

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Stimulační a protistresové účinky přírodních látek
v moderních přípravcích při pěstování brambor**

Diplomová práce

Autor práce: Karolína Krupičková

Obor studia: AME – Ekologické zemědělství

Vedoucí práce: Ing. Petr Dvořák, PhD.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Stimulační a protistresové účinky přírodních látek v moderních přípravcích 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 12.4.2018

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkoval(a) mému vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Dvořákovi, PhD. za ochotný přístup, čas a trpělivost, které mi při psaní této práce věnoval.

Stimulační a protistresové účinky přírodních látek v moderních přípravcích při pěstování brambor

Souhrn

V roce 2017 byly na pokusné stanici katedry rostlinné výroby v Praze-Uhřetěvsi zkoumány účinky biostimulačních přípravků od společnosti Atlántica Agricola na porostu brambor (*Solanum tuberosum*) (Atlante Plus, Atlante, 30-20, Aradium, Black pearl, Canelys, Florone, Fitomare Bio, Funres, Kelik K-Si, Kelik K, Konflic, Mimoten, Raykat Seed King, pH-Tron, Zicara). Přípravky byly použity na odrůdách brambor Karo, Dicolora, Anuschka a následně porovnávány s kontrolními neošetřenými variantami. Použité přípravky se aplikovaly na list a hnojením pod patu. V pokusu byl sledován obsah chlorofylu v listech, početní a hmotnostní zastoupení hlíz a výnos konzumních hlíz. Výsledky ukázaly, že aplikace hnojiva pod patu měla pozitivní vliv na nárůst chlorofylu. Obsah chlorofylu byl u ošetřené varianty odrůdy Karo statisticky průkazně vyšší než u neošetřené kontrolní varianty. Hnojení pod patu mělo také pozitivní vliv na nárůst hlíz a výnos hlíz zkoumané odrůdy Karo. U odrůd Anuschka a Dicolora nebyl při listové aplikaci prokázán statisticky průkazný rozdíl u parametrů obsah chlorofylu, početní a hmotnostní zastoupení hlíz a výnos konzumních hlíz. Nicméně byla shledána spojitost (korelace) mezi obsahem chlorofylu a konečným výnosem hlíz.

Klíčová slova: biostimulace, ochrana, stres, brambory, hnojení pod patu

Stimulatory and anti-stress effects of natural substances in the modern plant in potato cultivation

Summary

The effects of biostimulation products from Atlántica Agricola on potatoes crops (*Solanum tuberosum*) (Atlante Plus, Atlante, 30-20, Aradium, Black pearl, Canelys, Florone, Fitomare Bio, Funres, Kelik K-Si, Kelik K, Konflic, Mimoten, Raykat Seed King, pH-Tron, Zicara) were examined at the Research Station of the Department of Plant Production in Prague – Uhřetěves in 2017. The products were used on varieties of potatoes Karo, Dicolora, Anuschka, and then compared with control untreated variants. The products were applied to the leaf and under the heel. The chlorophyll content of the leaves, the number and weight of the tubers and the yield of the tubers were monitored in the experiment. The results showed that fertilizer application under the heel had a positive effect on the increase in chlorophyll content. The chlorophyll content of the variants of the Karo variety was statistically significantly higher than that of the untreated control variant. Fertilization under the heel also had a positive effect on the growth of tubers and the yield of tubers of the Karo variety. In the case of the Anuschka and Dicolora varieties, the statistically significant difference in the parameters of the chlorophyll content, the number and weight of the tubers and the yield of the tubers was not demonstrated during the foliar application. Nevertheless, the correlation between the content of chlorophyll and the final yield of the tubers was found.

Keywords: biostimulation, protection, stress, potatoes, fertilization under the heel

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíl práce	9
3. Literární rešerše	10
3.1 Brambory a ekologické zemědělství	10
3.1.1 Příprava sadby.....	11
3.1.2 Růst a vývoj	12
3.2 Výživa a hnojení brambor.....	13
3.2.1 Faktory ovlivňující výživu.....	13
3.2.2 Hnojení brambor	14
3.3 Nejvýznamnější škodliví činitelé brambor.....	15
3.3.1 Hlavní problémy ochrany v ekologickém zemědělství.....	15
3.3.2 Plíseň bramboru	15
3.3.3 Mandelinka bramborová (Leptinotarsa decemlineata)	16
3.4 Biostimulační látky.....	17
3.4.1 Obecné pojmy a metodologie	17
3.4.2 Terminologie a klasifikace.....	18
3.4.3 Legislativa a právní rámec použití.....	18
3.4.4 Zdroje a technologie výroby	19
4. Materiál a metody	26
4.1 Charakteristika meteorologických podmínek	26
4.2 Stručná charakteristika pokusného stanoviště.....	26
4.3 Odrůdy použité v pokusu	27
4.4 Charakteristika použitých přípravků	28
4.5 Metodika pokusu.....	31
4.5.1 Použití biostimulačního hnojiva „pod patu“ (Hypotéza 1).....	32
4.5.2 Listová aplikace stimulačních přípravků (Hypotéza 2)	32
4.6 Statistické hodnocení	33

5. Výsledky	34
5.1 Hnojení pod patu a jeho vliv na produkční vlastnosti porostu.....	34
5.1.1 Vliv na tvorbu a udržení chlorofylu v listech	34
5.1.2 Vliv na počáteční růst a vývoj kořenů, natě, počet stonků a výšku rostlin	35
5.1.3 Vliv na počet a hmotnost hlíz v jednotlivých frakcích a konečný výnos hlíz.....	38
5.2 Vliv listové aplikace biostimulačních přípravků na produkční a výnosové ukazatele.....	40
5.2.1 Vliv na tvorbu a udržení chlorofylu v listech	40
5.2.2 Vliv postřiku stimulačními přípravky na výnosové ukazatele.....	42
6. Diskuze	47
6.1 Hnojení pod patu a jeho vliv na produkční vlastnosti porostu.....	47
6.2 Vliv stimulačních přípravků na produkční a výnosové ukazatele.....	48
7. Závěr.....	49
8. Seznam použité literatury.....	50

1. Úvod

Pěstování brambor je pro člověka důležité. Brambory jsou významným zdrojem potravy a krmiva pro hospodářská zvířata. Využívají se i v lihovarnickém a škrobárenském průmyslu. V současnosti se kromě tropů a polárních oblastí pěstují všude po světě.

Z důvodu na výhodnost pěstování se hledají nové způsoby, jak zvýšit výnos a kvalitu hlíz. Často se používá šlechtění nových a odolnějších odrůd, využití meziplodiny a střídání osevního postupu. Vhodným prostředkem pro zvýšení výnosu brambor může být použití biostimulačních látek. Použití těchto látek může snížit používání látek chemických a synteticky vyrobených přípravků, což má pozitivní dopad na ekologii. Existuje mnoho studií a článků zabývajících se účinky biostimulačních látek. Většina z nich má pozitivní vliv na růst rostlin a zvyšuje odolnost vůči stresu.

Mohou tak hrát velkou roli při pěstování v ekologickém systému zemědělství. Problémem s biostimulačními látkami může být v jejich heterogenitě. Některé státy EU je uvádějí jako přípravky na ochranu rostlin, některé zase jako hnojiva. V České republice se rostlinné biostimulanty řadí do kategorie „Pomocný prostředek na ochranu rostlin“ a je regulován Vyhláškou č. 32/2012, o přípravcích a dalších prostředcích na ochranu rostlin.

Účinky vybraných biostimulačních látek budou posuzovány v této práci na odrůdách brambor Karo, Dicolora a Anuschka.

2. Cíl práce

Cílem práce je zhodnotit vlastnosti nových a potencionálně využitelných látek a extraktů ke stimulaci a ochraně porostů brambor. Zhodnotit jejich přínosy a negativa při aplikaci v porostech brambor (na rozvoj kořenové soustavy, na výživný stav porostů a na rozvoj chorob a výnos hlíz).

Hypotéza 1: Na základě použité aplikace biostimulačního hnojiva „pod patu“ lze zlepšit dostupnost živin a podpořit produkci hlíz v podmínkách ekologického zemědělství.

Hypotéza 2: Listová aplikace stimulačních přípravků v různých fázích růstu bude příznivě působit na výživný stav porostu a pozitivně se odrazí v kvalitě hlíz (v počtu a vyrovnanosti konzumních hlíz).

3. Literární rešerše

3.1 Brambory a ekologické zemědělství

Brambor (*Solanum tuberosum* L.) patří mezi dvouděložné rostliny z čeledi lilkovité (*Solanaceae*). Tvoří hlízy díky tloušťnutí stolonů. Všechny druhy kulturních brambor se množí vegetativně pomocí hlíz. Generativního množení se využívá při šlechtění (Domkářová et al., 2013; Rybáček et al., 1988).

Systém ekologického zemědělství (EZ) je vnímán jako alternativa pro zemědělskou výrobu budoucnosti. Jeho smyslem je produkovat kvalitní potraviny trvale udržitelným způsobem. Pravidla EZ a jejich dodržování má na starost Ministerstvo zemědělství České republiky (eAgri, 2017).

Pěstování brambor v EZ je často pro farmáře důležitým úsekem produkce. Avšak pěstování v systému ekologického zemědělství sebou nese značné požadavky na výrobce. Pro dosažení uspokojivého výnosu musí zemědělec učinit veškerá opatření, která má k dispozici. Ta se týkají především správného osevního postupu, vhodné odrůdy, optimalizace organického hnojení, použití biologických přípravků k ochraně porostu a použití správných agrotechnických zásahů (Vokál et al., 2000).

Celková výměra půdy v systému ekologického zemědělství v roce 2016 je 490 960 ha. Z toho je 51 291,92 ha orné půdy. Pěstování okopanin zůstává na nízké úrovni. Plocha okopanin zaujímá 193,10 ha a největší část této plochy zaujímají brambory, které jsou na 174,57 ha orné půdy (eAgri, 2016).

Pro brambory jsou vhodné lehčí půdy, písčitohlinité a hlinitopísčité. Důležitým faktorem pro výběr půdy je sklonitost pozemku, která by neměla překročit 8 °. Nevhodné jsou půdy kamenité. Při vyšším výskytu kamene je dobré použít záhonové odkamenění pozemku. Dále jsou upřednostňovány půdy s vyšším obsahem humusu a menší náchylností k tvorbě hrud. Optimální podmínky pro růst brambor jsou průměrná denní teplota vzduchu 17 °C, přes den 20 °C a v noci 12 – 14 °C (Vokál et al., 2004).

Množství srážek závisí na odrůdě brambor, fázi růstu, teplotě, výživě atd. Nejvyšší nároky na vláhu mají brambory v období růstu natě a v období intenzivního růstu hlíz (Lehocká, et al., 2001). Na výnos hlíz velmi raných odrůd mají vliv srážky hlavně koncem května a v červnu. Pro rané brambory jsou důležité srážky koncem června a v červenci, u

poloraných a polopozdních v červenci a srpnu a u pozdních v červenci, srpnu a září (Vokál et al., 2004).

Brambory nejsou náročné na předplodinu a samy jsou vhodnou předplodinou, jelikož nechávají ornici v dobrém stavu po mechanickém ošetření. Vhodnými předplodinami jsou luskoviny, jednoleté jeteloviny nebo zelenina (Bioinstitut, 2007). Často se řadí po ozimých obilninách a jejich nízkou předplodinovou hodnotu je možné vylepšit pěstováním meziplodin (Diviš, 1999).

Na podzim po sklizni předplodiny se provede podmítka do hloubky 80 – 100 mm. Důležité je dodržet hloubku a nepřesáhnout 100 mm. K podmítce se používá radličkový kypřič. Hlavním cílem podmítky je zamezení ztráty vody z půdy a zapravení posklizňových zbytků do půdy, které jsou zdrojem organických látek pro tvorbu humusu (Vokál et al., 2003).

Ke klasickému zpracování půdy se dále řadí orba, která se provádí na podzim. Při orbě dochází k nakypření půdy a zvýšení pórovitosti. Orbou se také zabrání množení plevelů. Společně s orbou se může zapravit i zelené hnojení. Pro pěstování brambor se doporučuje střední orba do hloubky 200 mm. Podzimní orba se provádí ihned po aplikaci hnoje, aby nedocházelo ke ztrátám živin (Vokál et al., 2003).

Na jaře se provádí smykování a vláčení. Termín smykování závisí na vlhkosti půdy. Výsledkem smykování je omezení ztrát půdní vlhkosti a urychlení proteplení půdy (Vokál et al., 2004).

3.1.1 Příprava sadby

Pro ekologické pěstování brambor je hlavním úkonem předkličování sadby nebo její narašování. Jejich výhodou je zkrácení doby mezi výsadbou a jejím vzejitím, nižší výskyt vločkovitosti hlíz, rychlejší a vyrovnanější vzcházení, rychlejší růst kořenové soustavy a s tím související rychlejší nárůst hlíz. Také pozitivně ovlivňuje konkurenceschopnost porostu vůči plevelným rostlinám. Nevýhodou může být zvýšená pracovní náročnost a nutnost použití speciálních sazečů při výsadbě, které ulamují klíčky (Diviš et al., 2011).

3.1.1.1 Mechanická příprava sadby

Mechanická příprava sadby spočívá ve velikostním třídění hlíz. Certifikovaná sadba se třídí na sítích o minimálním rozměru 25 x 25 mm a maximálním rozměru 60 x 60 mm (Diviš et al., 2011). S mechanickou přípravou se začíná na podzim při sklizni a naskladnění. Sklizenou

sadbu je nutno zbavit příměsí, nečistot a nahnilých nebo silně poškozených hlíz (Čepl et al., 2009).

