupy používající vodu, alkálie nebo kyseliny či fyzickým narušením mořské řasy nízkou teplotou mletí, čímž se získá „mikronizovaná“ suspenze jemných částic (Hervé and Rouillier, 1977).

Pro přípravu výtažků se používají různé metody: odčerpávání vody pod vysokým tlakem, extrakce alkoholem, alkalická, mikrovlnná (MAE – Microwave-Assisted Extraction) a superkritická CO<sub>2</sub> extrakce. Podmínky procesu závisí na účinných látkách použitých metod. Extrakty bohaté na auxiny mohou být připraveny alkalickou extrakcí. Tento proces se provádí pod nízkým tlakem (Booth, 1969).

### 3.4.4 Biologicky aktivní látky v řasách

Mořské řasy jsou nejbohatším zdrojem přírodních fytohormonů, bioaktivních látek a živin na světě. Obsahují biogenní a stopové prvky, vitamíny, dále pak cytokininy, aminokyseliny, auxiny a kyselinu abscisovou (ABA), které jsou rostlinnými hormony (Khan et al., 2009). Chemické složky extraktů z mořských řas obsahují složité polysacharidy, mastné kyseliny, vitamíny, fytohormony a minerální živiny (Battacharyya et al., 2015).

Rostlinné hormony hrají klíčovou roli v kontrole, způsobu, ve kterém rostliny rostou a rozvíjejí se. Zatímco metabolismus zajišťuje sílu a stavební kameny pro život rostlin, jsou to právě hormony, které regulují rychlost růstu jednotlivých částí a integrují je k vytvoření

do podoby rostlin a samozřejmě zároveň hrají kontrolní roli v procesech reprodukce. Moderní pojetí těchto hormonů vyžaduje, aby byly přirozeně se vyskytujícími organickými látkami, které ovlivňují fyziologických procesy v nízkých koncentracích. Ovlivňované procesy zahrnují růst, diferenciaci a vývoj, ačkoliv jiné procesy, jako je pohyb prùduchů, může být také ovlivněn (Davies, 2010). Regulátor růstu rostlin je termín běžně používaný v agrochemickém průmyslu k odlišení syntetického regulátoru růstu rostlin od těch endogenních (Craigie, 2011).

Následující Tabulka 4 znázorňuje, že v současné době je známo mnoho vyšších rostlinných hormonů běžně se vyskytujících v řasách, především hnědých řasách.

Tabulka 4 - Klasické rostlinné růstové hormony objevené v hnědých řasách

Rostlinný hormon	Řasa
Auxiny	<i>Ascophyllum, Fucus, Laminaria, Macrocystis, Ulva</i>
Cytokininy	<i>Ascophyllum, Cystoseira, Ecklonia, Fucus, Macrocystis, Sargassum</i>
Gibereliny	<i>Cystoseira, Ecklonia, Fucus, Petalonia, Sargassum</i>
Kyselina abscisová	<i>Ascophyllum, Laminaria</i>

Zdroj: Tarakhovskaya et al., 2007

#### 3.4.4.1 Auxiny

Kyselina indol-3-octová (IAA - z anglického Indole Acetic Acid) je hlavním auxinem u většiny rostlin (Davies, 2010). V letech 1960 – 1970 se zjistilo, že auxiny a jejich neaktivní analogy jsou přítomny v hnědých (*Macrocystis* a *Laminaria*), červených (*Botryocladia*), a zelených (*Enteromorpha*, *Chlorella* a *Cladophora*) řasách a také v cyanobakteriích (*Oscillatoria*) (Schiewer et al., 1967).

Použitím moderních metod byla prokázána přítomnost auxinů (zejména IAA) v zelených řasách a v extraktech z hnědých řas (*Fucus* a *Ascophyllum*) (Strik and Van-Staden, 1997).

IAA je syntetizována z tryptofanu nebo indolu, a to především v mladých listech či v rozvojových semenech. Mezi účinky auxinu patří stimulace rozšíření buněk a růstu stonku, dělení buněk, potlačování růstu bočních pupenů a zpomalení stárnutí listů. Může inhibovat nebo podporovat (pomocí ethylenu) padání listů či ovoce a také opožďuje zrání (Davies, 2010).

#### 3.4.4.2 Gibereliny

Gibereliny jsou skupinou sloučenin na bázi kyseliny giberelové (GA3) (Davies, 2010). Mezi základní fyziologické aktivity giberelinů patří prodlužování stonku a zahájení klíčení semen (Tarakhovskaya et al., 2007). Dále stimulují produkci četných enzymů (Davies, 2010). Přímý důkaz o působení giberelinů získaných z hnědých řas neexistuje, ačkoliv stopy G4 byly nalezeny v rozpustném extraktu řasy *Ascophyllum nodosum* (Craigie, 2011).

#### 3.4.4.3 Cytokininy

Cytokininy jsou deriváty adeninu se schopností indukovat buněčné dělení v tkáňové kultuře (za přítomnosti auxinu) (Davies, 2010). Aktivita cytokininů kapalného extraktu z mořských řas byla prokázána podporou růstu v explantátech mrkve. Také se potvrdila zvýšením růstu u rulíku zlomocného (*Atropa belladonna*) a u ředkvičky. Získané výsledky ukazují, že extrakt z mořských řas má cytokininovou aktivitu schopnou produkovat fyziologické změny, a to dokonce i při aplikaci v nízkých koncentracích používaných v praxi (Brain et al., 1973). Známý je i pozitivní účinek na výnos brambor, zvýšení bílkovin v trávě a dozrávání citrusových plodů (Blunden, 1977). Má vliv na vývoj pupene a rozvoj listové čepele (Tarakhovskaya et al., 2007).

Extrakty z mořských řas obsahují cytokininy vyvolávající fyziologické aktivity (například aktivují některé enzymy podílející se na fotosyntéze) a zvyšují celkový chlorofyl v rostlině. To se pak pozitivně projeví na aktivitě fotosyntézy a syntetizovaných materiálech na výhonkách (Thomas, 1996).

#### 3.4.4.4 Kyselina abscisová

Kyselina abscisová (ABA), z angl. Abscisic acid, je v řasách široce zastoupena. Byla objevena u 10 rodů hnědých řas, zahrnující druhy *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria* spp. a *Ecklonia maxima* (Hirsch et al., 1989). Kyselina abscisová indukuje uzavření průduchů v suchu, ukládání bílkovin v semenech, transkripci genu pro inhibitory proteinázy a vyvolává účinky vegetativního klidu u semen (Davies, 2010).

#### 3.4.4.5 Etylen

Tento plyn  $C_2H_4$  se syntetizuje z methioninu v mnoha tkáních jako odpověď na stres a jedná se o jediný uhlovodík s významným vlivem na rostliny. Je zrácím hormonem ovoce, reguluje rychlost růstu, podporuje dřívější vývin plodů, stimuluje četné obranné reakce proti

zranění či nemoci a má vliv na padání listů a ovoce (Davies, 2010). Obsah etylénu v hnědých řasách není příliš známý (Craigie, 2011).

K dalším růstovým hormonům patří betainy, které mají funkci osmoregulace a odolnosti vůči mrazu, suchu a chorobám; brassinosteroidy, mající vliv na buněčné dělení a prodloužení, cévní diferenciaci a inhibují růst kořenů. Dále pak jasmonidy (oxilipiny), které zmírňují stres, inhibují růst a klíčení semen a podporují tvorbu hlíz; a salicyláty, vyvolávající obrannou reakci vůči patogenům, odvracející účinky ABA, inhibující produkci etylénu a klíčení semen. Na závěr je třeba zmínit také signální peptidy, které iniciují obranné odezvy a polyaminy ovlivňující růst a dělení buněk (Tarakhovskaya et al., 2007).

#### 3.4.5 Sběr řas

Existují dva způsoby sběru z litorální zóny, ručně při šnorchlování či potápění s dýchacím přístrojem nebo s použitím nástrojů. Vybírají se vzorky s reprodukčními strukturami, jelikož právě ty jsou významnými kritérii pro klasifikaci řas. Také známost stanoviště řas může pomoci identifikovat druh. Sledují a zaznamenávají se informace o tvaru, barvách, hodnotách pěstebního substrátu a místu růstu (ANONYM, 2007).

Velké mořské řasy, s delší dobou rozkladu, jako například *Ulva* spp., a *Sargassum* spp., mohou být umístěny ve sběrných nádobách nebo přímo ve sběrných pytlích. Menší, měkké nebo lepkavé mořské a křehké řasy se ukládají a uzavírají ve sběrných lahvích nebo malých plastových sáčcích a následně označují. Čerstvé rostliny shromážděné na pláži jsou umístěny v plastových sáčcích nebo plastových lahvích. Při přepravě těchto řas je důležité se vyhnout přímému slunečnímu záření nebo vysokým teplotám, aby se předešlo ztrátě zbarvení (ANONYM, 2007).

Mořské řasy rostou po celý rok, některé jsou hojnější v zimě a některé na jaře, což jsou ta nejlepší období pro jejich sběr (ANONYM, 2007). Sběr řas z přílivové oblasti se provádí při odlivu, nejlépe jednu či dvě hodiny před časem odlivu. Ideální je začít v horní litorální zóně a postupně přejít k nižší pobřežní zóně. Pokud se sbírají řasy při potápění, časový limit není daný (Dhargalkar and Kavlekar, 2004).

Postup odběru přílivové řasy probíhá buď metodou transektu, nebo náhodným výběrem. U první jmenované metody je položeno lano kolmo na pobřeží od přílivu k odlivu s označením míst odběru po 5, 10 nebo 20 m intervalech podél lana. Přítomné druhy mořských řas se shromažďují buď ručním odstraněním či použitím nože, případně skalpelu. Další metodou je metoda náhodného výběru, přičemž místa odběru jsou vybírána s šancí

výskytu řas. Postup odběru odlivové řasy probíhá podobně jako při odběru přílivové. Lano je připevněno hřebíky a označeno v pravidelných intervalech 5, 10 m. Metodou náhodného výběru se sbírají vzorky šnorchlováním (v malých hloubkách 0,5 – 3 m) nebo potápěním (ve větších hloubkách 3 – 30 m) (Dhargalkar and Kavlekar, 2004).

Konzervace vzorků je možná buď mokrou či suchou formou. U obou konzervací musí být odstraněn všechen přichycený materiál k mořské řase (např. částice písku, skály či mušle). U mokrého konzervování se do sáčků či nádob přidá roztok 5 – 10 % formaldehydu v kombinaci s mořskou vodou. Výsledkem suché konzervace je herbář (ANONYM, 2007).

### 3.5 Přípravky s obsahem mořských řas používané v zemědělství

Kromě použitých přípravků v samotném pokusu jsou na trhu dostupné následující přípravky.

#### 3.5.1 Alga 600

Lze jej charakterizovat jako přírodní vyživující přípravek z mořských řas, který má stimulační a protistresový účinek. Je organickým hnojivem certifikovaným EU pro použití v ekologickém zemědělství. Jeho účinky spočívají ve zvýšení výnosnosti, kvality sklizně, zlepšení kvetení, vývinu plodů a listového růstu. Prodlužuje údržnost plodin po sklizni, zvyšuje imunitu, působí proti stresu a podporuje růst kořínků a plodů. Obsah antitoxinů chrání před bakteriemi, viry a odpuzují hmyz. Použití je vhodné pro zeleninu, ovocné sady, květiny, brambory, kukuřici, obiloviny a trávníky (Agrobiosfer, 2013).

#### 3.5.2 Amagro Alga

Jedná se o extrakt z hnědé mořské řasy *Ascophyllum nodosum*, jenž slouží i pro ekologické zemědělství. Účinky spočívají v podpoře růstu, tvorbě kořenů a růstu listové plochy. Přípravek lze doporučit pro polní plodiny, lesní kultury, travní porosty a ovocné plodiny. Obsahuje min 0,1 % dusíku, 5 % draslíku a max. 52 % organických látek v sušině (Amagro, 2008).

#### 3.5.3 Amalgerol Premium

Amalgerol Premium obsahuje více než 40 složek rostlinných a éterických olejů, minerální destiláty, bylinné výtažky a zároveň je obohacen extraktem z mořských řas. Lze ho



charakterizovat jako přípravek, který působí současně na půdu, kořenový systém i olistění s vlivem na celkový vývoj rostliny. Také se prokázalo navození stimulace tzv. půdního dýchání až o 96 %. Působením této pomocné látky dochází k masivnímu pomnožení půdních dekompozičních mikroorganismů rozkládajících organické dusíkaté látky i další sloučeniny typu celulózy, které se hůře rozkládají. Je schválen k použití pro ekologické zemědělství. Doporučuje se pro polní plodiny, v zahradnictví i ovocnářství, trávníky, parky a při produkci květů (Agromanual, 2003).

#### 3.5.4 **Bio-algeen S-90**

Tento pomocný alginátový preparát S-90 a extrakt z mořských řas *Ascophyllum nodosum* stimuluje růst pomocí koncentrátu polyuronových kyselin, fytohormonů aminokyselin a stopových prvků. Obsažené látky mají pozitivní účinek na fotosyntézu, látkovou výměnu, mohutnější a zdravější nadzemní i podzemní část, vyšší produkci a lepší kvalitu (vyšší výnosy, větší plody a intenzivnější zbarvení květů). Bio-algeen S-90 se používá pro polní plodiny, zeleninu, ovoce, okrasné rostliny, dřeviny a trávníky či pro výsadby ve ztížených podmínkách (výsyvky, kyselé půdy, rekultivace, dálniční pásy) nebo pro regeneraci městské zeleně, historicky a geneticky cenných stromů (Bioprim, 2015).

#### 3.5.5 **Energen Algan**

Jedná se o kapalný koncentrát s čerstvými mořskými řasami *Ascophyllum nodosum* (25 %) a zároveň s obsahem alginátů, aminokyselin, laminarinu a jiných látek, které zlepšují výnos, jeho kvalitu a zvyšují odolnost rostlin vůči suchu i chladu. Je vhodný k použití do ekologického zemědělství. Účinky spočívají ve stimulaci růstu a výnosu, podpoře tvorby velkého objemu kořenů a zvětšení velikosti semen. Také zvyšuje energii klíčení, jeho rychlost i kvalitu a práh tolerance k onemocnění. Rovněž se prokázalo zvýšení složení jak zásobních látek (škrob, cukr v cukrové řepě a ovoci), tak i účinných látek (morfin v máku, alfa hořké kyseliny v chmelu). Používá se pro obilniny, kukuřici, brambory, cukrovou řepu, vinnou révu, slunečnici, řepku, mák, hořčici, sóju, zeleninu všeobecně, ovocné dřeviny, listnaté a jehličnaté dřeviny v okrasných a ovocných školkách, trávníky a další (Energen, 2015).

#### 3.5.6 **Fitomare**

Tento přípravek obsahuje extrakt z mořské řasy *Ascophyllum nodosum* a působí jako aktivátor vegetativního růstu. Jeho účinky aktivují rostliny k dynamickému růstu a zvyšují jejich odolnost v případě výskytu stresových faktorů v období sucha, přizemních mrazíků,

kolísání teplot a jiných. Dále zlepšuje odběr, transport a absorpci živin rostlinou, prodlužuje proces fotosyntézy, stimuluje kvetení, vytváří a vybarvuje plody. Využívá se při pěstování řepky, kukuřice, okopanin, sadů, zeleniny, bobulovin a okrasných rostlin (Fertistav, 2015).

### 3.5.7 **Harmonie Stimulátor zakořeňování s aktivním stříbrem**

Známý přípravek na přírodní bázi, který obsahuje extrakt z mořské řasy *Ascophyllum nodosum*, zvyšuje výkon fotosyntézy a odolnost vůči stresovým faktorům. Výhodou se jeví, že obsažené stříbro má fungicidní účinek a zároveň působí jako protistresová ochrana rostlin. Příznivě podporuje tvorbu kořenů, kořenového vlášení a obsah sodných solí huminových kyselin, který ovlivňuje energetický metabolismus rostlin. Vhodný pro pěstování brambor, cibule, česneku, jahod, okrasných dřevin, ovocných dřevin, okrasných rostlin, vinné révy, trávníků a zeleniny (Eagri, 2015).

### 3.5.8 **Ligno aktivátor**

Ligno aktivátor lze popsat jako práškovanou homogenní směs huminových látek, jež obsahuje extrakt z hnědé mořské řasy *Ascophyllum nodosum*. Je známo, že má příznivý a komplexní vliv na rostliny, protože podporuje tvorbu kořenového vlášení, stimuluje zakořeňování, růst a zvyšuje výkon fotosyntézy. Přispívá k regeneraci porostů po poškození mrazem, krupobitím a herbicidy. Má také protistresový účinek k chladu, suchu a zasolení, čímž pomáhá zvyšovat výnosy a kvalitu sklizně. Především se používá pro pěstování polních plodin, brambor, řepky, kukuřice, slunečnice, máku, hořčice, lesních kultur, ovocných i speciálních plodin (Amagro, 2008).

### 3.5.9 **Lignohumát Plus mořské řasy**

Taktéž se jedná o homogenní směs huminových látek s extraktem z hnědé mořské řasy, která stimuluje zakořeňování, růst, zvyšuje výkon fotosyntézy a působí proti stresovým faktorům, jako jsou sucho, chlad a zasolení. Má prokazatelně příznivý vliv na výnos a kvalitu sklizně. Dá se použít pro polní plodiny, ovoce, zeleninu, okrasné rostliny, okrasné dřeviny a trávníky (Eagri, 2015).

### 3.5.10 **RootJuice**

Další z řady je rostlinný preparát pro stimulaci růstu kořenů a zároveň podporu zdravého mikroorganického prostředí v půdě. Obsahuje fulvové a huminové kyseliny extrahované z mořských řas, stopové prvky železa, mědi, manganu, a malé množství

základních živin (K, P, N). Průkazně zlepšuje a zrychluje rozvoj kořenové soustavy, lépe vstřebává, využívá živiny a také zvyšuje odolnost rostliny proti abiotickému stresu. Běžně se využívá pro polní plodiny, zeleninu, ovoce, okrasné rostliny, dřeviny a trávníky (Eagri, 2015).

#### 3.5.11 **Trisol Sentinel**

Tato kapalná směs stopových živin obsahuje výtažek z mořské řasy *Ascophyllum nodosum* a zároveň má stimulační a protistresové účinky určené pro aplikaci hlavně polních plodin. Jako předešlé zvyšuje výkon fotosyntézy, příjem živin, vláhy, růst listové plochy, odolnost rostlin vůči stresovým faktorům, výnos a pozitivně ovlivňuje kvalitu produkce. Je vhodným přípravkem pro pěstování polních plodin jako jsou brambory, obilniny, olejniny, luskoviny, cukrová a krmná řepa, vinná réva, ovocné sady, zelenina, chmel, len, kmín a aromatické byliny (Eagri, 2015).

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Charakteristika počasí

Tabulka 5 - Měsíční průměry teplot a suma srážek na stanovišti Uhříněves v roce 2015

2015	Teplota vzduchu (°C)	Dlouhodobý normál (°C)	<i>Rozdíl</i>	Suma srážek (mm)	Dlouhodobý úhrn (mm)	<i>Rozdíl</i>
IV.	9,37	8,2	1,17	17,0	46	-29,00
V.	13,97	13,4	0,57	48,2	65	-16,80
VI.	17,11	16,3	0,81	80,8	74	6,80
VII.	21,64	18,2	3,44	9,6	74	-64,40
VIII.	22,72	17,5	5,22	54,2	72	-17,80
IX.	14,75	14,0	0,75	9,4	49	-39,60

Rok 2015 byl za sledované měsíce duben až srpen teplejší (s výrazně teplejším červencem a srpnem). Z hlediska srážek bylo sledované období velice podprůměrné (s výjimkou června). Během července byl zaznamenán úhrn srážek pouze 9,6 mm ve srovnání s dlouhodobým průměrem 74 mm (Tabulka 5).

V době výsadby, tj. 22. dubna, průměrná teplota vzduchu ve 2 m dosahovala 10 °C, přízemní teplota vzduchu 9,9 °C, průměrná vlhkost vzduchu 58,8 % a průměrná rychlost větru 0,55 m/s. Během celého dne se nevyskytovaly žádné srážky.

Důležitým faktorem během pokusu bylo množství srážek. Před termínem aplikace 11. června byl zaznamenán srážkový úhrn 21,1 mm (9. června) a po aplikaci 33,2 mm 13. června.

V den druhé aplikace 23. června spadlo 10,4 mm srážek a o 4 dny později pak dalších 1,8 mm.

### 4.2 Charakteristika polního pokusu

Maloparcelkové pokusy se uskutečnily na pozemku dle KN č. 1790/1 na Výzkumné stanici katedry rostlinné výroby v Praze – Uhříněvsi.

Oblast pokusného místa patří do řepařské výrobní oblasti, kde nadmořská výška dosahuje 298 m n. m., průměrná teplota vzduchu 8,4 °C a suma ročních srážek 575 mm. Pozemky jsou jílovitého půdního druhu a náleží k půdnímu typu hnědozemě.

Před výsadbou bylo na pozemku provedeno několik agrotechnických zásahů. Dne 18. 11. 2014 proběhla podzemní orba společně se zaorávkou zeleného hnojení, 24. 3. 2015 následovalo hloubkové kypření dlátovým kypřičem, a poté 14. 4. 2015 bylo uskutečněno další kypření kompaktozemem. Zakončení přípravných prací dne 21. 5. 2015 spočívalo v aplikaci N, P, K, Mg hnojiv (v dávkách N: 70 kg/ha, P: 5 kg/ha, K: 20 kg/ha, Mg: 5 kg/ha) a kypření rotavátorem na konečnou hloubku 15 cm. Meziplodina peluška na zelené hnojení posloužila k organickému hnojení.

Pokus byl založen ve znáhodněných blocích (kontroly zahrnuté do bloků) po předplodině pšenici ozimé.

#### 4.2.1 Pokusné varianty

V Tabulce 6 je uveden přehled variant pokusu s použitými přípravky. Po vytřídění hlíz byly nejprve hlízy před vlastní výsadbou ošetřeny přípravky RootMost a SoftGuard (varianty B3, B-A a B-D) a to jejich namočením v postřikové jíše po dobu 5 sekund a následně tentýž den vysázeny, tj. 22. 4. 2015. Tomu předcházelo shonkování, markýrování a následovala vlastní ruční výsadba (ve 4 opakováních, ve sponu 80 x 33 cm). U varianty B1 byl společně s hlízami aplikován AlgaSoil (v dávkách 70 kg/ha posypem do vytvořené brázdy). Použitá sadba (odrůd Arlet a Dicolora) byla v termínu výsadby ještě bez klíčků, nicméně již biologicky probuzená.

Tabulka 6 - Varianty pokusu a použité přípravky

Označení varianty	Typ	Použité přípravky
K	kontrolní	
K-A	destrukční	kontrola Arlet
B-A	destrukční	máčení hlíz Arlet RootMost + SoftGuard++
K-D	destrukční	kontrola Dicolora
B-D	destrukční	máčení hlíz Dicolora RootMost + SoftGuard++
B1	pokusná	hnojení při výsadbě AlgaSoil
B2	pokusná	bez máčení hlíz TM Alga 300++P, SoftGuard++, ProBoron TM Alga 300++K, SoftGuard++, CaBoron
B3	pokusná	máčení hlíz TM RootMost + SoftGuard++ TM Alga 300++P, SoftGuard++, ProBoron TM Alga 300++K, SoftGuard++, CaBoron

Použité odrůdy Arlet a Dicolora byly zasazeny tak, aby počet trsů na parcelce odpovídal 20 rostlinám. Boční ochranu tvořil jeden řádek (0,8 m) a přední a zadní ochrana byla 1 m. Další agrotechnické zásahy jsou uvedeny v Tabulce 7.

Tabulka 7 - Agrotechnické zásahy použité v pokusu

11. 5. 2015	aplikace herbicidu Sencor Liquid (1,0 l/ha + voda 500 l/ha)
27. 5. 2015	plné vzejití porostu Dicolora, Arlet ze 60 % vzešlý
4. 6. 2015	kontrola porostu
<b>11. 6. 2015</b>	<b>Alga300<sup>++</sup>P</b> (1,0 l/ha), <b>SoftGuard<sup>++</sup></b> (1,0 l/ha), <b>ProBoron</b> (0,7 l/ha) + voda 450 l/ha
11. 6. 2015	odběr rostlin z K-D a B-D měřen chlorofyl, kontrola porostu
19. 6. 2015	odběr listů (59. den od výsadby) pro stanovení obsahu živin (K, B1, B2, B3)
<b>23. 6. 2015</b>	<b>Alga300<sup>++</sup>K</b> (1,0 l/ha), <b>SoftGuard<sup>++</sup></b> (1,0 l/ha), <b>CaBoron</b> (0,7 l/ha) + voda 450 l/ha
24. 6. 2015	odběr rostlin z K-A a B-A, měřen chlorofyl, kontrola porostu
24. 6. 2015	aplikace fungicidu Flowbrix (2,7 l/ha + 450 l vody/ha)
3. 7. 2015	měřen chlorofyl, kontrola porostu
9. 7. 2015	aplikace fungicidu Flowbrix (2,7 l/ha + 450 l vody/ha) + insekticid Proteus 110 SL (0,5 l/ha)
9. 7. 2015	měřen chlorofyl
31. 7. 2015	odběr listů pro (101. den od výsadby) pro stanovení obsahu živin (K, B1, B2, B3)
7. 8. 2015	kontrola porostu (u odrůdy Dicolora a Arlet stočené a zasychající listy)
14. 8. 2015	v důsledku trvajících deficitů srážek odrůda Dicolora předčasně ukončila vegetaci (80. den od plného vzejití)
27. 8. 2015	odrůda Arlet ukončila vegetaci (84. den od plného vzejití)
1. 10. 2015	ruční sklizeň pokusů, hodnocení napadení hlíz plísní bramboru
2. 10. 2015	rozbor sklizených vzorků

V průběhu vegetace docházelo k meteorologickému sledování, hodnocení stavu porostu a odběru rostlin při výšce porostu cca 50 cm pro stanovení výšky porostu, biomasy kořenů, biomasy nadzemní hmoty u B-A, B-D, K-A a K-D. Průběžně se sledoval zdravotní stav a měřil obsah chlorofylu na posledních listech ručním chlorofylmetrem SPAD 502 vždy na 10 rostlinách každého opakování (termíny jsou uvedeny v Tabulce 7). Po sklizni bylo

vyhodnocováno jednak početní a velikostní zastoupení hlíz pod trsem, tak i samotný výnos konzumních hlíz. Hlízy byly rozděleny do 4 frakcí: do 40 mm, 41 – 55 mm, 55 – 60 mm a nad 60 mm. Byl sledován i výživný stav porostů a pomocí listové analýzy vyhodnoceno množství N, P, K, Ca a Mg Zemědělskou oblastní laboratoří Malý a spol. v Postoloprtech.