3.1.1.2 Narašování sadby

Narašování se používá k probuzení hlíz a vytvoření klíčků, které jsou 2 – 5 mm dlouhé. Nevyžaduje žádné speciální zařízení a je možné ho provádět i u volně uložených hlíz. Takto připravenou sadbu lze sázet běžnými sazeči (Jůzl, Středa, 2002).

3.1.1.3 Předklíčování sadby

Předklíčováním sadby by se mělo dosáhnout 1,5 – 2 cm dlouhých, pevných a odrůdově zbarvených klíčků bez tvorby kořenů. Provádí se zejména u raných odrůd brambor. Naklíčení sadby je také významné opatření, které snižuje projev plísně bramboru (Konvalina et al., 2007).

Předklíčení spočívá v postupném zvyšování teploty a osvětlováním hlíz ve skladu. Začíná se zhruba 6 týdnů před výsadbou. Prvních 10 dnů se sadba nechá rašit ve tmě při teplotě 8 – 12 °C. Jakmile se vytvoří klíčky (3 – 5 mm), zvyšuje se teplota na 12 – 18 °C a sadba se postupně začne osvětlovat na 12-18 hodin denně. Týden před plánovanou výsadbou se musí teplota snížit na 6–10 °C. Tím se zamezí tepelnému šoku po výsadbě do neprohřáté půdy (Dvořák, Bicanová, 2007).

Předklíčením se získá sadba fyziologicky stará, která zajišťuje ranější sklizeň, nicméně celková produkční sklizeň je nižší. Naklíčení sadby se pozitivně projevuje zvýšením výtěžnosti konzumních hlíz (Diviš et al., 2011).

3.1.2 Růst a vývoj

Brambory jsou víceletá plodina v našich podmínkách nepřezimující, proto se musí každý rok vegetativně množit z nově vytvořených hlíz. Fáze růstu jsou důležité nejen z hlediska vlastního růstu, ale i při aplikaci agrotechnických opatření. Pro podrobný popis fenologického vývoje se používá dekadická stupnice. Základní fenologické fáze pro brambory podle BBCH jsou uvedeny v Tabulce 1.

Fenologický vývoj je popsán dvojmístným a trojmístným číselným kódem, který bere v úvahu sympodiální větvení (Vokál et al., 2013).

Tabulka 1. Fenologické fáze porostu brambor

0	Rašení (klíčení)
1	Vývoj listu
2	Formování základních postranních výhonů pod a nad zemí
3	Prodloužení hlavního stonku
4	Tvorba hlízy
5	Objevení květenství
6	Kvetení
7	Vývoj plodu
8	Zrání bobulí a semen
9	Stárnutí

3.2 Výživa a hnojení brambor

3.2.1 Faktory ovlivňující výživu

Významným faktorem ve výživě brambor je obsah přístupných živin, který se často označuje jako stará půdní síla. Vytváří se pravidelným hnojením a zúrodnováním. Výživu také ovlivňuje půdní prostředí, které je charakterizované zrnitostním složením, podílem vzduchu, kvalitou a mohutností jílovitohumusového komplexu, pH a dalšími ukazateli. Půdní prostředí je téměř neměnné. Vysoce proměnným faktorem je vliv povětrnostních podmínek, zejména teplot a srážek. V oblasti Polabí, kde je ranobramborářská oblast, je nutná vydatná závlaha k dosažení časně produkce. Kromě těchto vnějších podmínek má na výživu vliv příjmová kapacita rostlin. Jedná se o intenzitu příjmu živin a celkové množství přijatých živin. Rostlina bramboru přijímá živiny po celou dobu vegetace (Vokál et al., 2000).

Obsah živin v půdě by se měl pohybovat přibližně v těchto množstvích: draslík 140 – 220 mg/kg půdy, fosfor 100 – 125 mg/kg půdy a hořčík 110 – 180 mg/kg půdy. Obsah humusu by měl být kolem 2 %. Důležitým hlediskem je také hodnota půdní reakce, která má vliv na výživu rostlin, ale také ovlivňuje strupovitost. Pro brambory je vhodná kyselá půdní reakce s pH = 5,5 – 6,5. Obecně brambory snáší lépe kyselé půdy než zásadité (Vokál et al., 2000).

Na 10 tun hlíz spolu s kořeny a nadzemní částí jsou průměrné odběry živin následující: 40 kg N, 8 kg P, 70 kg K, 8,5 kg Mg a 20 kg Ca. Potřebné živiny v ekologickém zemědělství jsou závislé na předplodině a organickém hnojení. (Diviš et al., 2011).

3.2.2 Hnojení brambor

V ekologickém zemědělství mají nezastupitelnou roli organická hnojiva. Ta zabezpečují živiny pro pěstované plodiny a udržují půdní úrodnost. Pěstování brambor ekologickým způsobem je založeno především na hnojení organicky vázanými živinami. Uvolňování živin je závislé na biologické aktivitě půdy, obsahu živin, druhu hnojiva a také na mineralizačních podmínkách v půdě (Diviš et al., 2011).

Základním hnojivem je chlévský hnůj. Doporučená dávka pro brambory se uvádí 30 t/ha. Podle nitrátové směrnice nesmí celková dávka dusíku přesáhnout 170 kg/ha. Chlévský hnůj se aplikuje na podzim, aby při podzimní zaorávce došlo k časnému a rovnoměrnému uvolnění živin (Vokál et al., 2003). Složení chlévského hnoje je velmi variabilní. Závisí na druhu hospodářských zvířat, použitém krmivu, podestýlce a způsobu ošetření chlévské mrvy. Průměrně hnůj obsahuje 0,4 – 0,5 % N, 0,15 – 0,25 % P₂O₅, 0,6 – 0,7 % K₂O, 0,6 % CaO, 0,1 % MgO a poměr C: N činí 20–30:1. Mezi povolená hnojiva patří i kejda. Její dávka se řídí obsahem dusíku a celková dávka nesmí překročit 170 kg/ha. Aplikace se provádí na jaře před založením porostu. Na podzim by se aplikovat neměla z důvodu vysokého obsahu dusíku a nízkému obsahu organických látek. Na podzim se doporučuje aplikovat pouze při zaorávání slámy (Diviš et al., 2011).

Pro brambory se dá použít i zelené hnojení v závislosti na délce meziporostního období na podzim. Délka meziporostního období ovlivňuje volbu vhodné plodiny pro zelené hnojení. Jako vhodné plodiny se jeví hořčice bílá, svazenka, luskoviny, jetel a další. Výhoda zeleného hnojení spočívá v tom, že na podzim váže volný dusík v půdě, zamezuje jeho vyplavování a tím pádem omezuje zatížení životního prostředí (Diviš, 2011).

Hnojení fosforem a draslíkem se provádí jen podle zásoby v půdě a používají se hnojiva, která se řídí zákonem č. 317/2004 Sb. kterým se mění zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech) (eAgri, 2018). Přímé vápnění se pro pěstování brambor nedoporučuje, protože zvyšuje výskyt strupovitosti hlíz (Dvořák, 2007).

3.3 Nejvýznamnější škodliví činitelé brambor

3.3.1 Hlavní problémy ochrany v ekologickém zemědělství

V ekologickém zemědělství je největším problémem vysoký výskyt plevelů, chorob a škůdců. Cílem ochrany je udržení škodlivých organismů pod prahem ekonomické škodlivosti, protože tyto organismy jsou nejen potravou pro užitečné organismy, ale slouží také jako ukazatel narušené přírodní rovnováhy. Proto je kladen větší důraz na použití nepřímých metod, kde plní důležitou úlohu především prevence. Mezi nepřímé metody patří vyrovnaná výživa, výběr odrůdy, správné pěstitelské postupy a použití zeleného hnojení a meziplodin. V případě, že se škodlivé organismy přemnoží, je vhodné použít přímých metod, mezi něž patří fyzikální, chemická a biologická ochrana (Šarapatka et al., 2006).

3.3.2 Plíseň bramboru

Původce plísně bramboru je *Phytophthora infestans*. Je řazena mezi nejvýznamnější choroby brambor. Původ patogenu je v centrální oblasti Mexika a do Evropy se nejspíše dostal lodní dopravou v 19. století. K infekci dochází za vhodných teplotních a vlhkostních podmínek. Vhodnými podmínkami je teplota v noci nad 10 °C a relativní vlhkost vzduchu vyšší než 90 % (Juroch, 2011).

Původce plísně přezimuje formou penetrujícího mycelia v pletivu napadených hlíz. Z těchto zdrojů primární infekce se patogen šíří do nadzemních částí rostlin. Častým zdrojem plísně jsou hromady a jiné skládky vyřazených hlíz. Někdy může patogen přezimovat a šířit se oosporami. Během vegetace se plíseň šíří z infikovaných rostlin na sousední prostřednictvím dešťových kapek a na větší vzdálenosti vzdušnými proudy. Z listů jsou výtrusy (sporangia a konidie) splavovány vodou do půdy, kde přes lenticely a ranky pronikají do hlíz a ty infikují. Nejčastěji jsou porosty napadány v průběhu června (Häni, 1993).

Infekce na rostlině se šíří stonkem a nejdříve se projeví na vegetačním vrcholu odumíráním lístků a stonku. Sekundární infekce se projeví tvorbou vodnatých a nekrotických skvrn na listech i stoncích a na spodní straně listů se objevuje šedobílý povlak, který se postupně šíří na celý list a dále postupuje přes řapík a šíří se stonkem do vyšších listových pater. Napadená rostlina postupně odumírá (Hausvater, Doležal, 2014).

Napadení na hlízách se projevuje olovnatými šedými skvrnami na slupce, které se později mírně propadají a pod nimi se objevuje rezavě hnědé nekrotizující pletivo (Juroch, 2011).

Základní ochrana proti plísni spočívá ve volbě vhodné odrůdy pro dané podmínky. Výběr vhodné lokality ovlivňuje nástup infekce a podílí se na dalším rozvoji choroby. Nevhodné jsou údolní polohy s omezeným prouděním vzduchu a těžkou půdou (Čepl et al., 2009).

V EZ lze použít na ochranu proti plísni měďnaté fungicidy např. Kuprikol 50, Flowbrix, Champion 50 WG. Je ale nutné hlídat povolené dávkování, které nesmí překročit 6 kg Cu/ha za rok. Proti plísni lze také použít biologické přípravky na bázi mikroorganismů. Příkladem povoleného přípravku na ochranu proti plísni bramborové je Polyversum. Tento biopřípravek obsahuje spory mikroskopické houby *Pythium oligandrum* (Vokál et al., 2004).

3.3.3 Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*)

Kromě mšic patří mandelinka k nejdůležitějším škůdcům brambor v systému ekologického zemědělství. V porostu škodí brouci, ale především larvy okusem listů, stonků, a hlíz, které vyčnívají z brázdy. Při přemnožení může způsobovat i holožír a tím snížit výnos (Diviš, 2011).

Výskyt je silně ovlivněn počasím, výskytem potravy, predátory a úspěšností přezimování (Rasocha, 2002).

Během roku tvoří 1 – 2 generace. Kolem poloviny května po prohřátí půdy se v porostu objevují tzv. „jarní brouci“ a vyhledávají potravu. K oplození samic dochází na jaře i na podzim. Samičky kladou vajíčka na spodní stranu listu v počtu 30 – 35. Za 10 dnů se z vajíček vylíhnou larvy, které prodělají čtyři vývojová stadia, než dospějí. Největší škody způsobují larvy III. a IV. instaru. Dospělé larvy se zakuklí v půdě a po zhruba 14 dnech se líhnou tzv. „letní brouci“, kteří při optimálních podmínkách mohou vytvořit druhou generaci (Diviš et al, 2011).

Jako preventivní opatření v ochraně je důležité střídání plodin v rámci osevního postupu. Na malých plochách lze praktikovat ruční sběr brouků a larev (Čepl et al., 2009).

Jako přímou ochranu lze použít biologický přípravek na bázi *Bacillus thuringiensis*. V České republice není bohužel žádný biologický přípravek registrován. Registrace biologického přípravku Novodor skončila v roce 2000 (Dvořák, Bicanová, 2007).

3.4 Biostimulační látky

3.4.1 Obecné pojmy a metodologie

První zmínku o teorii biogenních stimulantů pronesl profesor V. P. Filatov roku 1933 v SSSR. Filatov v této teorii navrhl, že biologické materiály odvozené z různých organismů zahrnujících rostliny, které byly vystaveny stresu, mohou ovlivnit metabolické a energetické procesy u lidí, zvířat a rostlin. V dalších letech proběhl rozvoj této teorie. Konkrétně Blagoveshchensky se zaměřil na aplikaci biogenních stimulantů na rostliny jako organických kyselin se stimulačními účinky, které mohou zvýšit enzymatickou aktivitu rostlin. Herve poskytuje první koncepční přístup k biostimulantům. Naznačuje, že vývoj nových „biologických produktů“ by měl pokračovat na základě systémového přístupu založeného na chemické syntéze, biochemii a biotechnologii. Navrhuje, aby tyto produkty fungovaly v nízkých dávkách, byly ekologicky nezávadné a měly přínosy při pěstování zemědělských plodin (Yakhin et al., 2016).