Pro lepší přehlednost je zobrazen plánec výsadby s vysvětlivkami.

Plánek výsadby

	KD A	B3D A	KD D	B3D D
	B1 A	B2 A	B1 D	B2 D
	B3 A	K A	B3 D	K D
	B2 A	B3 A	B2 D	B3 D
	K A	B1 A	K D	B1 D
	B1 A	B2 A	B1 D	B2 D
	B3 A	K A	B3 D	K D
	B2 A	B3 A	B2 D	B3 D
	K A	B1 A	K D	B1 D

Vysvětlivky:

B1 – ALGASOIL

B2 – LISTOVÁ APLIKACE

B3 – ROOTMOST + SOFTGUARD++  
a LISTOVÁ APLIKACE

A Arlet

D Dicolora

KD A kontrola Arlet,

KD D kontrola Dicolora - pro odběr natě  
a kořenů

B3D A Arlet, B3D D Dicolora

ROOTMOST + SOFTGUARD++

a LISTOVÁ APLIKACE - pro odběr natě  
a kořenů

Boční, přední a zadní ochrana

## 4.2.2 Charakteristika přípravků použitých v pokusu

### 4.2.2.1 Alga 300++ high K a Alga 300++ high P

Výrobce: Leili Agrochemistry Co., Čína (dovozce: Agrobiosfer, s.r.o.)

Cena: Alga 300++ high P - 529,00 Kč bez DPH / 1 litr

Alga 300++ high K - 469 Kč bez DPH / 1 litr

Aplikace v pokusu: Alga 300++ high P – 1,0 l/ha (11. 6. 2015)

Alga 300++ high K - 1,0 l/ha (23. 6. 2015)

Oba přípravky jsou přírodní kapalné extrakty z hnědých mořských řas, Alga 300++ high K s vysokým obsahem draslíku a Alga 300++ high P s vysokým obsahem fosforu. Dodávají rostlině výživu a stimulují růst. Zvyšují výnos a kvalitu sklizně, zabraňují úniku živin do spodních vod a slouží k podpoře vývinu kořínků a plodů (Agrobiosfer, 2013).

Tabulka 8 - Složení přípravků Alga 300++ high K a Alga 300++ high P

Prvek	Přípravky	
	Alga 300++ high K	Alga 300++ high P
Dusík (N) celkově	5 %	5 %
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4 %	15 %
Draslík (K <sub>2</sub> O)	15 %	4 %
Extrakt z mořských řas	15 %	15 %
Amino kyseliny	1 %	1 %

Zdroj: Agrobiosfer, 2013

### 4.2.2.2 AlgaSoil

Výrobce: Leili Agrochemistry Co., Čína (dovozce: Agrobiosfer, s.r.o.)

Cena: 55 Kč bez DPH / 1 kg

Aplikace v pokusu: 70 kg/ha (22. 4. 2015)

Alga Soil lze popsat jako 100% přírodní organické granulované hnojivo na bázi mořských řas s působením půdního kondicionéru, který má zlepšovat úrodnost půdy (strukturu, vododržnost a texturu), zvyšovat mikrobiální aktivitu a využitelnost živin v půdě (Agrobiosfer, 2013).



Tabulka 9 – Složení přípravku AlgaSoil

Prvek	Obsah v %
Organická složka	45 %
Mořské řasy	10 %
Dusík (N) celkově	2,40 %
Fosfor	1,80 %
Draslík	1,80 %

Zdroj: Agrobiosfer, 2013

#### 4.2.2.3 CaBoron

Výrobce: Leili Agrochemistry Co., Čína (dovozce: Agrobiosfer, s.r.o.)

Cena: 689,00 Kč bez DPH / 1 litr

Aplikace v pokusu: 0,7 l/ha + voda 450 l/ha (23. 6. 2015)

Jedná se o speciální komplex, obsahující vápník v chelátové formě, bór a draslík, který napomáhá k řešení fyziologických poruch z nedostatku těchto prvků. Přípravek zlepšuje opylení, prodlužuje kvetení a zabraňuje opadávání plodů. K dalším dobrým vlastnostem CaBoronu patří posílení obranyschopnosti rostlin a zlepšení odolnosti proti stresovým faktorům (Agrobiosfer, 2013).

Tabulka 10 - Složení přípravku CaBoron

Prvek	Obsah g/l
Draslík K <sub>2</sub> O	15 g/l
Bór B	15 g/l
Vápník Ca	50 g/l

Zdroj: Agrobiosfer, 2013

#### 4.2.2.4 ProBoron

Výrobce: Leili Agrochemistry Co., Čína (dovozce: Agrobiosfer, s.r.o.)

Cena: 459,00 Kč bez DPH / 1 litr

Aplikace v pokusu: 0,7 l/ha + voda 450 l/ha (11. 6. 2015)

Tento vysoký koncentrát organického bóru s obsahem dusíku výrazně zvyšuje využitelnost bóru a odstraňuje jeho nedostatek a tím slouží jako prevence proti fyziologickým

poruchám. Jeho předností je ochrana květů a plodů před odpadnutím, podpora násady plodů, zvýšení příjmu dusíku a efektivnosti vápníku (Agrobiosfer, 2013).

Tabulka 11 – Složení přípravku ProBoron

Prvek	Obsah g/l
Bór	140 g/l
Dusík	50 g/l
Organická složka	150 g/l

Zdroj: Agrobiosfer, 2013

#### 4.2.2.5 RootMost

Výrobce: Leili Agrochemistry Co., Čína (dovozce: Agrobiosfer, s.r.o.)

Cena: 670,00 Kč bez DPH / 1 litr

Aplikace v pokusu: 1,5 l/ha (22. 4. 2015)

RootMost patří k přírodním kořenovým stimulatorům na bázi mořských řas, neškodným pro životní prostředí, bohatým na bioaktivní látky, které silně stimulují tvorbu kořenového systému a jemného kořenového vlášení o 50 % až 100 %. Přípravek způsobuje vyšší příjem vody a důležitých živin, zvyšuje odolnost rostlin vůči stresu a slouží jako podpora k dřívějšímu klíčení semen (Agrobiosfer, 2013).

Tabulka 12 - Složení přípravku RootMost

Prvek	Obsah v %
Dusík (N) celkově	0,04 %
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1,20 %
Draslík (K <sub>2</sub> O)	3 %
Extrakt z mořských řas	10 %
Kyselina alginová	4 %

Zdroj: Agrobiosfer, 2013

#### 4.2.2.6 Softguard++

Výrobce: Leili Agrochemistry Co., Čína (dovozce: Agrobiosfer, s.r.o.)

Cena: 539,00 Kč bez DPH / 1 litr

Aplikace v pokusu: 1,0 l/ha (11. 6. 2015 a 23. 6. 2015), 2,5 l/ha (22. 4. 2015)

Přípravek SoftGuard++ je obohacený o výtažky z krunýřů krevet a krabů s obsahem bioaktivní látky chitosanu oligosacharidu, sloužící jako prevence proti bakteriálním, houbovým a virovým chorobám. Přípravek zároveň aktivuje a výrazně posiluje imunitní systém rostliny, pomáhá stimulovat syntézu některých enzymů, slouží k podpoře růstu a plní funkci agrochemikálie i hnojiva (Agrobiosfer, 2013).

Tabulka 13 - Složení přípravku SoftGuard++

Prvek	Obsah v g/l
Chitosan Oligosacharid	26 g/l
Dusík (N) celkově	50 g/l
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	40 g/l
Draslík (K <sub>2</sub> O)	30 g/l
Organická látka	50 g/l
Cu (chelát)	0,2 g/l
Zn (chelát)	0,1 g/l

Zdroj: Agrobiosfer, 2013

#### 4.2.3 Odrůdy použité v pokusu

##### 4.2.3.1 Odrůda Arlet



Obrázek 4 – Odrůda Arlet

Zdroj: <http://www.vsuz.sk/index.php/arlet>

Hlízy této polorané odrůdy, pocházející ze Slovenska (Výskumný a šľachtiteľský ústav zemiakársky, a.s. (VŠÚZ), Veľká Lomnica a.s.), jsou vhodné k uskladnění, jako příloha a na přípravu salátů. Řadí se do varných typů B-BA; po uvaření mají pevnou konzistenci a netmavnou. Mají dlouhý oválný tvar, slupku a dužinu žluté barvy. Odrůdu Arlet charakterizuje dobrá dynamika tvorby velikostně vyrovnaných hlíz. Je středně odolná proti

napadnutí plísní bramborové, háďátkem bramborovým, strupovitostí a mechanickému poškození (Výskumný a šlechtitelský ústav zemiakársky, 2014).

#### 4.2.3.2 Odrůda Dicolora



Obrázek 5 - Odrůda Dicolora

Zdroj: <http://www.vesa-velhartice.cz/photo-pg-117-160-100.jpg>

Odrůda Dicolora je raná, určená pro přímý konzum a patří k varnému typu AB. Uvařené hlízy dosahují pevné konzistence, slabě moučnaté, středně vlhké, jemné až středně hrubé struktury a zároveň slabě tmavnou. Dorůstají velkých oválných rozměrů, středně odolných proti mechanickému poškození. Mají červenostrakatou slupku a světle žlutou dužninu. Růst natě na počátku probíhá středně rychle s nízkým počtem hlíz pod trsem. Brambory oválného tvaru jsou velké a středně odolné proti mechanickému poškození. Jedná se o odrůdu s menší odolností proti napadení virovými chorobami, plísní bramborové a strupovitostí. Výnos je středně vysoký až vysoký, což závisí na závlaze (Čermák, 2013).

#### 4.2.4 Statistické hodnocení pokusu

Naměřené hodnoty se průběžně ukládaly do programu MS Office Excel a následně tak připravovaly ke statistickému zpracování v programu Statgraphics Plus verze 5.1. Nejprve byla k vyhodnocení použita analýza rozptylu ANOVA, a poté podrobné statické vyhodnocení pomocí metody Tukey HSD na hladině významnosti 95 %. Zjištěné průměry a minimální průkazná diference ( $HSD_{0,05}$ ) se přenesly zpět do MS Office Excel. V tabulkách a grafech se vyznačily statisticky průkazné rozdíly.

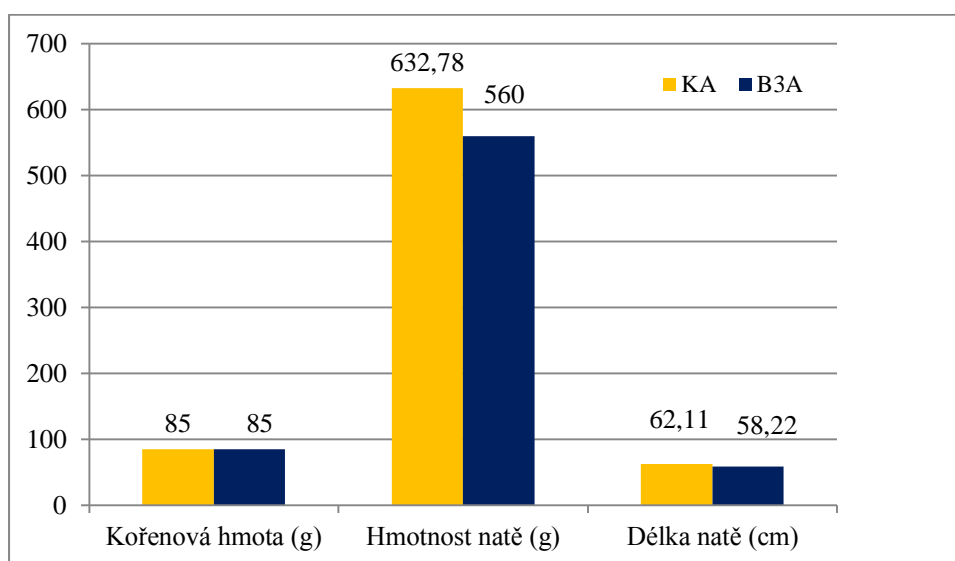
## 5 Výsledky

### 5.1 Vliv moření na nárůst kořenné hmoty a natě

Pro zhodnocení účinku aplikovaných přípravků RootMost a SoftGuard++ na vývoj kořenné hmoty a natě byl proveden odběr 10 rostlin 11. 6. u odrůdy Dicolora a 24. 6. u odrůdy Arlet. Porovnávala se varianta B3 s kontrolou.

#### 5.1.1 Odrůda Arlet

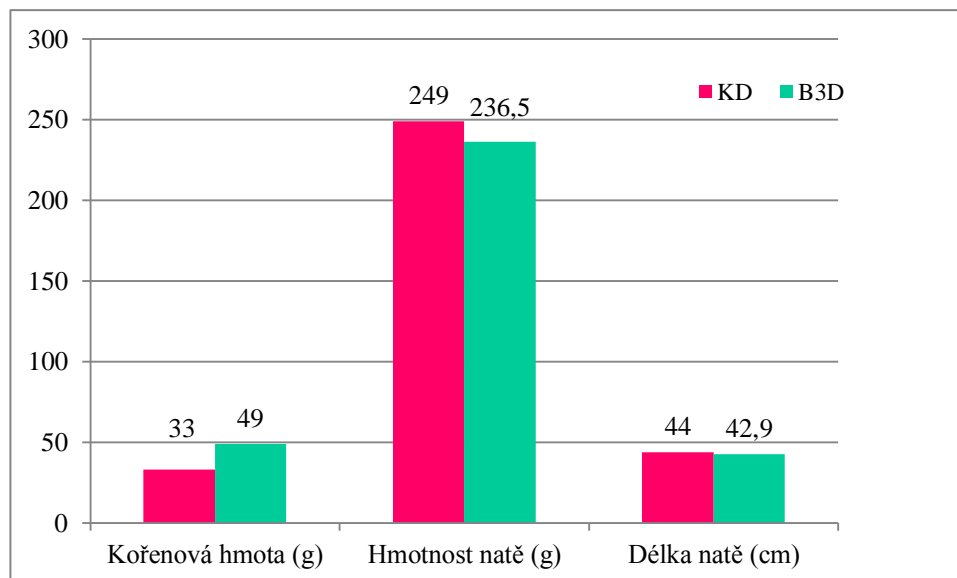
U odrůdy Arlet nebyl zpozorován žádný rozdíl mezi variantou B3A a kontrolou (KA) při hodnocení kořenné hmoty (Graf 1). Dále byl zjištěn trend nižší hmotnosti natě u B3A (o 11,5 %) oproti kontrolním rostlinám. Zároveň je patrná nižší délka natě u B3A (statisticky průkazně nižší o 6,3 %) ve srovnání s kontrolou.



Graf 1 – Výsledek účinku moření na kořennou hmotu, hmotnost a délku natě u odrůdy Arlet

#### 5.1.2 Odrůda Dicolora

U odrůdy Dicolora byla zjištěna statisticky průkazně vyšší hmotnost kořenné hmoty u B3D (o 48,5 %) v porovnání s kontrolou (Graf 2). Ošetření u varianty moření B3D (podobně jako u B3A) způsobilo statisticky neprůkazné snížení délky natě (o 2,56 %) a hmotnosti natě (o 5,29 %) v porovnání s kontrolou (KD).

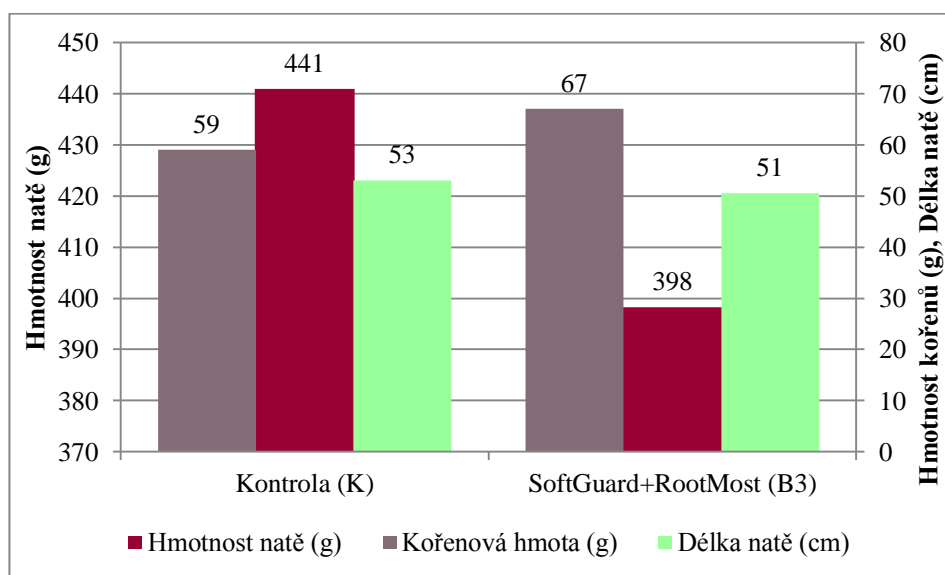


Graf 2 - Výsledek účinku moření na kořenovou hmotu, hmotnost a délku natě Dicolora

### 5.1.3 V průměru odrůd

Aplikace SoftGuard++ a RootMost (B3) v průměru obou odrůd zajistila statisticky neprůkazný nárůst hmotnosti kořenové hmoty (o 13,56 %), nižší hmotnost natě (o 9,75 %) a tím i trend nižší délky natě (o 3,77 %) v porovnání s kontrolou (Graf 3).

Jednoznačně významný vliv na konečný výsledek měl rozdílný termín odběru a hodnocení u jednotlivých odrůd. U ranější Dicolory byl odběr a hodnocení provedeno dříve a celkově tak jsou zjištěné hodnoty výrazně nižší než u později hodnocené polorané odrůdy Arlet.



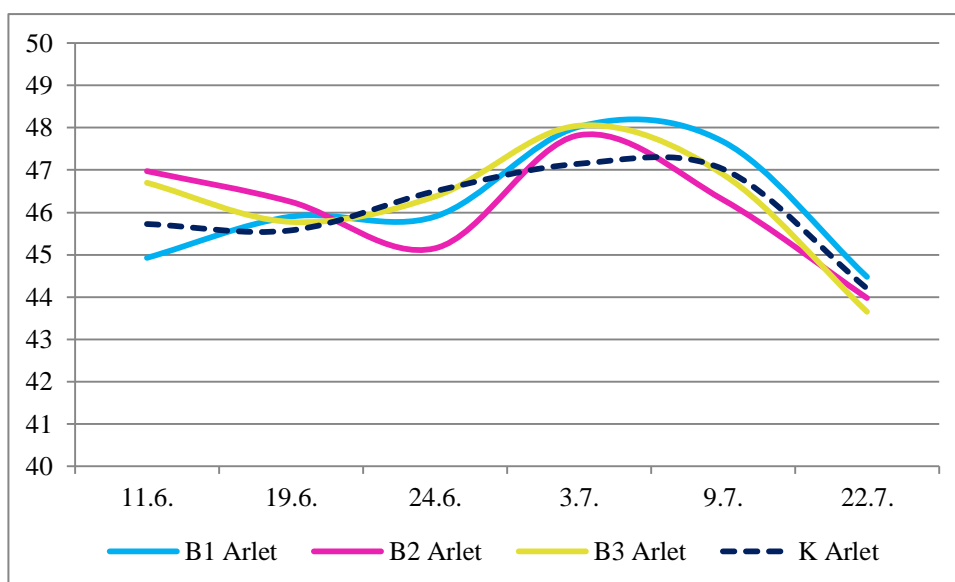
Graf 3 – Kořenová hmota, hmotnost a délka natě po ošetření SoftGuard++ a RootMost v průměru odrůd

## 5.2 Vliv ošetření na obsah chlorofylu

Obsah chlorofylu byl měřen na pokusných parcelkách celkem v 6 termínech (11. 6., 19. 6., 24. 6., 3. 7., 9. 7. a 22. 7.), z čehož jedno měření se konalo před prvním ošetřením. Podmínky během vegetace ukazují, že pro tvorbu hlíz byl rozhodující obsah chlorofylu v období před 9. 7., tedy před prudkým poklesem chlorofylu.

### 5.2.1 Odrůda Arlet

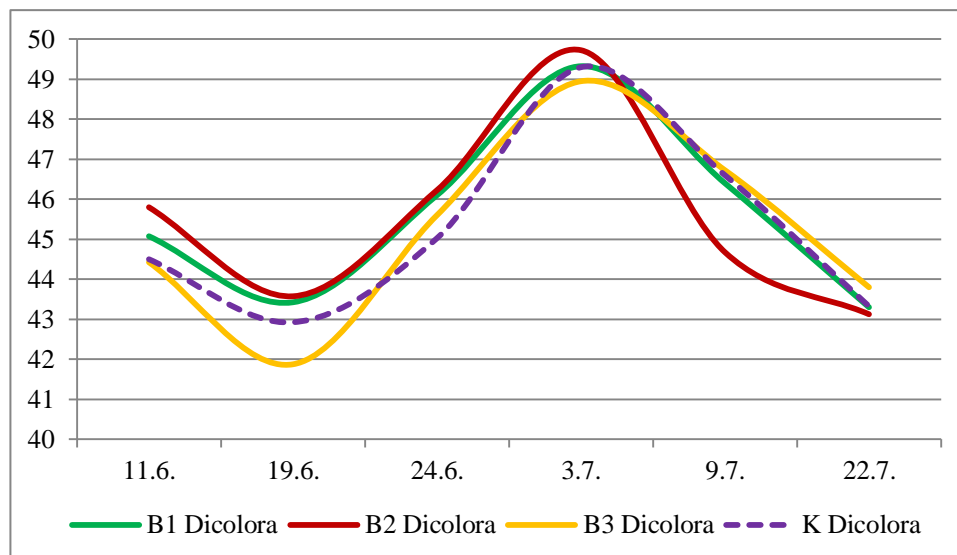
Průběh obsahu chlorofylu znázorňuje Graf 4, z něhož je patrné, že v období od 11. 6. do 19. 6. došlo k mírnému poklesu chlorofylu u varianty B2 a B3, avšak u varianty B1 měl chlorofyl vzrůstající tendenci. Od 3. 7. do 9. 7. byl naměřen maximální chlorofyl u všech variant a k závěru vegetace došlo k jeho poklesu.



Graf 4 – Průběh obsahu chlorofylu za celou vegetaci u odrůdy Arlet

### 5.2.2 Odrůda Dicolora

Z Grafu 5 jednoznačně vyplývá, že nejnižší pokles chlorofylu u odrůdy Dicolora u všech variant byl zaznamenán dne 19. 6., následně měl vzrůstající tendenci a nejvyšší obsah chlorofylu byl dosažen v měření ze dne 3. 7. Poté následoval rapidní pokles chlorofylu u všech variant.



Graf 5 – Průběh obsahu chlorofylu za celou vegetaci u odrůdy Dicolora

### 5.2.3 V průměru odrůd

V průměru obou odrůd byl zjištěn nejvyšší obsah chlorofylu u varianty B1 (AlgaSoil), pak u listové aplikace (B2) a pak u B3 (kombinace moření + listová aplikace) v porovnání s kontrolou. Ze statistického hlediska však nebyl prokázán žádný vliv ošetření přípravků na obsah chlorofylu v listech. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn pouze mezi testovanými odrůdami, a proto je u obsahu chlorofylu patrný odrůdový vliv, kdy odrůda Arlet měla v průměru všech měření vyšší obsah chlorofylu v listech než odrůda Dicolora (Tabulka 14).

Tabulka 14 – Průměrný obsah chlorofylu za sledované období (11. 6. až 22. 7.) u jednotlivých variant pokusu

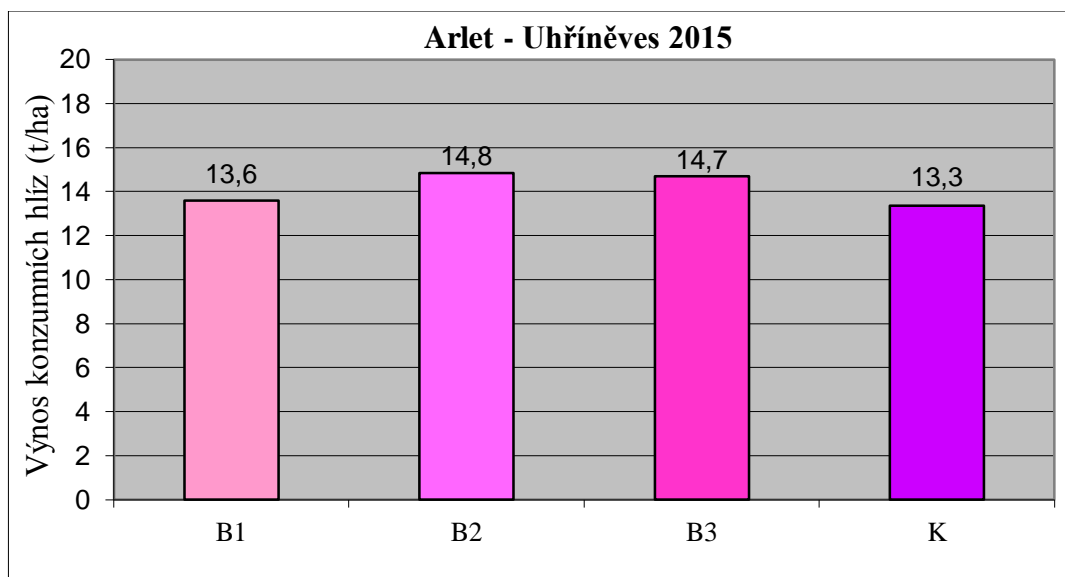
Odrůda	B1	B2	B3	K
Arlet	46,2	46,1	46,2	46,0
Dicolora	45,6	45,5	45,2	45,3
V průměru odrůd	45,9	45,8	45,7	45,7

### 5.3 Vliv ošetření na výnos hlíz

Druhý den po sklizni byly hlízy rozříděny a zváženy. Zjištěné hmotnosti z jednotlivých opakování se přepočítaly na výnos konzumních hlíz (s velikostí nad 40 mm) v tunách na hektar.