V současné době je termín „biostimulant“ velmi špatně definován a zahrnuje řadu produktů, které byly popsány jako biogenní stimulanty, metabolické zesilovače, fytoestimulanty, alelopatické přípravky atd. Definice by měla být v souladu s vědeckými zásadami. Existují dva přístupy ke komplexní definici biostimulantů. První z nich je založen na tom, že biostimulant obsahuje v sobě dříve nepoznané molekuly, které jsou jedinou příčinou pozorovaného zlepšení produktivity rostlin. Takže biostimulant by mohl být definován jako „formulovaný produkt, který zlepšuje produktivitu rostlin mechanismem účinku, který není jediným důsledkem přítomnosti známých základních rostlinných živin, rostlinných hormonů, regulátorů růstu rostlin nebo sloučenin chránících rostliny“. Podle dalšího konceptu se může biostimulant definovat jako "formulovaný produkt biologického původu, který zlepšuje produktivitu rostlin v důsledku vznikajících vlastností jeho složek". Obě koncepce značí, že způsob účinku není znám a že funkce biostimulantu je důsledkem složek v něm. Každá z těchto definic je také neúplná v tom, že i když je prokázáno, že biostimulant má vznikající vlastnosti, tak nejsou nutné všechny složky tohoto biostimulantu pro vyjádření této vlastnosti. Biostimulant je tudíž definován jako: „Formulovaný produkt biologického původu, který zlepšuje produktivitu rostlin jako důsledek nových nebo vznikajících vlastností komplexu složek, a nikoliv jako jediný důsledek přítomnosti známých základních rostlinných živin, regulátorů růstu rostlin nebo rostlinných ochranných sloučenin“ (Yakhin et al., 2016).

3.4.2 Terminologie a klasifikace

Biostimulační látky jsou aktivní látky obsahující hormony, enzymy, proteiny, aminokyseliny, mikroelementy a jiné komponenty, které aktivizují metabolismus rostlin zaměřený především na růst a vývoj (Jankowski et al, 2008). Jejich využití pomáhá snižovat množství chemických látek, které se v zemědělství používají. Pro požadovaný účinek musí biostimulátor proniknout do rostlinné tkáně. Doba průniku je omezena, jelikož biostimulátor musí zůstat v kapalném stavu. Tato skutečnost má velký význam hlavně v polních podmínkách, kde jsou ošetřené plodiny vystaveny povětrnostním vlivům a jiným vnějším faktorům prostředí (Kolomazník et al., 2012).

Klasifikace biostimulačních látek se podle různých autorů liší. Někteří autoři dávají přednost klasifikaci biostimulantů podle jejich původu, nikoliv podle jejich způsobu působení. Toto řazení může být užitečné při objevování a usnadnění srovnání mezi podobnými produkty (Yakhin et al., 2016).

Kauffman et al. (2007) rozděluje biostimulátory do tří hlavních skupin na základě jejich obsahu a zdroje. Tyto skupiny zahrnují humózní látky, produkty obsahující hormony a produkty obsahující aminokyseliny. Produkty obsahující hormony, jako jsou například extrakty z mořských řas dále obsahují identifikovatelné množství rostlinných růstových látek, jako jsou auxiny, cytokininy nebo jejich deriváty.

Basak (2008) navrhuje klasifikovat biostimulanty podle způsobu jejich použití a původu jejich účinné složky, aby bylo možno spolehlivě posoudit jejich biologické účinky a tím uplatnit odpovídající registrační postupy.

Torre et al. (2016) navrhuje rozdělení biostimulantů do následujících kategorií: huminové látky, extrakty z mořských řas, hydrolyzované bílkoviny a aminokyseliny, anorganické soli a mikroorganismy.

3.4.3 Legislativa a právní rámec použití

Jelikož jsou biostimulanty látky něco mezi hnojivy a přípravky na ochranu rostlin, jsou regulovány vnitrostátními předpisy a v různých členských zemích EU mají jiný název. Od přípravků na ochranu rostlin se odlišují v tom, že posilují především rostlinu, ale nemají vliv na ochranu proti škůdcům. Od hnojiv se odlišují tím, že nemají žádnou hlavní výživovou činnost. Největším problémem pro tyto látky je jejich heterogenita. Tyto látky jsou uváděny na trh jen v několika členských státech EU. V několika státech EU jsou látky regulovány podle

nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh, zatímco jiné podle nařízení (ES) č. 2003/2003, o hnojivech (Torre et al., 2016).

Česká republika se řídí nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1107/2009 o uvádění přípravků na ochranu rostlin na trh. Rostlinné biostimulanty patří do kategorie „Pomocný prostředek na ochranu rostlin“ a je regulován Vyhláškou č. 32/2012, o přípravcích a dalších prostředcích na ochranu rostlin. Žadatelé musí předložit dokumentaci k ochraně rostlin, kterou najdou v Sekci přípravků na ochranu rostlin, kde jsou informace důležité k udělení povolení. Tato informace obsahuje údaje o žadateli a výrobcí, o účinných látkách, jejich použití a způsobu působení a také analytické studie, toxikologické a ekotoxikologické studie (eAgri, 2018).

Z výše uvedeného vyplývá, že je nutné sjednotit legislativní rámec pro použití biostimulantů.

3.4.4 Zdroje a technologie výroby

Technologie používané při výrobě biostimulantů jsou rozmanité. Zahrnují kultivaci, fermentaci, extrakci, hydrolýzu, zpracování a čištění a ošetření prasknutím buněk při vysokém tlaku. V některých případech produkt obsahuje směsi složek, které jsou odvozené od různých zdrojů a výrobních metod (Yakhin et al., 2016).

U spousty produktů se výrobní procesy řídí marketingovými požadavky a nejsou výsledkem cílené strategie optimalizace biologické účinnosti komerčního produktu. Konečné složení a funkce biostimulantů může být určeno jak zdrojem, ze kterého byl produkt vyroben, tak i procesem, kterým se připravuje. Výrobci často technologii výroby nezveřejňují, protože bývá obchodním tajemstvím (Traon et al., 2014).

3.4.4.1 Extrakty z mořských řas

Jak mikro, tak makro řasy se již dlouhou dobu používají ke zvýšení produktivity rostlin a produkci potravin po celém světě. Interakce řas s půdou jsou složité a přínosy závisí na plodině a na podmínkách životního prostředí (Craigie, 2011).

Pro výrobu extraktů se užívá různých metod: extrakce alkoholem, odčerpání vody pod vysokým tlakem, alkalická, mikrovlnná (MAE – Microwave-Assisted Extraction) a superkritická CO₂ extrakce (Booth, 1969).

Většina druhů řas patří do oddělení hnědých řas (*Chromophyta*) – *Ascophyllum*, *Fucus*, *Laminaria* (Craigie, 2011). Většina těchto řas obsahuje komplexy polysacharidů, které se běžně v rostlinách nevyskytují.

Aplikují se do půdy nebo na list. Aplikací na list dochází k většímu zachování chlorofylu, což způsobí zelenější rostliny. K tomu dochází díky obsahu betainů, které pomáhají redukovat přirozené poškození fotosyntetických procesů (Bartolo, 2009).

Haider et al., 2012 zkoumali vliv extraktů z mořských řas aplikovaných na list u brambor. Výzkum ukázal, že listová aplikace extraktů z mořských řas má pozitivní vliv na růst a výnos brambor.

Při aplikaci do půdy vytvoří gel pomocí polysacharidů, který pomáhá zadržovat vodu a provzdušňovat půdu (du Jardin, 2015).

Rostliny pěstované na půdách ošetřených výtažky vykazují velkou škálu reakcí. Komponenty z řas jako jsou aminokyseliny, etylen, auxiny, cytokininy a růstové látky podobné kyselině abscisové (ABA) ovlivňují buněčný metabolismus, což vede ke zlepšení růstu a výnosu. Výtažky z těchto řas účinkují už v nízkých koncentracích (Khan et al., 2009).

Ascophyllum nodosum patří mezi hnědé řasy a obsahuje množství betainů a jim podobné látky. V rostlinách slouží betain jako rozpustná látka, která zmírňuje osmotický stres vyvolaný stresem ze sucha a salinitou. Po ošetření přípravkem obsahujícím výtažky z mořských řas se zvyšuje množství chlorofylu v listech (Blunden et al., 1996).

Kromě již zmíněných účinků na růst rostlin, mořské řasy také ovlivňují fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Jejich pozitivní vliv je zejména ve schopnosti udržet půdní vlhkost a podporují růst užitečných mikroorganismů. Schopnost udržet vlhkost je díky obsahu soli kyseliny alginové. Alginát je biologicky odbouratelný a netoxický, proto se zájem o něj neustále zvyšuje (Khan et al., 2009).

Extrakty z mořských řas mají také vliv na výnos. Vyvolávají včasnější kvetení na mnoha plodinách. Zdá se, že nárůst kvetení u plodin ošetřovaných mořskými řasami je spojen s obsahem hormonálních látek v extraktu. Jedná se především o cytokininy (Arthur et al., 2003).

V neposlední řadě je u výtažků z mořských řas aplikovaných na rostliny zvýšená tolerance vůči biotickému a abiotickému stresu a také je prokázáno snížení napadení rostlin houbovými chorobami (Khan et al., 2009).

3.4.4.2 Huminové látky

Huminové látky (HS – humic substances) jsou součástí půdní organické hmoty a jsou výsledkem rozkladu rostlinných a živočišných zbytků. Jsou to soubory heterogenních sloučenin, které jsou tříděny podle molekulových hmotností, rozpustností v huminech, huminových kyselinách a fulvokyselinách. Tyto látky a jejich komplexy jsou výsledkem vzájemného působení organické hmoty, mikrobů a kořenů rostlin (Du Jardin, 2015).

HS působí na dostupnost živin v půdě zvýšením kationtové výměnné kapacity (KVK) a neutralizací půdy. Dalším pozitivním účinkem je tvorba rozpustných HS komplexů s mikroživinami (např. Fe), které mají vliv na dostupnost živin. Komplex stopový prvek-humin zlepšuje přístupnost mikroživin pro rostliny (De Pascale et al., 2017).

V HS bylo zjištěno množství hormonálních látek, které mají pozitivní vliv na růst rostlin a jejich fyziologii. Pomocí genetických a molekulárně biologických technik byla zjištěna přítomnost kyseliny indol-3-octové (IAA), která se řadí mezi skupinu auxinů, což jsou rostlinné hormony. Jak je IAA vázána na HS není ještě známo, ale jsou známé účinky tohoto uskupení. Bylo dokázáno, že aktivita komplexu HS-auxin má schopnost indukovat vývoj kořenů rostlin. (Nardi et al., 2016). Nicméně existují důkazy, že přítomnost auxinu není ve velkém objemu HS dostatečná k objasnění všech fyziologických reakcí rostlin na tyto agregáty (Muscolo et al., 2007).

Huminové látky také mohou vykazovat giberelin a aktivitu cytokininu. Konkrétně bylo zjištěno, že HS obsahuje cytokinin ve fyziologicky účinné koncentraci a že jeho obsah může stimulovat metabolismus rostlin. Naopak fyziologicky aktivní množství giberelinu zatím nebylo detekováno (Pizzeghello et al., 2013).

3.4.4.3 Anorganické soli

Chemické prvky, které podporují růst rostlin a mohou být důležité pro některé rostlinné taxony, ale ne pro všechny rostliny, jsou považovány za přínosné prvky. Mezi tyto prvky se řadí pět hlavních: Al, Co, Na, Se, Si, které jsou přítomny v půdách ve formě anorganických solí a nerozpustných sloučenin, např. oxid křemičitý. Bylo zaznamenáno, že zvyšují odolnost rostlin vůči biotickým stresům, jako jsou patogeny, a abiotickým stresům, jako je sucho, toxicita, nedostatek živin atd. (Pilon-Smits et al., 2009).

Lze předpokládat, že bioaktivita některých komplexních biostimulantů, jako výtažky z mořských řas, zbytků plodin nebo živočišného odpadu, zahrnuje fyziologické funkce přínosných prvků (du Jardin et al., 2015).

Hliník (Al)

Hliník je třetím nejzastoupenějším prvkem v zemské kůře. Při vyšších koncentracích je pro rostliny toxický a většina výzkumů je zaměřena právě na toxicitu tohoto prvku. Největší dostupnost pro rostliny je v kyselých půdách při pH <5,5. Rozpustný hliník je uvolňován z kyselých půd ve formě Al^{3+} , $Al(OH)^{2+}$ a $Al(OH)^{+2}$. Bylo dokázáno, že u některých rostlin hliník zvyšuje růst a obsah chlorofylu v listech (Pilon-Smits et al., 2009).

Kobalt (Co)

Kobalt není v přírodě tolik zastoupen. Jeho obsah v půdě se pohybuje mezi 15 a 25 ppm. Příznivé účinky u kobaltu zahrnují zpomalení stárnutí listů prostřednictvím inhibice biosyntézy ethylenu a zvýšení odolnosti semen proti suchu. U leguminóz podporuje růst, protože je obsažen v nezbytném kofaktoru pro bakteriální dusíkatou látku. Kobalt také reguluje akumulaci isochinolinu, který patří mezi alkaloidy, v léčivých rostlinách (Palit et al., 1994).

Sodík (Na)

Sodík se jeví prospěšný zejména pro C4 rostliny. Tyto rostliny používají fosfoenolpyruvát (PEP) k fixaci uhlíku pro fotosyntézu a sodík je důležitý pro regeneraci PEP z pyruvátu. Nízké hladiny sodíku mohou mít pozitivní vliv na růst rostlin a tím pádem i na produktivitu. Hnojení sodíkem má příznivý účinek na výživnou hodnotu rostliny a také na její chutnost pro zvířata (Pilon-Smits et al., 2009).

Selen (Se)

Většina rostlinných druhů obsahuje cca 1–10 ppm selenu. Chemicky je selen podobný síře a je metabolizován stejnými mechanismy. Ve vyšších koncentracích je toxický pro býložravce. Selen zvyšuje růst rostlin a je toxický pro patogeny (Pilon-Smits et al., 2009).

Rostliny přijímají selen ve formě selenových, selenidových a organoselenových sloučenin, jako je selenocystein (SeCys) a selenomethionin (SeMet). Pro lidi a zvířata je selen v potravě nezbytný, proto hnojení plodin selenem může zvýšit produktivitu rostlin i její nutriční hodnotu (White, Broadley, 2009).

Křemík (Si)

Křemík je jedním z nejrozšířenějších prvků na Zemi. Pro rostliny je dostupný zejména ve formě $\text{Si}(\text{OH})_4$ a kyseliny monokřemičité. V celé rostlině, ale především v buněčných stěnách, kde interaguje s pektiny a polyfenoly, zvyšuje pevnost buněčné stěny.