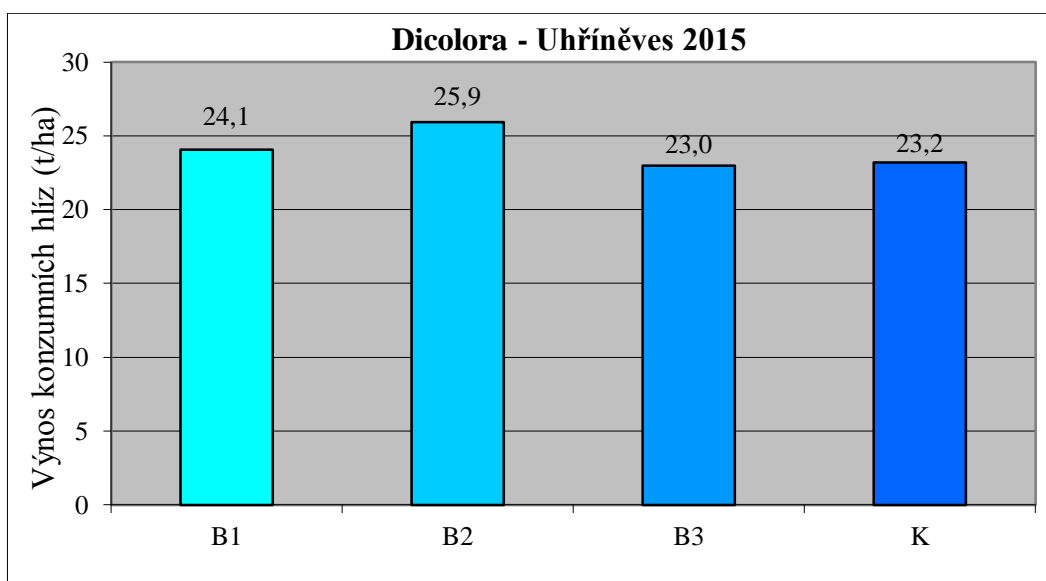
### 5.3.1 Odrůda Arlet



Graf 6 – Výnos konzumních hlíz u odrůdy Arlet

Výsledný vliv ošetření na výnos konzumních hlíz u odrůdy Arlet dokazuje Graf 6, ze kterého je patrný vyšší (statisticky průkazný) výnos u ošetření B2 (o 11,3 %) v porovnání s kontrolou. Rozdíly mezi neošetřenou kontrolou a dalšími variantami B1 a B3 byly statisticky neprůkazné.

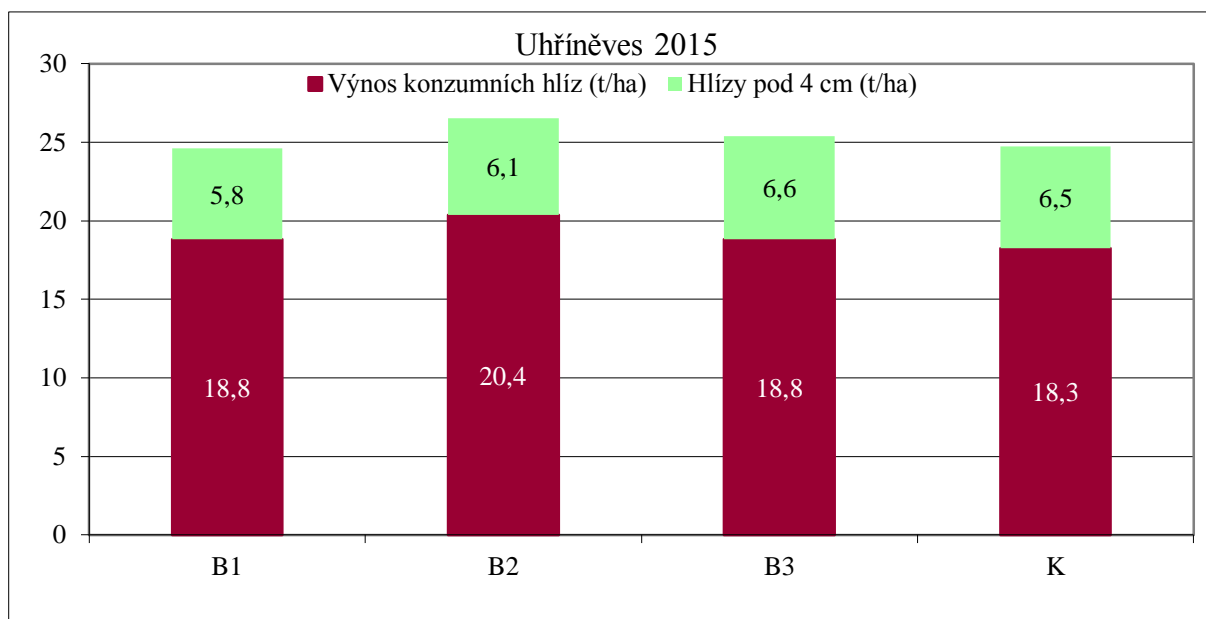
### 5.3.2 Odrůda Dicolora



Graf 7 – Výnos konzumních hlíz u odrůdy Dicolora

U odrůdy Dicolora mělo ošetření také vliv na výnos konzumních hlíz. Z grafu 7 je zřejmé, že největšího výnosu bylo dosaženo u varianty B2, o 11,6 % více než u kontrolní varianty. Varianta B3 je téměř srovnatelná s kontrolou (kontrola byla vyšší pouze o 0,87 % než ošetřená varianta B3).

### 5.3.3 V průměru odrůd



Graf 8 - Výnos konzumních hlíz v průměru odrůd u jednotlivých variant ošetření

V průměru odrůd neměla jednotlivá ošetření vliv na výnos konzumních hlíz, avšak statisticky průkazný vliv měla pouze odrůda. Trend nejvyššího výnosu byl zaznamenán u varianty B2 – 20,4 t/ha (o 11,48 % více než K). Varianty B1 a B3 v průměru odrůd dosáhly stejného výnosu, tj. 18,8 t/ha (Graf 8).

## 5.4 Vliv na velikostní a početní zastoupení hlíz

### 5.4.1 Vliv na velikostní zastoupení hlíz pod trsem

Podobně jako u ukazatelů výnosu, i u počtu a hmotnosti jednotlivých frakcí nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi variantami ošetření. Hlavní frakcí, kterou byl tvořen výnos, byla frakce 40 – 50 mm. Druhou v pořadí byla frakce pod 40 mm, tj. hlízy drobné, které nebyly započítány do výnosu konzumních hlíz.

Tabulka 15 – Hmotnost hlíz v jednotlivých velikostních frakcích pod trsem u jednotlivých variant ošetření

Varianta	Odrůda	Pod 40 mm	40 - 55 mm	55 – 60 mm	Nad 60 mm
B1	<i>Arlet</i>	168	260	39	28
	<i>Dicolora</i>	109	389	106	83
	<b>V průměru odrůd</b>	<b>138</b>	<b>325</b>	<b>72</b>	<b>55</b>
B2	<i>Arlet</i>	189	306	25	25
	<i>Dicolora</i>	106	430	128	64
	<b>V průměru odrůd</b>	<b>147</b>	<b>368</b>	<b>76</b>	<b>45</b>
B3	<i>Arlet</i>	198	287	43	24
	<i>Dicolora</i>	117	413	70	68
	<b>V průměru odrůd</b>	<b>158</b>	<b>350</b>	<b>56</b>	<b>46</b>
K	<i>Arlet</i>	185	258	46	17
	<i>Dicolora</i>	126	404	109	43
	<b>V průměru odrůd</b>	<b>156</b>	<b>331</b>	<b>78</b>	<b>30</b>

Z detailního pohledu na jednotlivé varianty ošetření (Tab. 15) je patrné, že ošetření mělo spíše příznivý vliv na snížení nekonzumní složky výnosu (tj. hmotnosti frakce hlíz pod 40 mm) v porovnání s neošetřenou kontrolou (K).

U výnosově důležité frakce hlíz 40 - 55 mm byla její hmotnost statisticky neprůkazně vyšší u B2 a B3 v porovnání s kontrolou. Naopak u frakce 55 – 60 mm byl zjištěn trend vyšší hmotnosti u kontroly (v průměru odrůd). Nejmenší hmotnostní podíl na výnosu tvořila frakce hlíz nad 60 mm. Zde však u ošetřených variant B1, B2 a B3 lze sledovat trend vyšších hmotností v porovnání s kontrolou.

#### 5.4.2 Vliv na početní zastoupení hlíz pod trsem

Při pohledu na Tabulku 16 je také zřejmý i pozitivní vliv variant B1 a B2 na snížení počtu hlíz nekonzumní složky (pod 40 mm) v porovnání s neošetřenou kontrolou. Co se týče frakcí 40 – 55 a nad 60 mm, je zde počet u všech variant statisticky průkazně vyšší oproti kontrolním rostlinám. Trend vyššího počtu hlíz u frakce 55 – 60 mm (v průměru odrůd) byl zaznamenán u kontroly a varianty B2. Nejmenší početní zastoupení hlíz pod trsem tvořily hlízy nad 60 mm. Avšak ve srovnání s neošetřenou kontrolou lze u ošetřených variant B1, B2 a B3 nalézt trend vyššího počtu hlíz ve frakci nad 60 mm.

Tabulka 16 - Počty hlíz pod trsem u jednotlivých velikostních frakcí

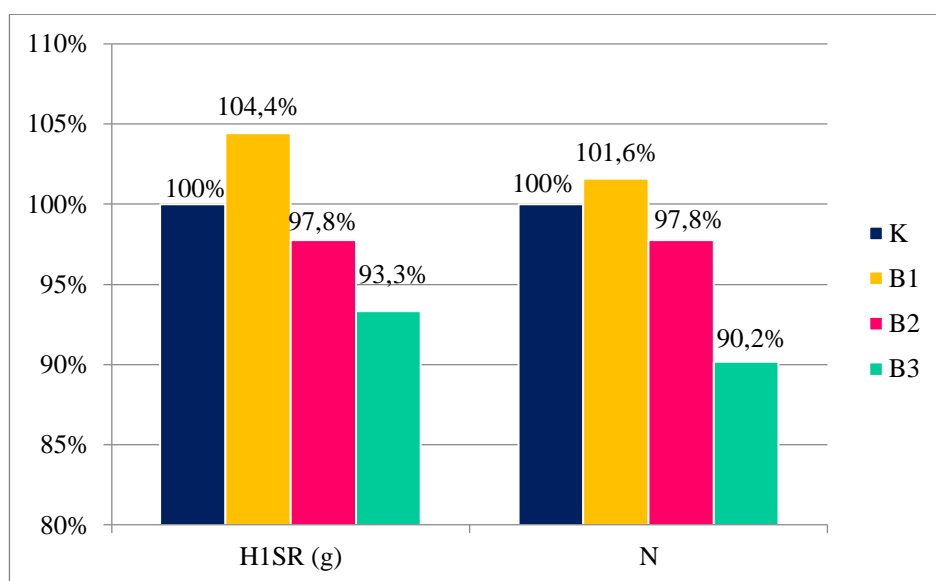
Varianta	Odrůda	Pod 40 mm	40 - 55 mm	55 – 60 mm	Nad 60 mm
B1	<i>Arlet</i>	6,08	3,16	0,25	0,08
	<i>Dicolora</i>	4,00	5,11	0,74	0,40
	<b>V průměru odrůd</b>	<b>5,04</b>	<b>4,14</b>	<b>0,49</b>	<b>0,24</b>
B2	<i>Arlet</i>	6,53	3,84	0,16	0,11
	<i>Dicolora</i>	3,60	5,13	0,86	0,30
	<b>V průměru odrůd</b>	<b>5,06</b>	<b>4,48</b>	<b>0,51</b>	<b>0,21</b>
B3	<i>Arlet</i>	7,11	3,61	0,29	0,10
	<i>Dicolora</i>	4,18	5,14	0,49	0,30
	<b>V průměru odrůd</b>	<b>5,64</b>	<b>4,38</b>	<b>0,39</b>	<b>0,20</b>
K	<i>Arlet</i>	6,20	3,20	0,29	0,08
	<i>Dicolora</i>	4,33	4,86	0,73	0,21
	<b>V průměru odrůd</b>	<b>5,26</b>	<b>4,03</b>	<b>0,51</b>	<b>0,14</b>

## 5.5 Vliv ošetření na výživný stav porostů

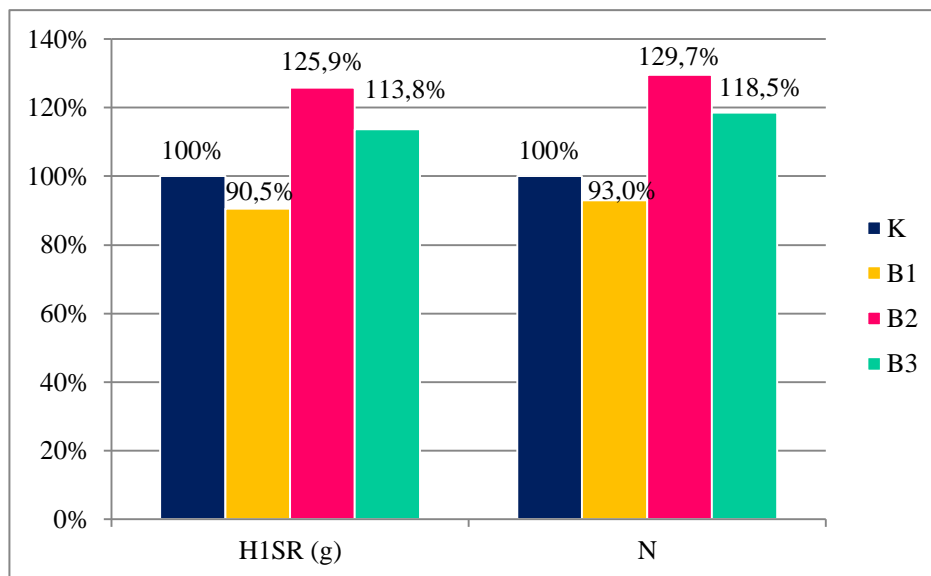
### Tvorba sušiny a čerpání dusíku

Tvorba sušiny (resp. hmotnost jedné suché rostliny H1SR) korelovala s obsahem dusíku v listech tak, jak je patrné z následujících grafů.