Křemík může být považován za esenciální prvek, protože jeho nedostatek může rostlinám způsobovat různé abnormality v souvislosti s růstem, vývojem a reprodukcí. Doplněním Si dochází ke zlepšení růstu, zvýšení odolnosti proti poléhání a snížené náchylnosti k patogenům a parazitům kořenů a zlepšení odolnosti vůči abiotickým stresům. Také může snižovat příznaky toxicity těžkými kovy (Liang et al., 2007).

Role těchto přínosných prvků a jejich sloučenin je předmětem dalších studií. Jejich účinky byly zatím často zkoumány pouze v laboratorním prostředí. Jejich funkce jako biostimulanty růstu rostlin a tolerance vůči abiotickým stresům si zaslouží více pozornosti a dalšího zkoumání jejich účinku (du Jardin et al., 2015).

3.4.4.4 Látky obsahující aminokyseliny a hydrolyzované proteiny

Produkty na bázi bílkovin mohou být rozděleny do dvou hlavních kategorií: proteinové hydrolyzáty (HP) sestávající ze směsi peptidů a aminokyselin rostlinného nebo živočišného původu a jednotlivé aminokyseliny, jako je glutamát, glutamin, prolin a glycin betain. Tyto aminokyseliny obsahují dvacet strukturních aminokyselin vznikajících syntézou bílkovin, a také nebílkovinné aminokyseliny, které byly nalezeny v některých rostlinných druzích (Calvo et al., 2014).

Aminokyseliny, peptidy a hydrolyzované proteiny se získávají chemickou a enzymatickou hydrolýzou proteinu z agroindustriálních vedlejších produktů, např. zbytky rostlin a živočišný odpad (kolagen, epiteliální tkáň). Chemickou syntézou se také získávají jednoduché nebo vícesložkové sloučeniny (du Jardin et al., 2015).

Přímé účinky zahrnují asimilaci N, regulaci enzymů podílejících se na asimilaci N a jejich strukturních genů. U některých aminokyselin (např. prolin) jsou známy chelatační účinky, které mohou chránit rostliny před těžkými kovy a také přispívají k mobilitě a akumulaci mikroživin. Některé dusíkaté sloučeniny včetně glycin betainu a prolinu vyvolávají antioxidační aktivitu. Ta přispívá ke zmírnění abiotického stresu (Colla et al., 2014).

Nepřímé účinky na růst a výživu rostlin aplikací bílkovin jsou pro zemědělskou praxi také důležité. Je známo, že HP zvyšují mikrobiální aktivitu, provzdušnění půdy a celkově půdní

úrodnost (du Jardin et al., 2015). Na trhu jsou uváděny produkty obsahující hydrolyzované proteiny rostlinného a živočišného původu. V mnoha případech bylo zaznamenáno zvýšení výnosu a kvality, a to jak u zemědělských plodin, tak i u zahradních plodin. Byla zkoumána bezpečnost HP živočišného původu. Na základě použití biologických testů pomocí kvasinek a rostlin jako testovacího materiálu. Výsledky ukázaly, že produkty obsahující hydrolyzované proteiny nevykazují žádnou genotoxicitu, ekotoxicitu a fytotoxicitu (Corte et al., 2014).

Nicméně existují obavy z používání těchto produktů obsahujících složku živočišného původu. Evropská unie používání těchto živočišných hydrolyzovaných proteinů v ekologickém zemědělství zakázala. Zákaz platí prostřednictvím Prováděcího nařízení Komise (EU) č. 354/2014, pokud jde o ekologickou produkci, označování a kontrolu (du Jardin et al., 2015).

3.4.4.5 Mikroorganismy

Do této kategorie se řadí bakterie (*Bacillus* spp., *Azotobacter* spp.), kvasinky, vláknité houby a mikrořasy. Jsou izolovány z půdy, rostlin, vody a kompostu. Aplikují se do půdy, aby zvýšily produktivitu plodin prostřednictvím svého metabolismu. Zvyšují příjem makro a mikroživin fixací dusíku a upravují hormonální stav rostliny tak, že tvoří rostlinné hormony (auxiny, cytokininy, ...). Také zvyšují odolnost vůči abiotickým stresům a tvoří těkavé organické sloučeniny (Torre et al., 2016).

Houby

Houby interagují s kořeny rostlin různými způsoby, od symbiózy po parazitismus. Hlavním problémem použití hub jako biostimulantů je obtížnost šíření arbuskulárně mykorhizních hub, kde houbové hyfy druhů *Glomeromycota* pronikají do kořenových kortikálních buněk a vytvářejí rozvětvené struktury nazývané arbuskule, ve velkém měřítku. Dále pak nedostatečné porozumění šíření populace mykorhizních hub (Bonfante, Genre, 2010).

Nicméně další druhy hub, jako je *Trichoderma* spp. (*Ascomycota*) a *Sebacinales* (*Basidiomycota*, *Piriformospora indica*), které jsou odlišné od mykorhizních druhů, jsou schopny žít alespoň část svého životního cyklu od rostliny, kolonizovat kořeny a také přenášet živiny na své hostitele. Spousta endofytních hub má biopesticidní účinky, zvyšují odolnost proti abiotickým stresům a mají pozitivní vliv na efektivnost využití živin. Na základě těchto účinků lze endofytní houby charakterizovat jako biostimulanty, ačkoliv v zemědělství se označují jako biopesticidy (du Jardin et al., 2015).

Bakterie

Bakterie interagují s rostlinami podobně jako houby. Z hlediska zemědělského použití biostimulantů se jedná především o dvě kategorie: mutualistické endosymbiotické bakterie typu *Rhizobium* a rhizobakterie podporující rostlinný růst (PGPR) (du Jardin et al., 2015).

Rhizobium a příbuzné taxony se uvádějí na trhu jako biofertilizátory. Biofertilizátor je jakýkoliv bakteriální nebo houbový inokulant aplikovaný na rostliny s cílem zvýšit příjem živin a jejich využití rostlinami bez ohledu na obsah živin samotného inokulantu. Jako biofertilizátor může být také definován mikrobiální biostimulant, který zlepšuje účinnost výživy rostlin.

PGPR bakterie jsou multifunkční a ovlivňují všechny aspekty rostlinného života. Mají vliv na výživu rostlin, růst a vývoj, reagují na abiotický a biotický stres a interagují s jinými organismy (Ahmad et al., 2008).

Některé funkce splňují stejné organismy, ale některé jsou závislé na určitém bakteriálním kmenu, proto použití PGPR bakterií v zemědělství je omezené kvůli tomuto složitému mechanismu a také kvůli nekonzistentním výsledkům v praxi při použití inokulantů (Arora et al., 2011).

Navzdory této skutečnosti se ve světě rozvíjí trh s bakteriálními biostimulanty a inokulátory PGPR jsou považovány za jakási probiotika pro rostliny, tzn. efektivně přispívají k výživě a imunitě rostlin (Berendsen et al., 2012).

4. Materiál a metody

4.1 Charakteristika meteorologických podmínek

Tabulka 2. Měsíční údaje za vegetační období Uhříněves (duben–srpen 2017)

Měsíc	Teplota vzduchu (°C)			Srážky (mm)			Měsíční normál	
	Denní průměr	Min.	Max.	Suma	Počet dní se srážkami		Teplota (°C)	Srážky (mm)
					do 2 mm	nad 2 mm		
IV.	8,4	-1,5	23,9	59	10	9	8,2	46
V.	15,2	-0,2	32,6	35	4	7	13,4	65
VI.	19,5	9,2	34,0	95	2	7	16,3	74
VII.	20,0	9,3	33,9	68	7	8	18,2	74
VIII.	20,2	7,7	36,8	71	3	6	17,5	72

Vegetační období roku 2017 v Uhříněvsi bylo z hlediska teplot normální v dubnu, v dalších měsících (v květnu, červnu, červenci a v srpnu) již teplé (o cca 2 °C nad normálem). Srážkový úhrn lze za vegetaci hodnotit jako normální (suma 328 mm oproti 331 mm normálu). Rozdělení srážek nebylo zcela rovnoměrné a úhrny se od normálu lišily (Tab. 2), kdy výrazně sušší byl měsíc květen (ovlivnil zakořenění a tvorbu stolonů). Následující srážkově bohatý červen podpořil (v kombinaci s příznivými nočními teplotami) nárůst hlíz, ale i podmínky pro tlak plísňě bramboru. Závěr vegetace (srpen) již s normálním srážkovým úhrnem.

4.2 Stručná charakteristika pokusného stanoviště

Pokus byl založen na výzkumné stanici v Praze – Uhříněvsi, která spadá pod katedru rostlinné výroby. Nadmořská výška stanice je 295 m n. mořem. Stanice se nachází v řepařské výrobní oblasti s jílovitými půdami. Podle geneticko-agronomické charakteristiky zde převažuje hnědozem. Na tomto pozemku jsou půdy hluboké s hlubokou orníci (32 cm). Obsah humusu je nízký až střední (1,3 – 2,5 %).

4.3 Odrůdy použité v pokusu

Dicolora

Odrůda Dicolora patří mezi rané odrůdy s oválnými vzhlednými hlízami. Vyznačuje se žlutou hladkou slupkou s ostře ohraničenými červenými skvrnami. Barva dužniny je žlutá. Vyžaduje humózní půdy s dobrou zásobou živin. Odrůda je odolná vůči mechanickému poškození a středně odolná vůči virovým chorobám. Je rezistentní vůči rakovině brambor patotypu 1 a je nutné ošetření proti plísni bramborové. Přednosti této odrůdy spočívají v rychlém počátečním růstu natě a vysoké sklizni tržních hlíz. Varný typ je A/B (Vesa Velhartice, 2018).

Anuschka

Velmi raná salátová odrůda s pevnou konzistencí, oválnými hlízami, a žlutou dužninou. Upřednostňuje střední až lepší půdy se stejnoměrným zásobováním vláhou a živinami. Je odolná hád'átku bramborovému. Varný typ je A (Europlant, 2018).

Karo

Velmi raná odrůda. Hlízy jsou krátce oválné s načervenalou hnědou slupkou. Brambory mají bílou dužninu. Hlízy jsou odolné proti mechanickému poškození. Žádná výrazná pěstitelská rizika nemá. (eAgri, 2017).

V Tabulce 3 je uveden seznam použitých odrůd a variant pokusů.

Tabulka 3. Varianty polního pokusu (2017)

Varianta	Název odrůdy	Typ
KC	Karo	Kontrola
K5	Karo	Pokusná
AC	Anuschka	Kontrola
A4	Anuschka	Pokusná
DC	Dicolora	Kontrola
D4	Dicolora	Pokusná

4.4 Charakteristika použitých přípravků

Atlante Plus

Koncentrovaný zdroj fosforu a draslíku, který zajišťuje lepší rašení a kvetení, podporuje velikost plodů a také podporuje syntézu phytoalexinů, které zvyšují odolnost rostlin proti houbovým a bakteriálním chorobám. Jedná se o tekuté hnojivo, které se rychle vstřebává listy a kořeny.

Atlante 30-20

Tekuté hnojivo s vysokým obsahem rychle se vstřebatelného fosforu a draslíku. Při používání během raných fází vývoje příznivě ovlivňuje zakořenění rostlin. Vysoký obsah draslíku vede k posílení odolnosti vůči suchu a přízemním mrazíkům. Formulace draslíku a fosforu poskytuje ochranu proti půdním patogenům rodu *Pythium*, *Phytophthora*, *Bremia* atd.

Aradium

Aradium je produkt složený ze skořicového a citronového extraktu. Má odpuzující účinek, kdy je schopen měnit vůni rostliny a tím zmást škodlivý hmyz. Zároveň také podporuje užitečný hmyz.

Black pearl

Jedná se o typ organominerálního hnojiva. Lze jej použít pro všechny polní plodiny. Obsahuje vysoké procento huminových látek. Podporuje tvorbu humusu, zlepšuje strukturu půdy a zdravotní stav rostlin.

Canelys

Tekutý přípravek, který obsahuje extrakt ze skořice (*Cinnamomum zeylanicum*). Používá se k ochraně před plísní a jinými houbovými chorobami. Může být smíchán s jinými pesticidy. Má také schopnost měnit vůni rostliny, což odpuzuje škodlivý hmyz.

Florone

Listové hnojivo, které funguje jako inhibitor, který reguluje vegetativní růst a tím pomáhá zvýšit nárůst zelené hmoty. Tvoří lepší podmínky pro kvetení a dozrávání plodů. Produkt je vyroben z hydrolyzovaných bílkovin s obsahem NPK a mikroelementů.

Fitomare Bio

Výrobek obsahující výtažky z mořských řas (*Ascophyllum nodosum*). Obsahuje různé přírodní fytohormony (betainy a cytokininy). Jejich biostimulační účinek podporuje klíčení a kvetení. Zlepšuje odběr a transport živin rostlinami. Zvyšuje odolnost rostlin v případě výskytu stresových faktorů.

Funres

Produkt je směsí založenou na bázi dvou rostlinných extraktů z citronových semínek a *Mimosa tenuiflora*, které kombinují různé stimulační cesty na ochranu rostlin. Obsah organických kyselin redukuje stres a má biostimulační účinky.

Kelik K-Si

Tekuté listové hnojivo, které obsahuje sloučeniny křemíku (SiO_2) a draslíku (K_2CO_3). Výrobek je určen k posílení struktur rostlin, které jsou zodpovědné za tvorbu imunitních mechanismů. Zvyšuje účinnost fotosyntézy a snižuje faktor transpirace, což znamená menší tlak vodního stresu a lepší růst kořenů.