Při prvním termínu odběru listů (19. 6.) byl u odrůdy Arlet a Dicolora obsah N v listech nejvyšší u varianty B1 (o 1,6 % a o 7,8 % vyšší). U ostatních variant (B2 a B3) byl v tomto termínu obsah N v listech nižší než u kontroly (Graf 9 a 11).

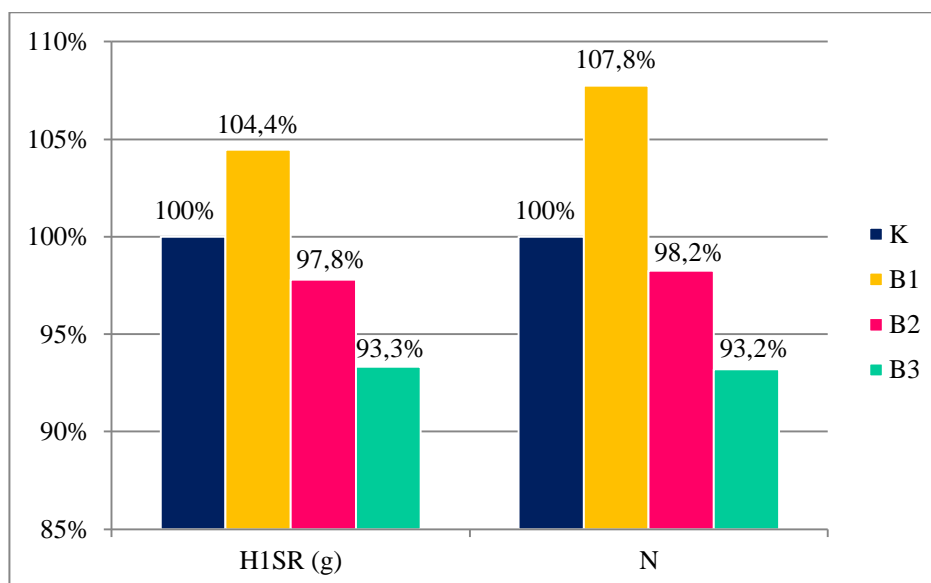


Graf 9 – Čerpání dusíku u odrůdy Arlet, 19. 6. 2015

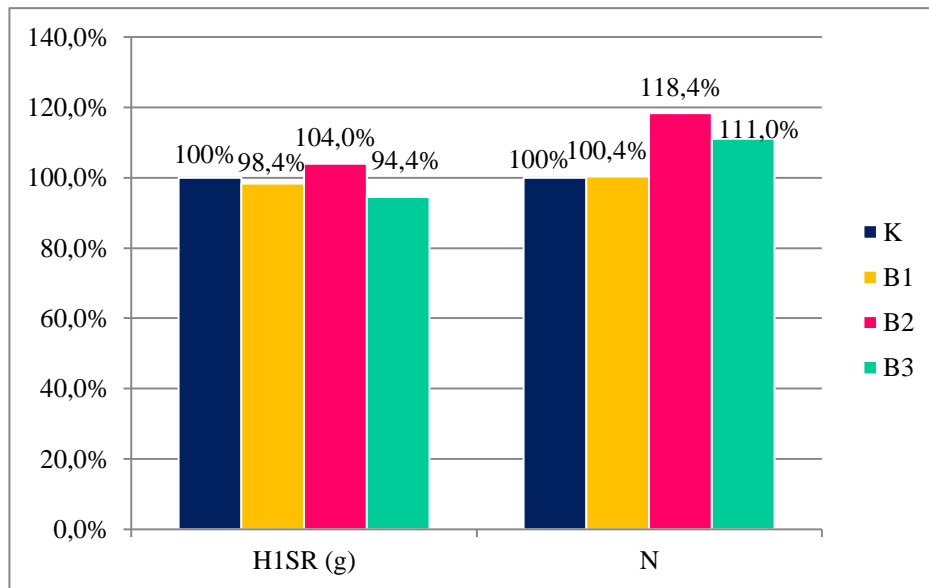


Graf 10 - Čerpání dusíku u odrůdy Arlet, 31. 7. 2015

Jak ukazují Grafy 10 a 12 při odběru listů 31. 7. byl zjištěn výrazný pokles v čerpání N u B1 (AlgaSoil) oproti kontrole (o 9,5 %). Naopak bylo zaznamenáno výrazné navýšení N u listové aplikace B2 a listové aplikace + moření B3 (u Arlet o 29,5 % a 18,5 % a u Dicolory o 18,4 % a o 11,0 % více než u kontroly).



Graf 11 - Čerpání dusíku u odrůdy Dicolora 19. 6. 2015



Graf 12 - Čerpání dusíku u odrůdy Dicolora 31. 7. 2015

## 6 Diskuze

V současné době je cílem přizpůsobit pěstování brambor tak, aby i vliv případných nepříznivých podmínek byl co nejvíce zmírněn a byly tak vytvořeny předpoklady pro tvorbu vysokého výnosu s dobrou vnější i vnitřní kvalitou hlíz. V roce 2015, v roce s rekordním suchem (Tab. 5), kdy byl pokus proveden a sledován, se prokázalo, že jedním ze způsobů jak toho dosáhnout je použití biostimulantů.

Testovanými přípravky byly AlgaSoil, Alga 300++K, Alga300++P, CaBoron, ProBoron a SoftGuard++, které jsou dostupné na našem trhu.

Hodnotily se účinky přípravků na obsah chlorofylu v listech, na vývoj kořenové soustavy a podporu růstu natě, na výnos, početní a velikostní zastoupení hlíz pod trsem a na výživný stav porostů u odrůd Arlet a Dicolora.

Je obecně známo, že pro tvorbu vysokého hospodářského výnosu brambor je důležitý vodní režim. Nejnižší požadavky na vláhu má hlíza při klíčení (Zrůst, 2000).

Přípravek Alga 300++P se aplikoval ještě před zapojením porostu a svým unikátním složením s nezbytným fosforem (Tabulka 8) podporoval v této době zvýšené nasazení hlíz pod trsem a jejich udržení v nepříznivých podmínkách, zejména suchu, se kterým se rok 2015 potýkal.

Zvýšení odolnosti proti suchu jako jednu z příznivých vlastností extraktů, objevili ve svém pokusu s hrozny též Mancuso et al. (2006).

Zrůst (2000) uvádí, že srážkový úhrn v první polovině vegetace ovlivňuje růst natě, od května až do poloviny července pak počet hlíz, celkově ve druhé polovině vegetace růst a hmotu hlíz.

Z vyhodnocených výsledků je patrné, že vzhledem k nízkému množství srážek v klíčových fázích růstu hlíz došlo k nedostatečnému nárůstu hlíz, především u pozdější odrůdy Arlet a u rané odrůdy Dicolora k předčasnému ukončení vegetace zaschnutím natě.

Avšak díky přípravkům z mořských řas a jejich příznivým vlastnostem i přes nedostatečné srážky se foliární aplikace (B2) přeci jen nakonec pozitivně projevila. Prokázalo se, že varianta B2 měla vliv na zvýšení produkce hlíz o 1,7 t/ha u odrůdy Arlet a o 1,9 t/ha u odrůdy Dicolora oproti kontrolní variantě.

Foliární aplikace extraktů se osvědčila i v pokusu na ovocných stromech s výsledkem většího ovoce (Basak, 2008) a zároveň vyústila v lepší absorpci živin a ve větší výnos u sóji (Rathore at al., 2009).

Prospěšné účinky této aplikace potvrdili i autoři Chouliaras at al. (2009) většími plody olivovníku a zlepšením kvality olivového oleje.

Výsledný efekt moření (SoftGuard++ + RootMost) byl ovlivněn použitou odrůdou. Bude tedy třeba počítat s rozdílnou odrůdovou reakcí použitých přípravků při moření hlíz u brambor.

U jednotlivých odrůd měla na konečný výsledek významný vliv také rozdílná ranost odrůd a tomu přizpůsobený termín odběru a hodnocení. U ranější Dicolory (Obr. 6) byl odběr a hodnocení provedeno dříve a celkově tak jsou zjištěné hodnoty výrazně nižší než u později hodnocené polorané odrůdy Arlet (Obr. 7).

V průměru obou odrůd lze konstatovat, že u varianty moření (B3) došlo k upřednostnění tvorby kořenů na úkor nadzemní biomasy, což se projevilo statisticky neprůkazným poklesem hmotnosti natě a její délky (Graf 3).



Obrázek 6 - Odebrané rostliny odrůdy Dicolora



Obrázek 7 - Odebrané rostliny odrůdy Arlet



Také u sóji byl na začátku vegetace (k moření) využit přípravek RootMost v dávce 1 l/ha a později ve stádiu prodlužování a na začátku kvetení doplněn produkt Alga 600 v dávce 0,5 kg/ha. Vliv obou přípravků se v porostu projevil pozitivně nejen na velikosti kořenové soustavy, ale také na zvýšení velikosti lusků, což se promítlo i do celkového výnosu, který byl o 0,6 t/ha vyšší oproti neošetřené variantě (Balátová, 2015).

Pro dokreslení podmínek roku 2015 je nutné zmínit, že frakce hlíz pod 40 mm tvořila druhou hmotnostně nejvýznamnější frakci hlíz pod trsem, což naznačuje, že podmínky pro růst hlíz u obou odrůd nebyly v tomto případě zcela optimální ani po ošetření použitými biostimulanty.

Synergické účinky přípravků Alga 300++ s produktem SoftGuard++ byly prokázány i u jiných plodin. Nejprve v pokuse s jarním ječmenem, kde u této kombinace bylo v porovnání s kontrolou dosaženo o 1,05 t/ha vyššího výnosu zrna a porovnání s aplikací přípravků Alga 300++ P a Alga 300++K byl výnos vyšší o 0,85 t/ha (Krempa, 2013a).

Další testování se již blížilo použitému sledu v tomto pokuse, kde komplexní ošetření ječmene v průběhu vegetace přípravky Alga 300++ P a Alga 300++ K a též jejich kombinace s přípravkem SoftGuard++, potvrdily pozitivní účinek moření a listových aplikací přípravků na výnos zrna (o 4,61 % vyšší výnos v porovnání s kontrolou). U varianty, kde byl ještě navíc aplikován SoftGuard++, došlo ke zvýšení výnosu dokonce až o 8,81 % (Krempa, 2013b).

V experimentu, který se uskutečnil na CVRV (Centrum výskumu rastlinnej výroby) v Borovcích r. 2003, se sledovaly účinky přípravků na bázi mořských řas Alga 600 a její spolupůsobení s přípravkem SoftGuard++ u další významné plodiny řepky ozimé. Výsledkem bylo dosažení o 0,38 t/ha vyššího výnosu v porovnání s kontrolou (u samostatné aplikace Alga 600 jen o 0,24 t/ha) (Krempa, 2013a).

I u brambor se toto zjištění potvrdilo neboť při použití přípravků Alga 300++ P, Alga 300++ K a Softguard++ (tj. u variant B2 a B3) byl zjištěn trend vyšší hmotnosti konzumní velikosti a vyššího výnosu hlíz (Tabulka 14 a Graf 8).

Pozitivní účinky přípravků Alga 300 P++ (1 l/ha) a SoftGuard++ (0,8 l/ha) zároveň zaznamenal Agropodnik Košetice, a.s., Vysočina navýšením úrody brambor o 8,14 % (o 2,65 t/ha) u odrůdy Ornelly oproti kontrolním plodinám při poloprovozním pokuse. Tento efekt je přisuzován právě složení těchto přípravků (Tabulka 8 a 13) (Styx, 2014).

Příznivý vliv na výnos brambor byl potvrzen i v pokusu LopezMosquera and Pasoz (1997), ve kterém dosáhli 11,6 t/ha výnosu oproti 5,5 t/ha u neošetřených rostlin.

Abetz and Young (1983) také došli k závěru, že extrakt z mořských řas může zlepšit výtěžek u brambor.