Kelik K

Reguluje nedostatek draslíku v tekuté formě. Je určen pro foliární aplikaci. Součástí hnojiva je chelatační činidlo EDTA, které zajišťuje rychlou absorpci draslíku. Tento produkt zvyšuje efektivitu fotosyntézy, urychluje dozrávání a zlepšuje kvalitu výnosů. Je vhodný pro veškeré zemědělské plodiny a zeleniny.

Konflic

Listové hnojivo obsahující extrakty z různých olejů a zeleninové extrakty. Konflic pomáhá zabránit vzniku populací hmyzu na mnoha plodinách. Může být smíchán s jinými běžně používanými pesticidy ke zvýšení účinku.

Mimoten

Přípravek, který je získaný z tropických rostlin *Mimosa tenuiflora*. Jeho formulace zajišťuje úplnou absorpci listy nebo kořeny. Tím stimuluje metabolické procesy v rostlině a snižuje citlivost rostliny na patogenní houby a bakterie.

Raykat King Seed

Tekuté listové hnojivo, které stimuluje tvorbu a vývin kořenů hned v prvních fázích růstu. Obsahuje mikro a makroprvky, volné aminokyseliny a polysacharidy, které jsou nutné k dosažení silného růstu a zdravého jedince.

Tron-pH

Kapalný regulátor pH na bázi neiontových aktivních tenzidů se smáčecím a protipěnovým účinkem.

Zicara

Přírodní produkt s insekticidními vlastnostmi. Obsahuje výtažek z citronové kůry a organickou hmotu. Účinek přípravku spočívá v poškození pokožky škůdce.

V následující tabulce (Tabulka 4) je uveden sled postřiků použitými přípravky.

Tabulka 4. Sled a dávkování postřiků v daných termínech u jednotlivých variant

pokusu

Termín aplikace	Růstová fáze	Varianta			
		AC, DC	A4, D4	K5	KC
	BBCH 00		Raykat Seed King 2 l/t	Black Pearl 200 kg/ha, Funres 0,5 l/t	
10.7.	BBCH 29-39	IT	Atlante Plus 1 l/ha	Fitomare Bio 3,5 l/ha, Funres 2,5 l/ha	Fitomare Bio 3,5 l/ha, Funres 2,5 l/ha
21.7.	BBCH 40-49	FT	Florone 0,3 l/ha, Kelik K-Si 1 l/ha IT	Konflic 1,5 l/ha, Zicara 0,75 l/ha + Tron-pH	Konflic 1,5 l/ha, Zicara 0,75 l/ha + Tron-pH
26.7.	BBCH 50-55	FT	Atlante 30-20 0,5 l/ha + Tron-pH, FT	Mimoten 1,75 l/ha, Aradium 0,9 l/ha + Tron-pH	Mimoten 1,75 l/ha, Aradium 0,9 l/ha + Tron-pH
2.8.	BBCH 63-69	IT + FT	Kelik K 0,7 l/ha + Tron-pH	Canelys 1,8 l/ha, Zicara 0,75 l/ha + Tron-pH	Canelys 1,8 l/ha, Zicara 0,75 l/ha + Tron-pH
17.8.	BBCH 75-79	FT		Mimoten, Aradium + Tron-pH	Mimoten, Aradium + Tron-pH

4.5 Metodika pokusu

Na podzim roku 2016 byla provedena orba společně se zaorávkou zeleného hnojení. Pro zelené hnojení byl použit výdrol řepky ozimé. Poté následovalo hloubkové kypření dlátovým kypřičem, a nakonec další kypření kompaktozem. Pokus byl založen do znáhodněných bloků po předplodině řepce ozimé. Použité odrůdy Karo, Anuschka a Dicolora byly zasazeny po 10 rostlinách na parcelku. Každá pokusná varianta byla ve třech opakováních. Izolaci parcel tvořil jeden řádek (0,8 m) a přední/zadní ochrana 1 m. Agrotechnické zásahy použité v pokusu jsou uvedeny v Tabulce 5.

Tabulka 5. Agrotechnické zásahy použité v pokusu

18.11.2016	Podzimní orba, zaorávka zeleného hnojení
21.4.2017	1. kypření – dlátový kypřič
27.4.2017	2. kypření – kompaktozem
11.5.2017	Shonkování, markýrování, ruční výsadba (spon 80x33 cm), aplikace Raykat Seed King 2 l/t – Var. A4, D4 Black Pearl 200 kg/ha, Funres 0,5 l/t – Var. K5
26.5.2017	Proorávka, vytvarování hrůbků
26.5.2017	Vzcházení porostů (95 % vzešlo)
28.6.2017	Odběr rostlin
10.7.2017	Kontrola porostu, měření chlorofylu – ruční chlorofylmetr SPAD 502
10.7.2017	Aplikace Atlante Plus 1 l/ha – Var. A4, D4 Aplikace Fitomare Bio 3,5 l/ha + Funres 2,5 l/ha – Var. K5 Aplikace Spintor – Var. AC, DC (kontrola)
21.7.2017	Kontrola porostu, měření chlorofylu – ruční chlorofylmetr SPAD 502
21.7.2017	Aplikace Florone 0,3 l/ha, Kelik K-Si 1 l/ha + Spintor -Var. A4, D4 Aplikace Konflic 1,5 l/ha, Zicara 0,75 l/ha + Tron-pH – Var. K5, KC Aplikace Flowbrix – Var. AC, DC (kontrola)
26.7.2017	Kontrola porostu, měření chlorofylu – ruční chlorofylmetr SPAD 502
26.7.2017	Aplikace Atlante 30-20 0,5 l/ha + Tron-pH + Flowbrix – Var. A4, D4 Aplikace Mimoten 1,75 l/ha, Aradium 0,9 l/ha + Tron-pH – Var. K5, KC Aplikace Flowbrix – Var. AC, DC (kontrola)
2.8.2017	Odběr rostlin, kontrola porostu, měření chlorofylu – ruční chlorofylmetr SPAD 502

2.8.2017	Aplikace Kelik K 0,7 l/ha + Tron-pH – Var. A4, D4 Aplikace Canelys 1,8 l/ha, Zicara 0,75 l/ha + Tron-pH – Var. K5, KC Aplikace Spintor + Flowbrix – Var. AC, DC (kontrola)
14.8.2017	Kontrola porostu, měření chlorofylu – ruční chlorofylmetr SPAD 502
17.8.2017	Aplikace Mimoten, Aradium + Tron-pH – Var. K5, KC Aplikace Flowbrix – Var. AC, DC (kontrola)
30.8.2017	Ukončena vegetace
14.9.2017	Ruční sklizeň pokusů
19.9.2017	Třídění a hodnocení sklizených hlíz

V průběhu vegetace docházelo k hodnocení porostu a odběru rostlin při výšce cca 50 cm pro stanovení biomasy kořenů a biomasy nadzemní hmoty u všech variant. Odběr rostlin byl uskutečněn ve 2 termínech (28.6, 2.8). Průběžně se měřil obsah chlorofylu vždy na posledních listech pomocí chlorofylmetru SPAD 502. Měření se provádělo vždy na 10 rostlinách u každého opakování v 5 termínech. (termíny měření uvedeny v Tabulce 5). Po ruční sklizni se hodnotilo jednak početní a velikostní zastoupení hlíz pod trsem, tak i výnos konzumních hlíz. Hlízy se rozdělovaly na čtvercovém síti do 4 frakcí: do 40 mm, 41 – 55 mm, 55 – 60 mm, nad 60 mm.

4.5.1 Použití biostimulačního hnojiva „pod patu“ (Hypotéza 1)

V tomto dílčím pokuse byl sledován obsah chlorofylu, velikost a počet konzumních hlíz, hmotnost kořenů, natě, počet stonků a výška rostlin. Hodnotil se také celkový výnos hlíz. Termíny hodnocení a měření jsou uvedeny v Tabulce 5.

Použitá odrůda byla Karo. Jedna varianta byla hnojena pod patu biostimulačními přípravky (K5) a druhá sloužila jako kontrolní varianta (KC).

Na variantu K5 bylo při výsadbě aplikováno biostimulační hnojivo Black Pearl a přípravek Funres. U kontrolní varianty (KC) tato dvě ošetření použita nebyla, jinak další aplikace byly stejné jako u pokusné varianty (K5). Celý harmonogram postřiků je uveden v Tabulce 4.

4.5.2 Listová aplikace stimulačních přípravků (Hypotéza 2)

V druhém pokuse se měřil obsah chlorofylu, výnos konzumních hlíz a velikost a počet hlíz. Termíny hodnocení a odběru rostlin jsou uvedeny v Tabulce 5.

Použité odrůdy pro tento pokus byly Anuschka a Dicolora. U každé odrůdy byla vždy jedna pokusná a jedna kontrolní varianta (tj. varianta A4 a D4 byly varianty pokusné, ošetřené

stimulačními přípravky). Varianty kontrolní (AC a DC) byly ošetřeny přípravky Flowbrix a Spintor. Harmonogram postřiků a seznam použitých přípravků je uveden v Tabulce 4.

4.6 Statistické hodnocení

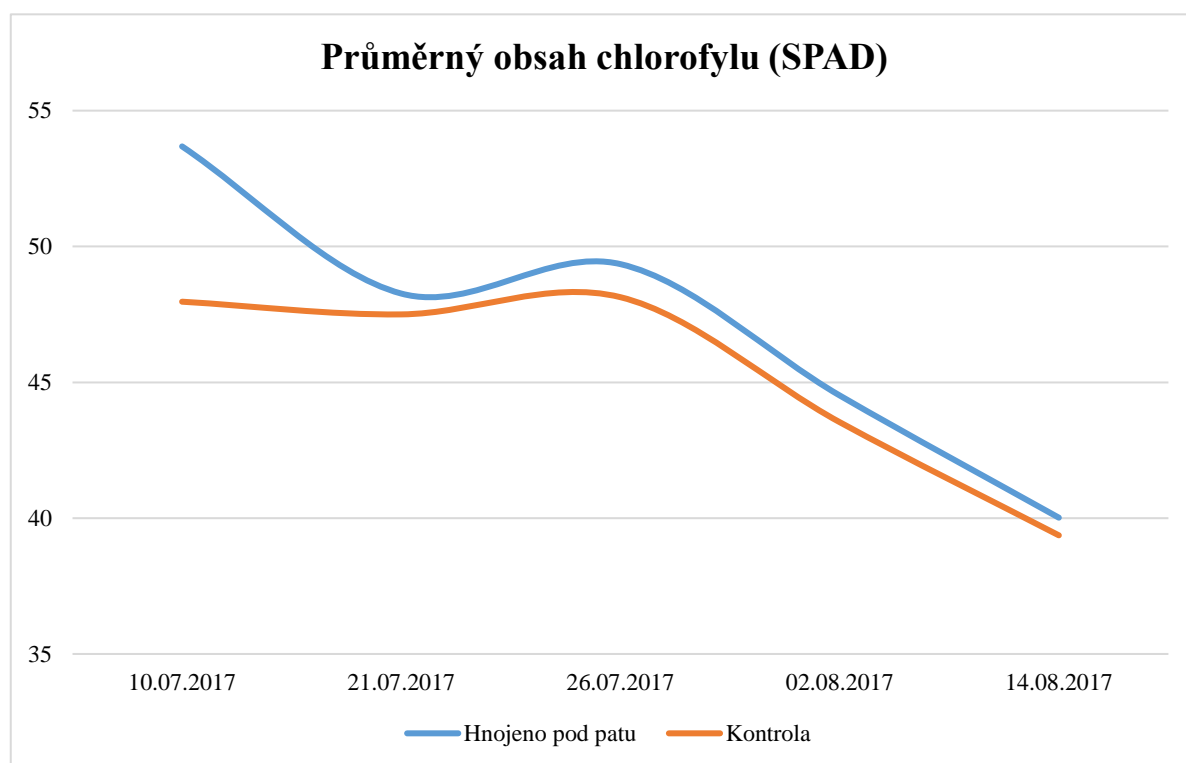
Naměřené hodnoty byly průběžně ukládány do programu MS Office Excel a následně byly připravovány ke statistickému zpracování v programu SAS for Windows verze 9.4. Pro hodnocení byla použita nejprve analýza rozptylu ANOVA, a poté probíhalo podrobné statistické vyhodnocení pomocí metody Tukey HSD na hladině významnosti 95 %. Zjištěné průměry a minimální průkazná diference ($HSD_{0.05}$) byly přeneseny zpět do MS Office Excel. V tabulkách a grafech byly poté vyznačeny statisticky průkazné rozdíly.

5. Výsledky

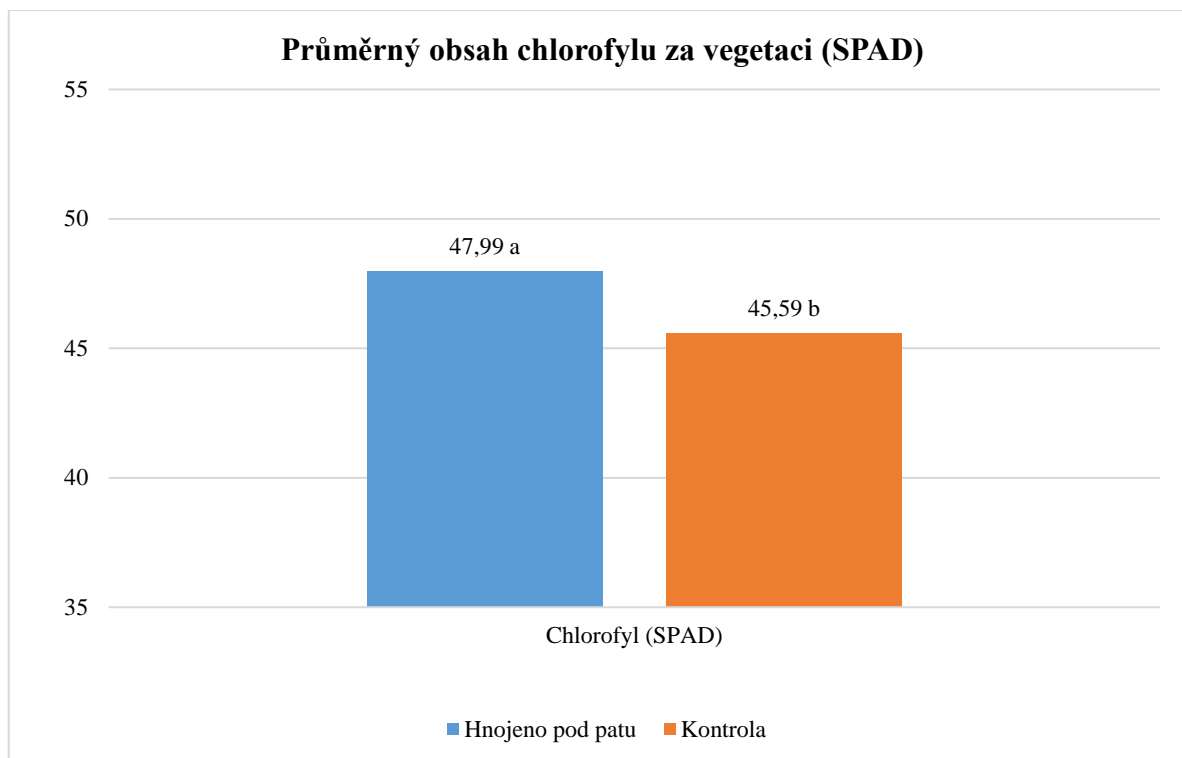
5.1 Hnojení pod patu a jeho vliv na produkční vlastnosti porostu

5.1.1 Vliv na tvorbu a udržení chlorofylu v listech

Obsah chlorofylu byl měřen celkem v 5 termínech. Při prvním hodnocení (10.7) byl zjištěn větší obsah chlorofylu u varianty hnojené pod patu (K5) a to 53,7 SPAD jednotek. Z grafu č. 1 je rovněž patrné, že obsah chlorofylu postupně klesal a u varianty K5 byl vždy vyšší. Mírný nárůst chlorofylu byl zaznamenán u obou variant při třetím odběru (26.7.). U varianty K5 byl obsah chlorofylu 49,4 SPAD jednotek a u kontrolní varianty 48,1 SPAD jednotek. Po tomto mírném zvýšení došlo v dalších termínech hodnocení postupně ke snížení obsahu chlorofylu. Při posledním odběru (14.8) bylo u K5 naměřeno v průměru 40,0 SPAD a u kontroly 39,4 SPAD.



Graf č. 1 Obsah chlorofylu v listech v jednotlivých termínech měření



Graf č. 2 Průměrný obsah chlorofylu za vegetaci (různá písmena znamenají statisticky průkazné rozdíly na hladině významnosti 95 %), HSD_{0,05} = 1,5847

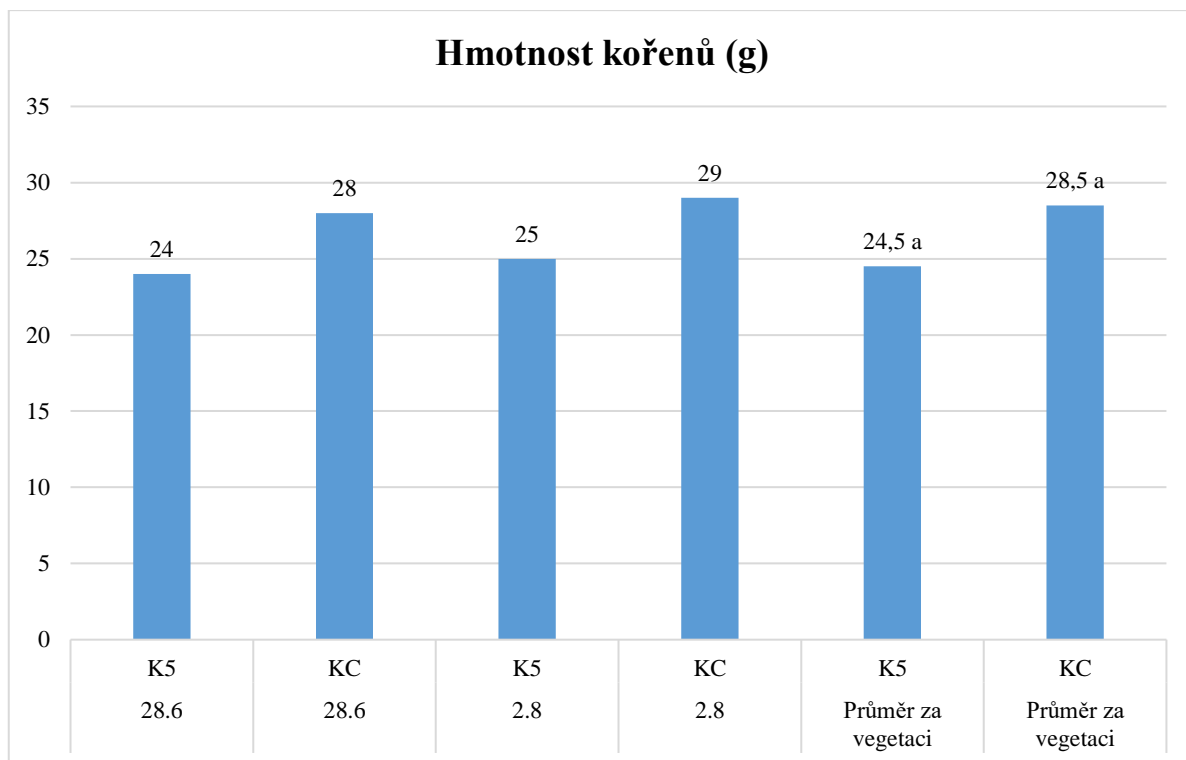
V průměru za vegetaci (Graf 2) byl zjištěn statisticky průkazně vyšší obsah chlorofylu u K5 a to o 2,4 % v porovnání s kontrolou.

5.1.2 Vliv na počáteční růst a vývoj kořenů, natě, počet stonků a výšku rostlin

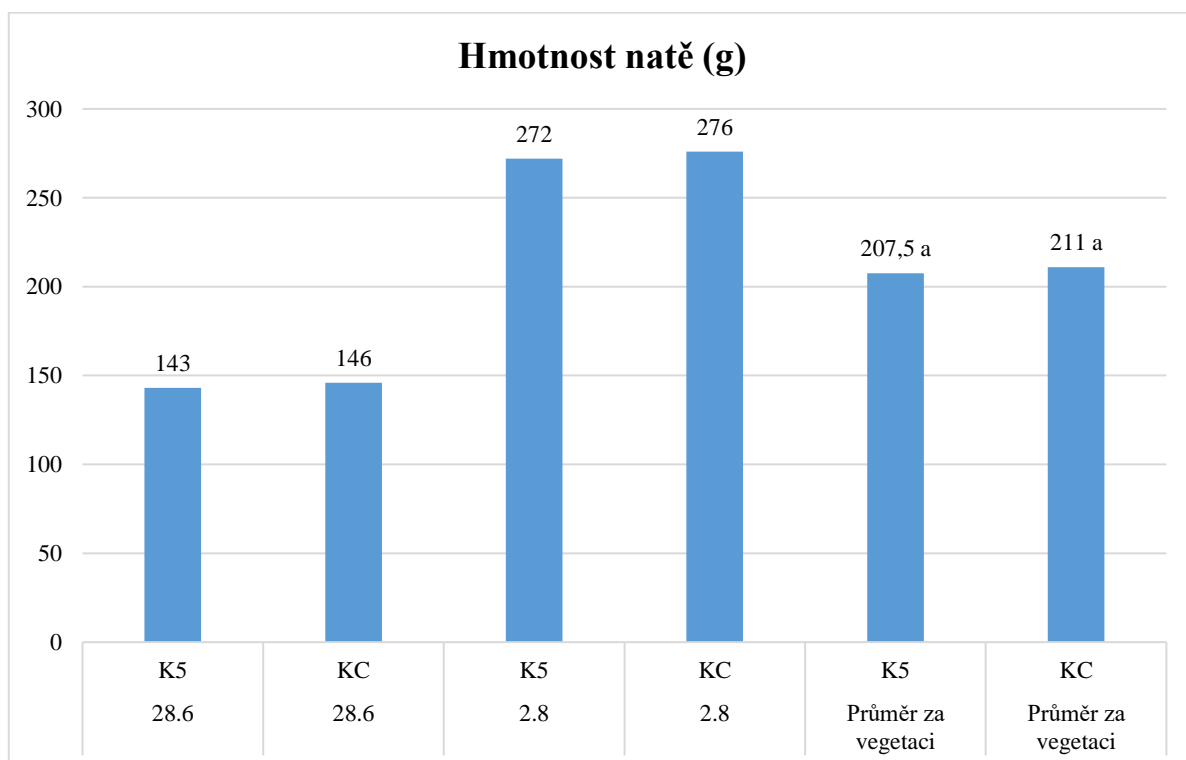
Po aplikaci hnojiva Black Pearl 200 kg/ha pod patu a přípravku Funres 0,5 l/t byl u odrůdy Karo zjišťován jejich vliv na růst a vývoj kořenů, natě, počet stonků a výšku rostlin. Odběr byl proveden ve dvou termínech (28.6 a 2.8). Z grafu 3 vyplývá, že v obou termínech odběru měly kořeny větší hmotnost u kontrolní varianty (KC). Jejich hmotnost (v průměru za vegetaci) byla vyšší o 4 g v porovnání s K5 (Graf 3). Tento rozdíl však byl statisticky neprůkazný.

Na dalším grafu 4 je znázorněna hmotnost natě, která byla vyšší opět u KC v obou termínech měření. V průměru za vegetaci byla hmotnost u K5 207,5 g a u kontrolní varianty 211 g. Tento výsledek je rovněž statisticky neprůkazný.

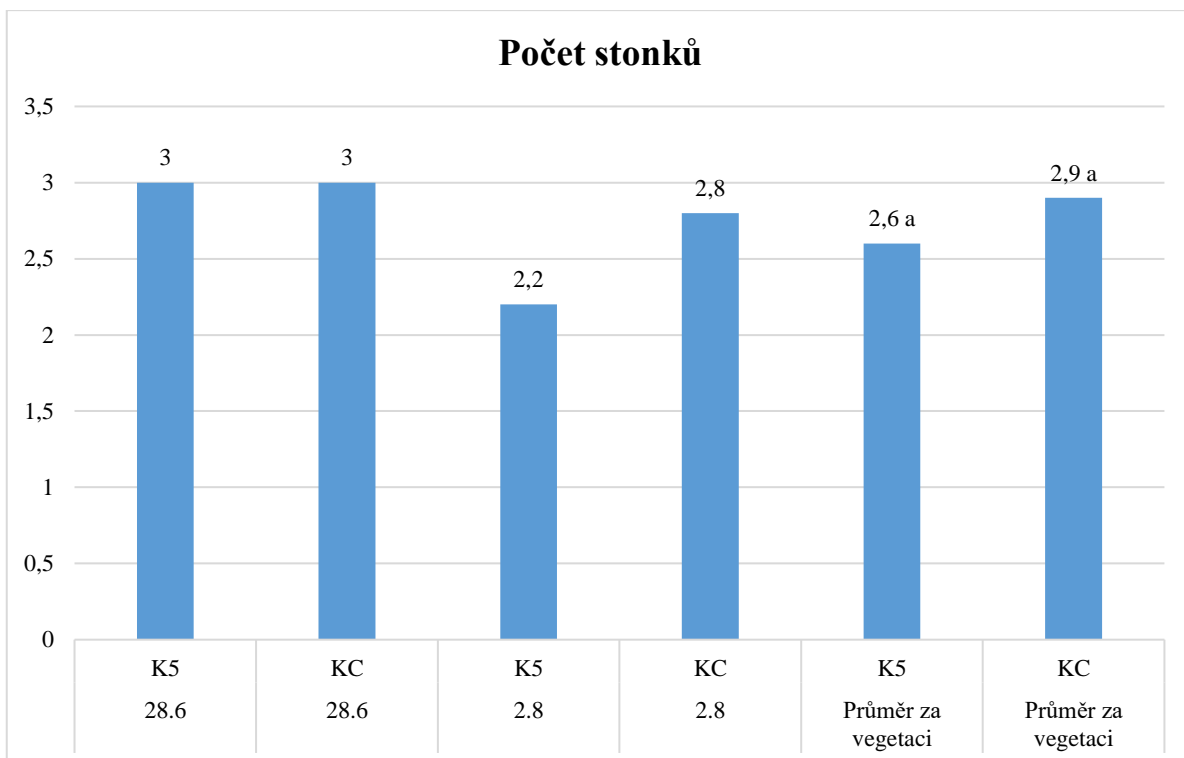
Další hodnocený parametr, počet stonků, (Graf 5) byl při prvním odběru stejný jak u K5, tak i u KC. Při druhém odběru byl zjištěn vyšší počet stonků u KC. V průměru obou termínů hodnocení byl zjištěn trend vyššího počtu stonků u varianty KC (2,9). U ošetřené varianty (K5) byl průměrný počet stonků 2,6.