Za připomenutí stojí i korelace dusíku a chlorofylu, jelikož výživa a hnojení dusíkem se velmi významně podílí na výši hospodářského výnosu a jeho jakosti při pěstování brambor. Dusík podporuje růst listů a tvorbu chlorofylu (N je jeho součástí) schopného fotosyntézy. Na 1 kg listové hmoty připadá 1,23 - 3,38 g chlorofylu (Rybáček et al., 1988). Nedostatek některého z hlavních prvků (dusík, fosfor, draslík) zpravidla snižuje intenzitu fotosyntézy, na kterou má vliv také délka slunečního záření, teplota půdy a vzduchu či právě zásobení vodou (Hruška, 1974). Vyšší obsah dusíku v hlízách brambor taktéž reprezentuje jejich kvalitu (Torres et al., 2004).

Průběh nárůstu obsahu chlorofylu a rychlost jeho stárnutí byla rovněž ovlivněna odrůdou (což také částečně souviselo s odlišnou raností odrůdy). K podobným závěrům u odrůd cukrovky a krmné řepy dospěla též Honsová (2009), kde kromě vlivu odrůdy uvádí významný vliv ročníku a použité technologie pěstování.

Při prvním odběru listů v provedeném pokuse (59. den od výsadby) byl obsah N vyšší u varianty B1 (AlgaSoil). I přes mírný deficit srážek (v květnu a již normálním srážkovém úhrnu v červnu) došlo k rozložení aplikovaných granulí AlgaSoil v půdě a využití živin rostlinami. Proto při tomto odběru byl u B1 vyšší obsah N v listech (o 1,6 – 7,8 % v porovnání s kontrolou). U ostatních variant (B2 a B3) se jednalo pouze o 8. den po aplikaci TM Alga 300++P, SoftGuard++ a ProBoron, a proto zde ještě nebyl patrný žádný nárůst obsahu N v listech či jejich sušiny. To se však změnilo v pozdějším období u druhého odběru (31.7, tj. 101. den od výsadby). Kdy po aplikaci TM Alga 300++K, SoftGuard++, CaBoron (63. den od výsadby, tj. 23.6) došlo k navýšení hmotnosti jedné rostliny (H1R) a obsahu N u variant B2 a B3. Lze se tedy domnívat, že tato aplikace významně pomohla zlepšit výživný stav rostlin (od prvního odběru 59. den od výsadby) a tím přispěla k navýšení výnosu hlíz u B2 a B3 (Graf 8).

Produkt Algasoil byl testován i v pokuse z roku 2014, kdy se jeho příznivý vliv na obsah chlorofylu také potvrdil. Při 4 termínech hodnocení byl zjištěn obsah chlorofylu v listech brambor v průměru o 2,4 % vyšší než u kontrolních rostlin. Následné navýšení dusíku v listech oproti kontrole bylo o 6 % (Hašková, 2014).

Vyšší obsah živin v listech, který pomohl k většímu růstu hroznů díky extraktům, byl též potvrzen i ve studii autorů Mancuso et al. (2006).

Také Pise and Sabale (2010) publikovali ve své studii zvýšení dusíku při použití přípravků s mořskými řasami u pískavice řecké seno.

Navýšení obsahu této živiny objevili u brambor ošetřených extrakty i autoři Whangchai et al. (2001).

Sarhan (2011) potvrdil při výsledcích svého pokusu také navýšení chlorofylu (o 22,14 %) v listech brambor při kombinaci přípravků Alga 600 a Sea Force 2 v porovnání s neošetřenými kontrolními rostlinami.

## 7 Závěr

V provedeném pokusu se použitými přípravky podařilo zlepšit následující:

Aplikace přípravku Algasoil (varianta B1) u obou odrůd zajistila trend vyššího výnosu konzumních hlíz o 0,9 t/h u odrůdy Dicolora a o 0,3 t/ha u Arlet.

Foliární aplikace (varianta B2) příznivě ovlivnila obsah chlorofylu v listech (hlavně u odrůdy Dicolora) a statisticky neprůkazně zvýšila hmotnost hlíz pod trsem o 1,5 t/ha u Arlet a o 2,7 t/ha u Dicolory (v porovnání s kontrolou).

Aplikace mořidel RootMost a Softguard++ (varianta B3) zvýšila hmotnost kořenů v průměru odrůd o 13,6 % a snížila hmotnost natě o 9,8 % v porovnání s kontrolními rostlinami.

Celková úroda brambor za rok 2015 byla z důvodu velkého sucha podprůměrná, tudíž z těchto výsledků lze vyvodit, že v případě příznivějších meteorologických podmínek by byly výsledky pokusu ještě lepší. I tak je ovšem prokazatelný pozitivní přínos těchto biostimulantů.

Tyto výsledky mohou být nápomocné k dalšímu průzkumu a posouzení účinků extraktů z mořských řas i na dalších plodinách. Tato zjištění jsou velmi povzbudivá, jelikož nabízí možný způsob, jak zvýšit nejen výnosy, ale také zlepšit životní prostředí, protože přípravky s mořskými řasami mají pozitivní vliv na ekologii.

### **Odpověď na výzkumné hypotézy:**

Hypotéza 1: Na základě aplikace granulovaného hnojiva z mořských řas „pod patu“ lze zlepšit dostupnost živin a podpořit jejich příjem rostlinami.

Hypotéza byla potvrzena v plném rozsahu, což bylo prokázáno laboratorními testy, kde byl zjištěn zvýšený obsah živin. Aplikace granulovaného hnojiva Algasoil (B1) příznivě podporovala čerpání živin (N), které se nejvíce projevilo u odrůdy Dicolora (107,8 %) při měření 19. 6. 2015. Dochází tedy ke zjištění, že ačkoliv rostliny nemají dostatečný příjem vláhy, jsou schopny z tohoto hnojiva živiny přijímat.

Hypotéza 2: Listová aplikace extraktů z mořských řas bude příznivě působit na zvýšení počtu hlíz, na tvorbu velikostně vyrovnaných hlíz a ovlivňovat výnos konzumních hlíz.

Hypotéza byla potvrzena pouze částečně. Prokázalo se, že listová aplikace ovlivnila zvýšení počtu hlíz jen u frakcí 40-55 mm a nad 60 mm v průměru odrůd. Největšího rozdílu bylo dosaženo u odrůdy Arlet ve frakci 40-55 (o 20 %) oproti kontrole, což prokazuje zároveň pozitivní vliv na tvorbu velikostně vyrovnaných hlíz. Aplikace příznivě ovlivnila výnos konzumních hlíz u odrůdy Dicolora o 2,7 t/ha a o 1,5 t/ha u Arlet ve srovnání s kontrolními rostlinami.

## 8 Doporučení pro praxi

Na základě zjištěných a zhodnocených výsledků pokusu lze pěstitelům doporučit použití foliární aplikace bez moření (varianta B2). A to nejen z hlediska lepších výnosů a zisku, ale také i z důvodu snadnější aplikace, jelikož moření navíc je více pracné či vyžaduje sazeč se speciálním aplikátorem. Spočtou-li se veškeré náklady na foliární aplikaci (varianta B2) a vzešlé zisky u obou odrůd, jednoznačně se tato varianta vyplatí. U odrůdy Arlet se pozitivně projevila i varianta s mořením (B3), nicméně u odrůdy Dicolora byla ztrátová. Použití granulovaného hnojiva AlgaSoil (B1) bylo ziskové pouze u odrůdy Dicolora. Informace o variantách ošetření s náklady a výnosy znázorňují Tabulky 17 a 18. Z výsledků a závěrů práce vyplývá, že vazba odrůdy na vstřebání ošetření je průkazná.

Tabulka 17 – Náklady a výnosy odrůdy Arlet

Var.	Přípravek	Dávka l; kg/ha	Cena v Kč/l; kg	Cena v Kč/ha	Náklad celkem/ha	Výnos v t/ha	Navýšení výnosů			
							t/ha	%	Kč/ha	zisk v Kč/ha
B1	AlgaSoil	70	55	3850	3850	13,6	0,3	2,3	2400	-1450
B2	Alga300++P	1	469	469	2879	14,8	1,5	11,3	12000	9121
	SoftGuard++	1	539	539						
	ProBoron	0,7	459	321						
	Alga300++K	1	529	529						
	SoftGuard++	1	539	539						
	CaBoron	0,7	689	482						
B3	RootMost	1,5	670	1005	5232	14,7	1,4	10,5	11200	5968
	SoftGuard++	2,5	539	1348						
	Alga300++P	1	469	469						
	SoftGuard++	1	539	539						
	ProBoron	0,7	459	321						
	Alga300++K	1	529	529						
	SoftGuard++	1	539	539						
	CaBoron	0,7	689	482						
Kontrola	X	X	X	X		13,3				

Pozn.: Ceny uvedeny bez DPH

Tabulka 18 – Náklady a výnosy odrůdy Dicolora

Var.	Přípravek	Dávka l; kg/ha	Cena v Kč/l; kg	Cena v Kč/ha	Náklad celkem/ha	Výnos v t/ha	Navýšení výnosů			
							t/ha	%	Kč/ha	zisk v Kč/ha
B1	AlgaSoil	70	55	3850	3850	24,1	0,9	3,9	7200	3350
B2	Alga300++P	1	469	469	2879	25,9	2,7	11,6	21600	18721
	SoftGuard++	1	539	539						
	ProBoron	0,7	459	321						
	Alga300++K	1	529	529						
	SoftGuard++	1	539	539						
	CaBoron	0,7	689	482						
B3	RootMost	1,5	670	1005	5232	23,0	-0,2	-0,9	-1600	-6832
	SoftGuard++	2,5	539	1348						
	Alga300++P	1	469	469						
	SoftGuard++	1	539	539						
	ProBoron	0,7	459	321						
	Alga300++K	1	529	529						
	SoftGuard++	1	539	539						
	CaBoron	0,7	689	482						
Kontrola	X	X	X	X		23,2				

Pozn.: Ceny uvedeny bez DPH

## 9 Použitá literatura

- Abetz, P. and Young, C. L. 1983. The effect of seaweed extract sprays derived from *Ascophyllum nodosum* on lettuce and cauliflower crops. *Botanica marina*. 26: 421-429.
- Ackermann, P. 1998. Metodiky ochrany zahradních plodin pro zahradníky a zahrádkáře. Květ. Praha. 303 s. ISBN: 80-85362-36-8.
- Alam, M. Z., Braun, G., Norrie, J. and Hodges, M. 2013. Effect of *Ascophyllum* extract application on plant growth, fruit yield and soil microbial communities of strawberry. *Can. J. Plant Sci.* 93: 23-36.
- Anisimov, M. M. and Chaikina E. L. 2014. Effect of seaweed extracts on the growth of seedling roots of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seasonal changes in the activity. *International Journal of Current Research and Academic Review*. 2 (3): 19-23.
- Babula, P. 2008. Archebakterie, bakterie, houby, protista. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Brno. 144 s. ISBN: 978-80-7305-057-3.
- Basak, A. 2008. Effect of preharvest treatment with seaweed products, Kelpak? And Goëmar BM 86?, on fruit quality in apple. *International Journal of Fruit Science*. 2: 73-77.
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P. and Prithiviraj, B. 2015. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 10: 1016.
- Bioinstitut. 2007. Praktická příručka č. 4 Biobrambory - Jak ekologicky vypěstovat kvalitní brambory. Bioinstitut. Olomouc. 23s.
- Blunden, G. 1977. Cytokinin activity of seaweed extracts. In *Marine Natural Products Chemistry*. Plenum Publ. Crop. 1: 337-344.
- Blunden, G., Jenkins, T. and Liu, Y-W. 1996. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. *Journal of Applied Phycology*. 8 (6): 535-543.
- Booth, B. 1969. The manufacture and properties of liquid seaweed extracts. *Proceedings international seaweed symposium*. 6: 655-662.
- Bradley, S. 2008. Nemoci rostlin a jejich léčba: informace odborníka na dosah ruky: škůdci, choroby, jiné poruchy zdraví. Svojtka & Co. Praha. 144 s. ISBN: 978-80-7352-702-0.
- Brain, K. R., Chalopin, M. C., Turner, T. D., Blunden, G., Wildgoose, P. B. 1973. Cytokinin activity of commercial aqueous seaweed extract. *Plant Science Letters*. 1 (6): 241-245.



- Braune, W. and Guiry, M. D. 2011. Seaweeds. A colour guide to common benthic green, brown and red algae of the world's oceans. Königstein, Germany: Sale and marketing by Koeltz Scientific Books. ISBN: 9783906166902.
- Craigie, J. S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *J Appl Phycol.* 23: 371-293.
- Crouch, I. J. and Van-Staden, J. 1992. Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plants. *J. Appl. Phycol.* 4: 291-296.
- Crouch, I. J. and Van-Staden, J. 2005. Effect of seaweed concentrate on the establishment and yield of greenhouse tomato plant. *Journ. of applied phycology.* 4 (4): 291-296.
- Čepl, J., Vokál, B., Hausvater, E., Rasocha, V. 2003. Pěstujeme brambory. Grada Publishing a. s. Praha 7. 104 s. ISBN: 8024705672.
- Čermák, V. 2013. Seznam doporučených odrůd bramboru 2013. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno. Brno. ISBN: 978-80-7401-072-9.
- Dařbujan, H. 1997. Mořská akvaristika. Studio Press. Čáslav. 159 s. ISBN: 80-902316-0-8.
- Davies, P. J. (ed.). 2010. Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action! Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 750 s. ISBN: 1-4020-2684-6.
- Dědič, P. 2014. Hlavní virové choroby bramboru v ČR. Výzkumný ústav bramborářský. Havlíčkův Brod. 15 s. ISBN: 978-80-86940-55-7.
- Dogra, B. S. and Mandradia, R. K. 2012. Effect of seaweed extract on growth and yield of onion. *International Journal of Farm Sciences.* 2 (1): 59-64.
- Dostál, P. 2006. Evoluce a systém stélkatých organismů a cévnatých výtrusných rostlin. Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta. Praha. 109 s. ISBN: 80-7290-267-9.
- Doty, M., Caddy, J. and Santelices, B. 1987. Case studies of seven commercial seaweed resources. United Nations. 311 s. Rome. ISBN: 92-5-102540-1.
- Dušková, L. and Kopřiva, J. 2009. Ochrana rostlin proti chorobám a škůdcům. Grada Publishing. Praha. 96 s. ISBN: 978-80-247-2756-1.
- Haider, M. W., Ayyub, Ch. M., Pervez, M. A., Asad, H. U., Manan, A., Raza, S. A. and 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.