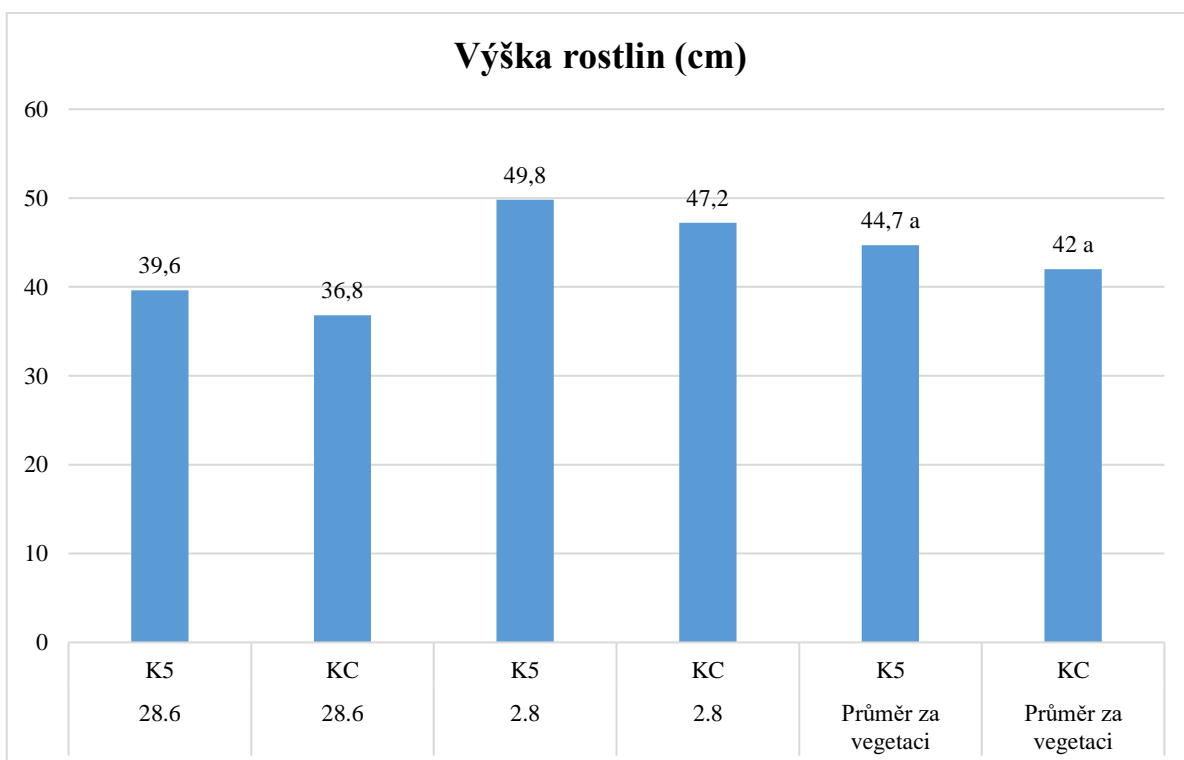
Graf č. 3 Hmotnost kořenů odrůdy Karo (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %, $HSD_{0,05} = 7,3503$)



Graf č. 4 Hmotnost natě odrůdy Karo (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %, $HSD_{0,05} = 56,161$)



Graf č. 5 Počet stonků odrůdy Karo (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %, $HSD_{0,05} = 0,7362$)

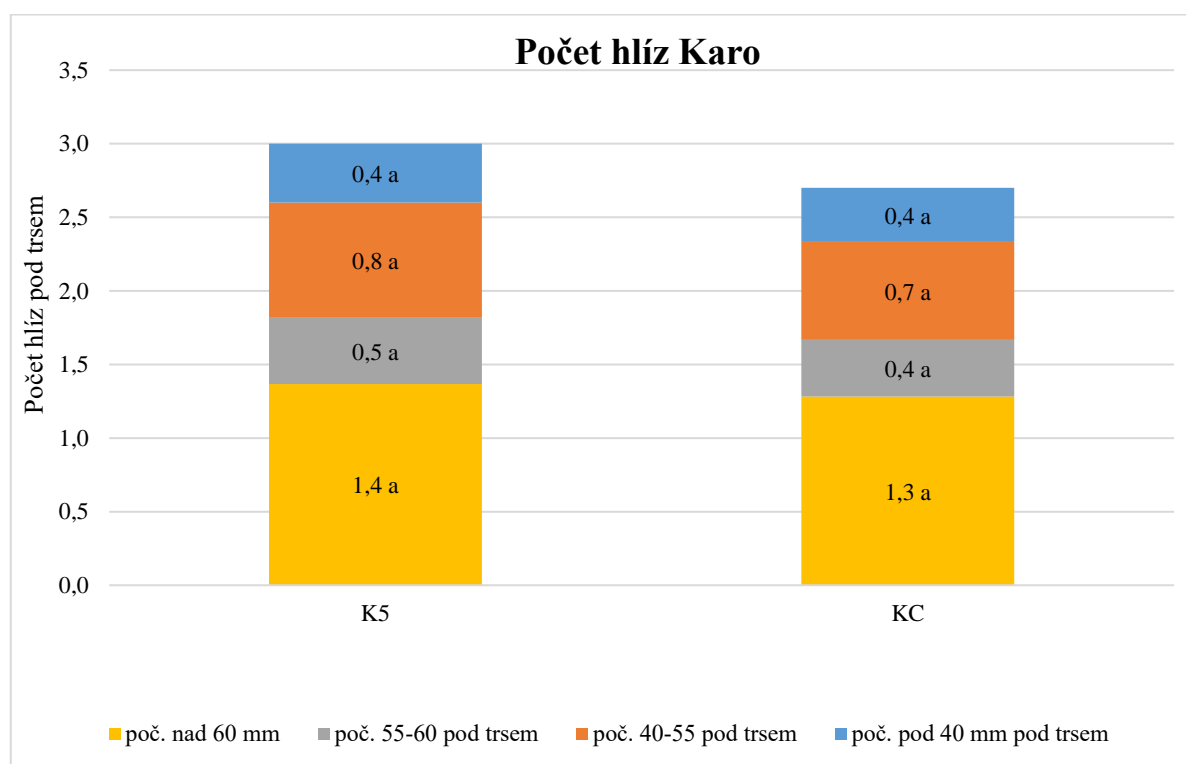


Graf č. 6 Výška rostlin odrůdy Karo (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %, $HSD_{0,05} = 3,2193$)

Celková výška rostlin (Graf 6) byla při prvním i druhém odběru vyšší u varianty K5. V průměru za celou vegetaci dosahovaly rostliny u K5 44,7 cm. U KC byla průměrná výška rostlin 42 cm. Z grafu 6 je také patrné, že tento výsledek není statisticky průkazný.

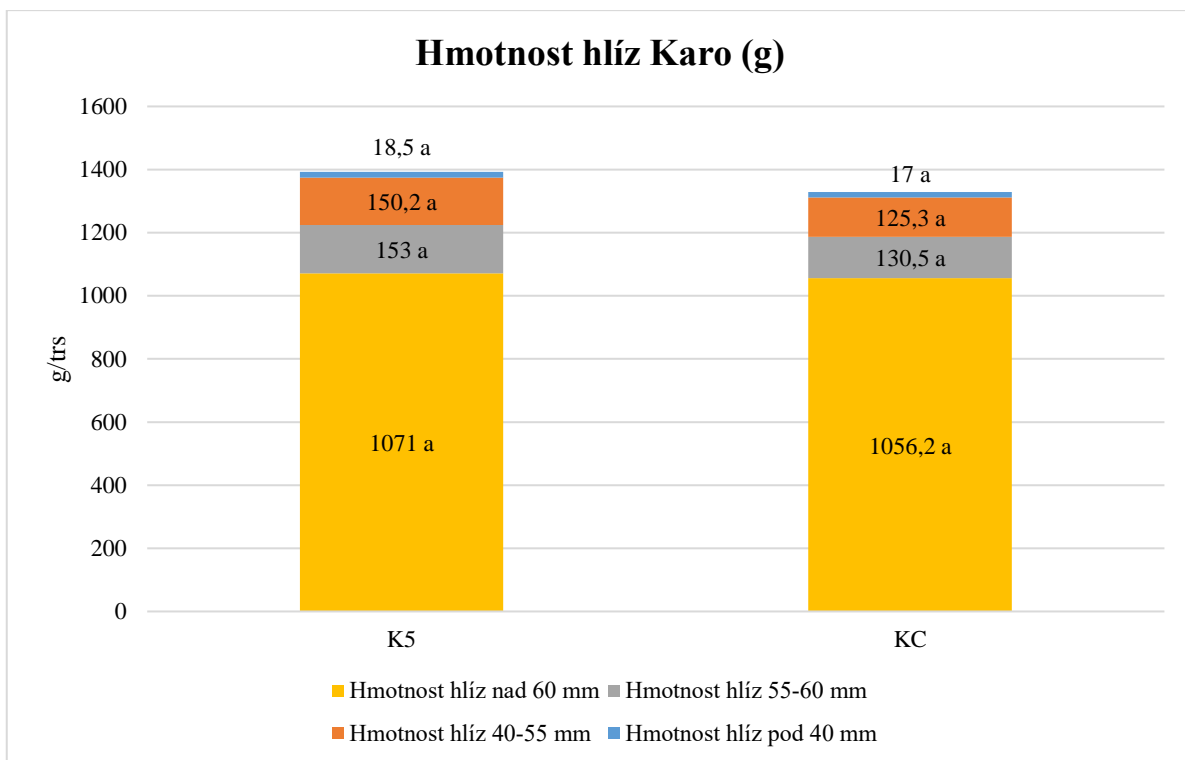
5.1.3 Vliv na počet a hmotnost hlíz v jednotlivých frakcích a konečný výnos hlíz

Počet drobných hlíz (pod 40 mm) byl u obou variant stejný (Graf 7). U frakce 40-55 mm byl zjištěn trend vyššího počtu hlíz u K5. Stejně jako u frakce 55-60 mm a nad 60 mm byl vyšší počet hlíz u K5. Nejvyšší početní zastoupení hlíz pod trsem tvořily hlízy nad 60 mm (u obou variant). Nicméně ani u jedné frakce nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl.

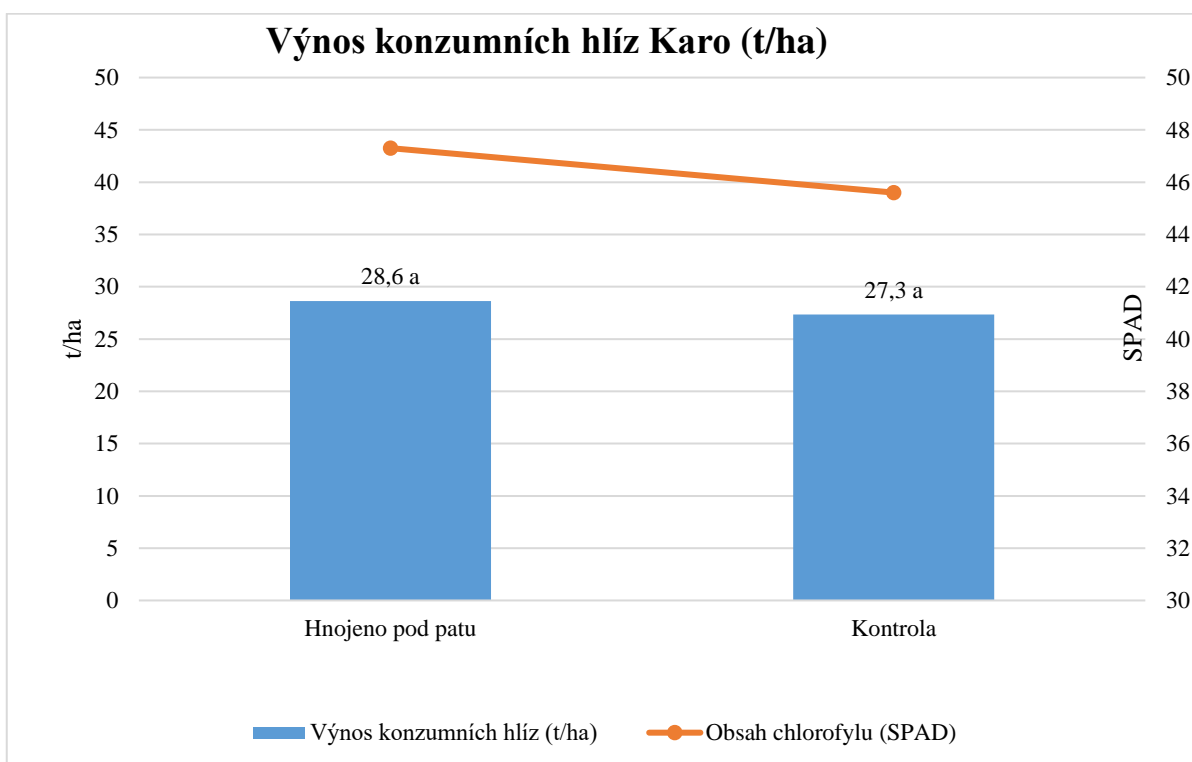


Graf č. 7 Počet hlíz pod trsem odrůdy Karo (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %)

Podobně jako u početního zastoupení hlíz nebyl ani u hmotnostního zastoupení hlíz zjištěn statisticky průkazný rozdíl. Graf 8 ukazuje, že hmotnost hlíz na jednu rostlinu pod 40 mm byla u K5 18,5 g a u KC 17,0 g. Tato nejmenší frakce byla zastoupena nejméně. Nejvíce se na výnosu konzumních hlíz podílela frakce nad 60 mm. Z grafu 8 je patrné, že K5 měla u všech frakcí vyšší hmotnost než KC.