- Hamouz, K. 1994. Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Praha. 56 s. ISBN: 80-7105-090-3.
- Häni, F. 1993. Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin: Příručka ochrany rostlin v integrované produkci. Scientia. Praha. 335 s. ISBN: 80-85827-12-3.
- Hassan, A. A. 2003. Potato. Dar-Al-Arabiya Publications. Cairo. Egypt.
- Hausvater, E. and Doležal, P. 2014. Nejdůležitější škodliví činitelé bramboru. Výzkumný ústav bramborářský. Havlíčkův Brod. 23 s. Praktické informace. ISBN: 978-80-86940-54-0.
- Hayward, P., Nelson-Smith, T. and Shields, CH. 2006. Živočichové a rostliny evropského pobřeží. Svojtka & Co. Praha. 352 s. ISBN: 80-7352-252-7.
- Hernández-Herrera, R. M., Santacruz-Ruvalcaba, F., Ruíz-López, M. A., Norrie, J. and Hernández-Carmona, G. 2013. Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum* L.). J. Appl. Phycol. 26: 619 – 628.
- Hervé, R. A. and Rouillier, D. L. 1977. Method and apparatus for communiting (sic) marine algae and the resulting product. 4 023 734.
- Hirsch, R., Hartung, W. and Gimmler, H. 1989. Abscisic acid content of algae under stress. 102: 326 – 334.
- Hong, D. D., Hien, H. M., Son, P. N. 2007. Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. J. Appl. Phycol. 19: 817-826.
- Houba, M. and Hosnedl, V. 2002. Osivo a sadba: praktické semenářství. Martin Sedláček. Praha. 186 s. ISBN: 80-902413-6-0.
- Hruška, L. a Choc, V. 1974. Brambory. SZN Praha. 416 s.
- Chinery, M. 1998. Flóra a fauna Evropy. Slovart. Praha. 384 s. ISBN: 80-7209-038-0.
- Chouliaras, V., Tasioula, M., Chatzissavvidis, C., Therios, I. and Tsabolatidou, E. 2009. The effects of a seaweed extract in addition to nitrogen and boron fertilization on productivity, fruit mutaration, leaf nutritional status and oil quality of the olive (*Olea europaea* L.) cultivar Koroneiki. Journal of the Science of Food and Agriculture. 89: 984-988.

- Kavipriya, R., Dhanalakshmi, P. K., Jayashree, S., Thangaraju, N. 2011. Seaweed extract as a biostimulant for legume crop, green gram. *Journal of Ecobiotechnology*. 3 (8): 16-19.
- Kazda, J., Prokinová, E. and Ryšánek, P. 2007. Škůdci a choroby rostlin: domácí rostlinolékař. Knižní klub. Praha. 288 s. ISBN: 978-80-242-1886-1.
- Khan, W., Rayirath, U. P., Subramanian, S., Jithesh, M. N., Rayorath, P., Hodges, D. M., Critchley, A. T., Craigie, J. S., Norrie, J. and Prithviraj, B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *J Plant Growth Regul.* 28: 386-399.
- Konvalina, P. (ed.). 2014. Pěstování vybraných plodin v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice. 284 s. ISBN: 978-80-7394-540-4.
- Kumar, G. and Sahoo, D. 2011. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. *J Appl Phycol.* 23: 251-255.
- Lola-Luz, T. Hennequart, F., Gaffiney, M. 2014. Effect on health promoting phytochemicals following seaweed application, in potato and onion crops grown under a low input agricultural system. *Scientia Horticulturae.* 170: 224-227.
- LopezMosquera, M. E. and Pasoz, P. 1997. Effects of seaweed on potato yields and soil chemistry. *A B Academic Publ.* 14 (3): 199-205.
- Mancuso, S., Azzarello, E., Mugnai, S. and Briand, X. 2006. Marine bioactive substances (IPA extract) improve foliar ion uptake and water stress tolerance in potted *Vitis vinifera* plants. *Advances in Horticultural Science.* 20 (2): 156-161.
- Mooney P. A. and Van-Staden, J. 1986. Algae and cytokinins. *J. Plant Physiol.* 123: 1-21.
- Novák, J. and Skalický, M. 2008. Botanika: cytologie, histologie, organologie a systematika. Powerprint. Praha. 327 s. ISBN: 978-80-904011-1-2.
- Pise, N. M. and Sabale, A. B. 2010. Effect of seaweed concentrates on the growth and biochemical constituents of *Trigonella foenum-graceum* L. *Journal of Phytology.* 2 (4): 50-56.
- Rasocho, V., Hausvater, E. and a Doležal, P. 2004. Choroby, škůdci a abionózy bramboru. Orin. České Budějovice. 74 s. ISBN: 80-239-3236-5.

- Rathore, S. S, Chaudhary, D. R., Boricha, G. N., Ghosh, A., Bhatt, B. P., Zodape, S. T. and Patolia, J. S. 2009. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. South African Journal of Botany. 75: 351-355.
- Reitz, S. R. and Trumble, J. T. 1996. Effect of Cytokinin-Containing seaweed extract on *Phaseolus lunatus* L.: Influence of nutrient availability and apex removal. Botanica Marina. 39: 33-38.
- Rod, J. 2003. Atlas chorob a škůdců ovoce, zeleniny a okrasných rostlin. Vydavatelství Víkend. Líbeznice. 94 s. ISBN: 80-7222-286-4.
- Rod, J. 1997. Choroby zeleniny a brambor. Květ. Praha. 69 s. ISBN: 80-85362-30-9.
- Rod, J. Hluchý, M., Zavadil, K., Prašil, J., Somssich, I. and Zacharda, M. 2005. Obrazový atlas chorob a škůdců zeleniny střední Evropy: ochrana zeleniny v integrované produkci včetně prostředků biologické ochrany rostlin. Biocont Laboratory. Brno. 392s. ISBN: 80-901874-3-9.
- Rybáček, V. et al. 1988. Brambory. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 132 s.
- Sarhan, T. Z. 2011. Effect of humic acid and seaweed extracts on growth and yield of potato plant (*Solanum tuberosum* L.) desiree cv. Mesopotamia j. of Agric. 39 (2).
- Sarhan, T. Z. and Ismael, S. F. 2014. Effect of low temperature and seaweed extracts on flowering and yield of two cucumber cultivars (*Cucumis sativus* L.). International Journal of Agricultural and Food Research. 3 (1): 41-54.
- Sarhan, T. Z., Ali, S. T. and Rasheed, S. M. S. 2011. Effect of bread yeast application and seaweed extract on cucumber (*Cucumis sativus* L.) plant growth, yield and fruit quality. Mesopotamia j. of Agric. 39 (2): 26–34.
- Schiewer, V. 1967. Auxinvorkommen und Auxinstoffwechsel bei Mehrzelligen Ostseealgen: 1. Zum Vorkommen von Indol-3-Essigsäure. Planta. 74: 313-323.
- Strik, W. A. and Van-Staden, J. 1997. Comparison of cytokinin- and auxin-like activity in some commercially used seaweed extracts. Journal of Applied Phycology. 8: 503-508.
- Tarakhovskaya, E. R., Maslov, Yu.I. and Shishova, M. F. 2007. Phytohormones in Algae. Russian Journal of Plant Physiology. 54 (2): 186-194.

- Thomas, S. C. L. 1996. Nutrient weeds as soil amendments for organically grown herbs. *Journal of Herbs, spices and medicinal plants*. 4 (1): 3-8.
- Torres, M. D. Hermoso, J. M. and Farré, J. M. 2004. Influence of nitrogen and calcium fertilization on productivity and fruit quality of the mango. *Acta horticulturae (ISHS)*. 645: 395-401.
- Tuhy, L. Chowańska, J. and Chojnacka, K. 2013. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth: review. *CHEMIK*. 67 (7): 636-641.
- Vokál, B. et al. 2013. *Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika*. Profi Press. Praha. 160 s. ISBN: 978-80-86726-54-0.
- Vokál, B. 2004. *Technologie pěstování brambor: (rozhodovací systémy pro optimalizaci pěstitelských technologií u jednotlivých užitkových směrů brambor)*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 91 s. ISBN: 80-7271-155-5.
- Vokál, B., Čepl, J., Domkářová, J., Hausvater, E., Rasocha, V., Vacek, J., Zrůst, J. 2001. *Pěstitelské technologie jednotlivých užitkových směrů brambor*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. ISBN: 80-7271-073-7.
- Vokál, B., Čepl, J., Hausvater, E., Rasocha, V. 2003. *Pěstujeme brambory*. Grada Publishing a. s. Praha. s. 112 s. ISBN: 80-247-0567-2.
- Whangchai, K., Gemma, H., Uthaibutra, J. and Iwahori, S. 2001. Postharvest physiology and microanalysis of mineral elements of Nam Dork Mai mango fruit grown under different soil composition. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 70: 463-465.
- Záruba, J. 2014. *Brambory: nakupujeme, pěstujeme zajímavé odrůdy*. Tarsago Česká republika. Praha. 76 s. ISBN: 978-80-7406-289-6.

### **Internetové zdroje:**

- Agrobiosfer, 2013. [online]. [cit. 2014-11-02]. Dostupné z <<http://www.agrobiosfer.cz/cz/zemedelstvi/7>>.
- Agromanual, 2003. [online]. [cit. 2016-02-11]. Dostupné z <<http://www.agromanual.cz/>>.
- Amagro, 2008. [online]. [cit. 2016-02-13]. Dostupné z <<http://www.amagro.com/amagro.html>>.
- ANONYM, 2007. Seaweeds net of Taiwan [online]. [cit. 2015-10-13]. Dostupné z <<http://formosa.ntm.gov.tw/seaweeds/english/home.asp>>.
- Balátová, Z. 2015. Efektivita stimulácie a listovej výživy v pestovateľskom systéme sóje [online]. [cit. 2016-02-13]. Dostupné z <<http://rno.sk/efektivita-stimulacie-a-listovej-vyzivy-v-pestovatelskom-systeme-soje/>>.
- Bartolo, L. 2009. Seaweed: A precious material for plant nutrition [online]. Maximum yield USA [cit. 2015-10-05]. Dostupné z <<https://issuu.com/waynesinclair/docs/seaweed/3>>.
- Bioprim, 2015. [online]. [cit. 2016-02-11]. Dostupné z <<http://www.bioprim.cz/bio-algeen-s90.html>>.
- Dhargalkar, V. K. and Kavlekar, D. 2004. Seaweeds - a field manual. [online]. National Institute of Oceanography Dona Paula, Goa. [cit. 2015-08-06]. Dostupné z <<http://nio.org/userfiles/file/biology/Seaweeds-Manual.pdf>>.
- Eagri, 2015. [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z <<http://eagri.cz/public/web/mze/>>.
- Energen, 2015. [online]. [cit. 2016-02-11]. Dostupné z <<http://www.energen.info/cs/vyrobek/9-energen-algan/>>.
- Fertistav, 2015. [online]. [cit. 2016-02-18]. Dostupné z <<http://www.fertistav.cz/wp-content/uploads/2015/07/Atlantika-katalog-2015-2016.pdf>>.
- Hašková, P. 2014. Jaký vliv má organické granulované hnojivo? [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z <<http://www.agrobiosfer.cz/cz/jaky-vliv-ma-organicke-granulovane-hnojivo/552>>.
- Honsová, H. 2009. Obsah chlorofylu v listech ekologicky pěstované krmné řepy a cukrovky. Cukrovarnické Listy. 125(5-6): 117-179.
- Krempa, P. 2013a. Kvalitní založení porostů řepky a biostimulace po vzejití. Úroda. 9: 33.

- Krempa, P. 2013b. Využití biostimulátorů při moření osiva obilnin. *Úroda*. 8: 81.
- Styx, J. 2014. Poloprovozní pokus na bramborách průmyslových. [online]. [cit. 2016-03-16]. Dostupné z <<http://www.agrobiosfer.cz/cz/poloprovozni-pokus-na-bramborach-prumyslovych/492>>.
- Výskumný a šlechtitelský ústav zemiakársky. 2014. [online]. [cit. 2016-02-16]. Dostupné z <<http://www.vsuz.sk/index.php/arlet>>.
- Zrůst, J. 2000. Fyziologie tvorby výnosu u bramboru. *Úroda*. 4: 23-25.