Graf č. 8 Průměrná hmotnost hlíz na jednu rostlinu odrůdy Karo (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %)



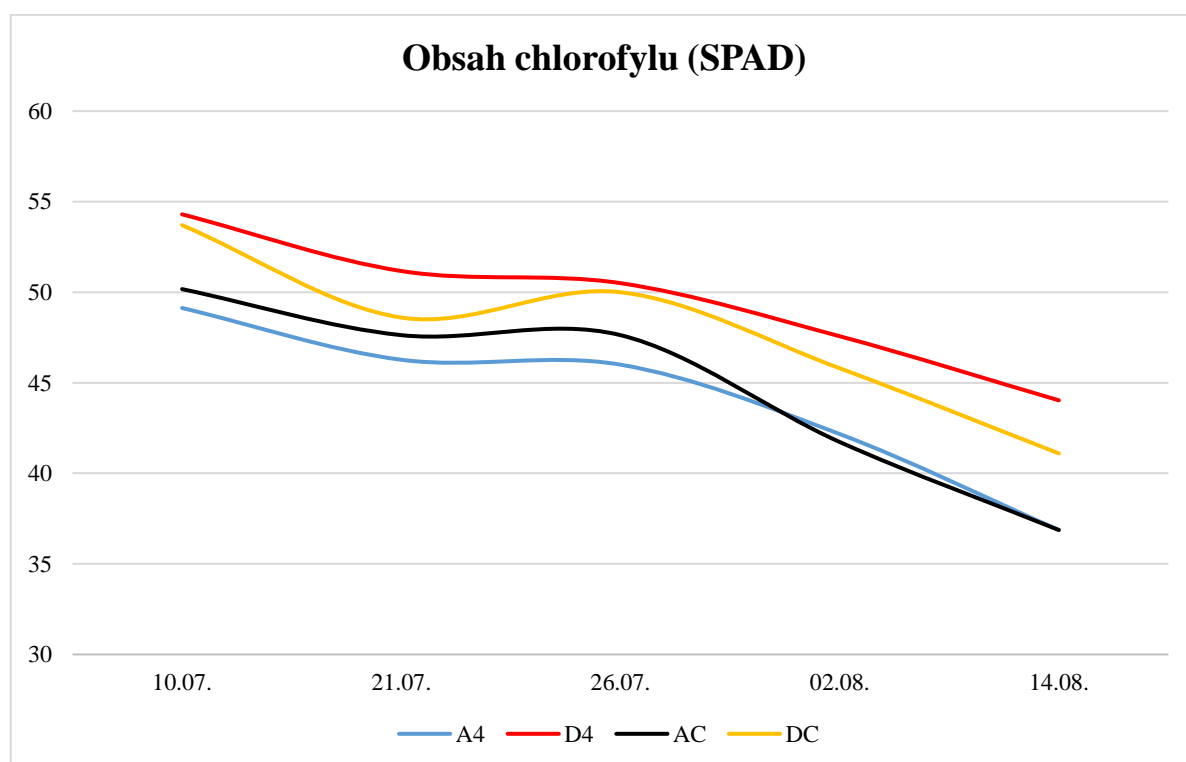
Graf č. 9 Výnos konzumních hlíz Karo (t/ha) a obsah chlorofylu (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %, pro výnos hlíz $HSD_{0,05} = 7,834$)

Hnojení pod patu (K5) mělo pozitivní vliv na celkový výnos konzumních hlíz. Graf 9 ukazuje větší výnos právě u K5 než u varianty kontrolní. Průměrný výnos K5 byl 28,6 t a kontrolní varianty 27,3 t (tj. o 1,3 t vyšší než u KC). Zároveň je z grafu vidět, že vyšší obsah chlorofylu odpovídal i vyššímu výnosu hlíz. Nárůst výnosu však nebyl statisticky průkazný.

5.2 Vliv listové aplikace biostimulačních přípravků na produkční a výnosové ukazatele

5.2.1 Vliv na tvorbu a udržení chlorofylu v listech

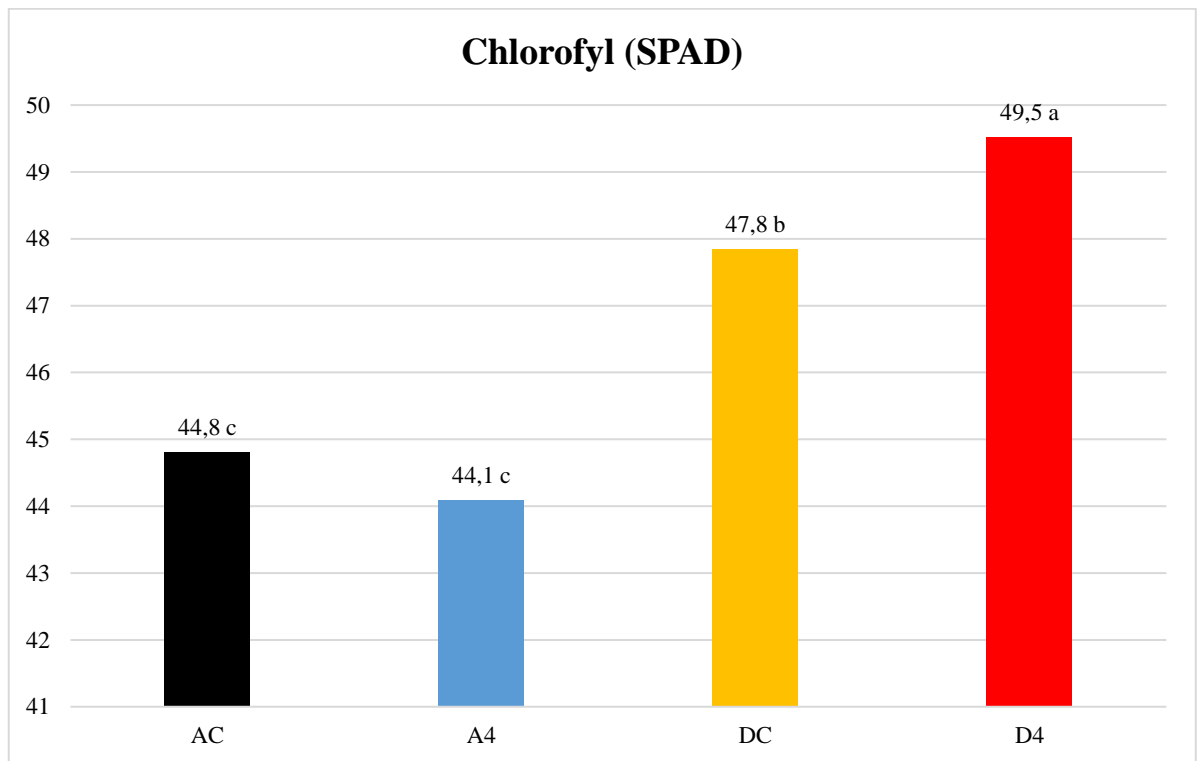
Odběr probíhal v 5 termínech. Z grafu 10 je patrný pokles po prvním odběru (10.7.) u všech variant. Největší propad byl naměřen u DC. Při třetím odběru provedeném 26.7. je vidět mírný nárůst obsahu chlorofylu. Při dalších odběrech ve zbývajících termínech (2.8., 14.8.) byl zaznamenán opět pokles obsahu chlorofylu u všech variant.



Graf č. 10 Obsah chlorofylu v listech v jednotlivých termínech měření

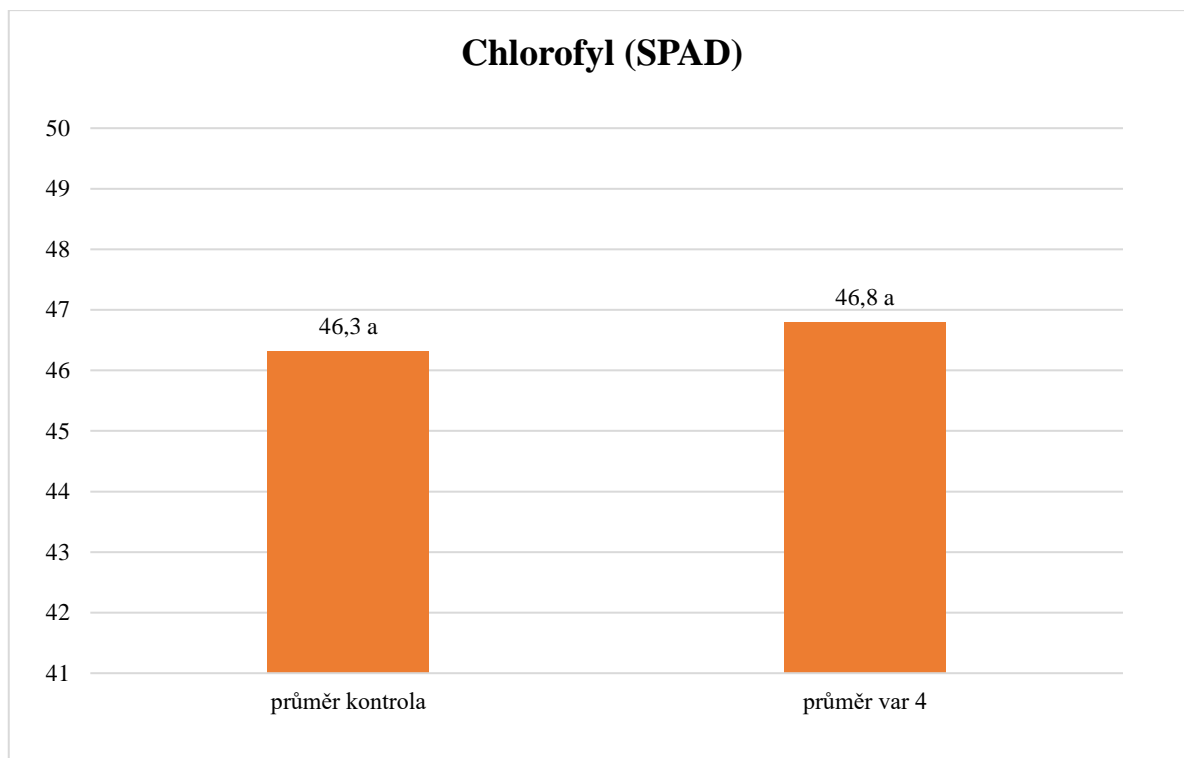
Na následujícím grafu 11 je uveden průměrný obsah chlorofylu u jednotlivých variant. Nejvyšší nárůst obsahu chlorofylu byl u varianty D4, která měla statisticky průkazně vyšší obsah chlorofylu o 1,7 % než u DC. Naopak nejmenší obsah chlorofylu byl zjištěn u varianty

A4, kde průměrný obsah chlorofylu byl 44,1 SPAD jednotek (o 10,9 % nižší než u AC). Mezi těmito variantami nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl v obsahu chlorofylu.



Graf č. 11 Průměrný obsah chlorofylu (SPAD) jednotlivých variant (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %, různá písmena znamenají statisticky průkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %)

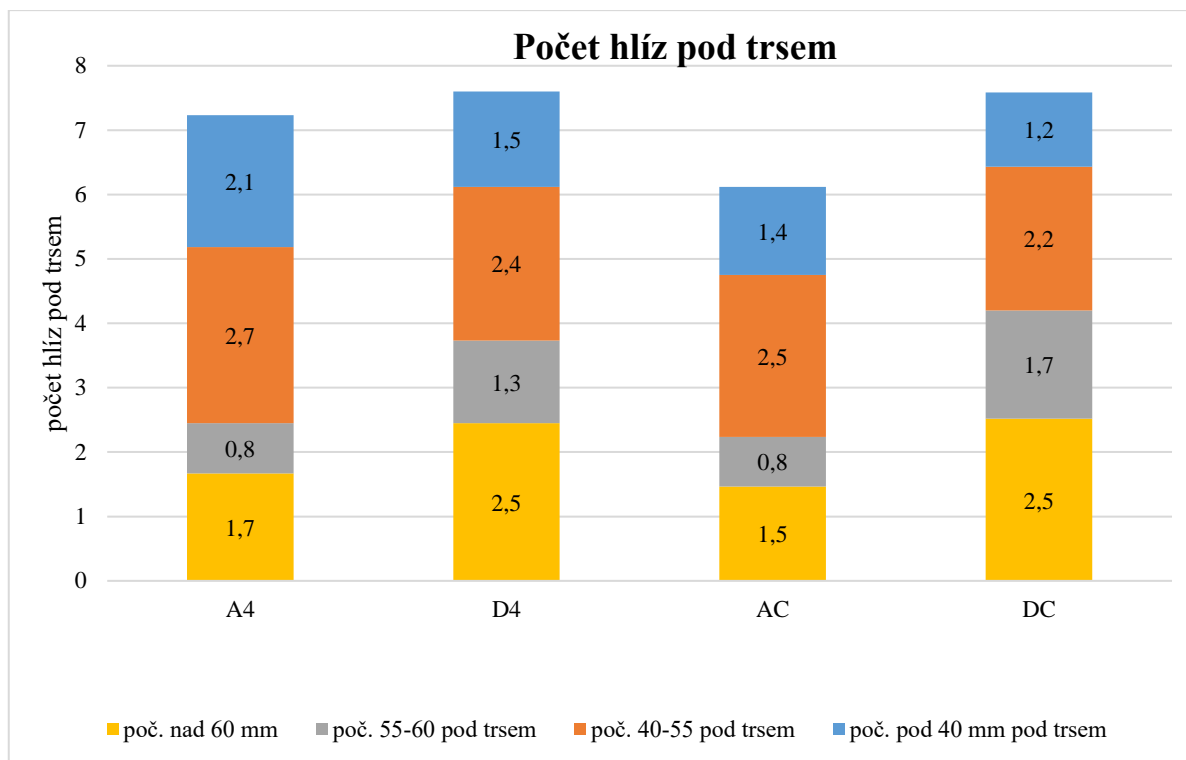
Na grafu 12 je vidět průměrný obsah chlorofylu z kontrolních a ošetřených variant během vegetace. Z grafu plyne, že průměr pokusných variant (46,8 SPAD) měl statisticky neprůkazně vyšší obsah chlorofylu o 0,5 % než průměr kontrolních variant (46,3 SPAD).



Graf č. 12 Průměrný obsah chlorofylu během vegetace (SPAD) (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %) $HSD_{0,05} = 1,5802$

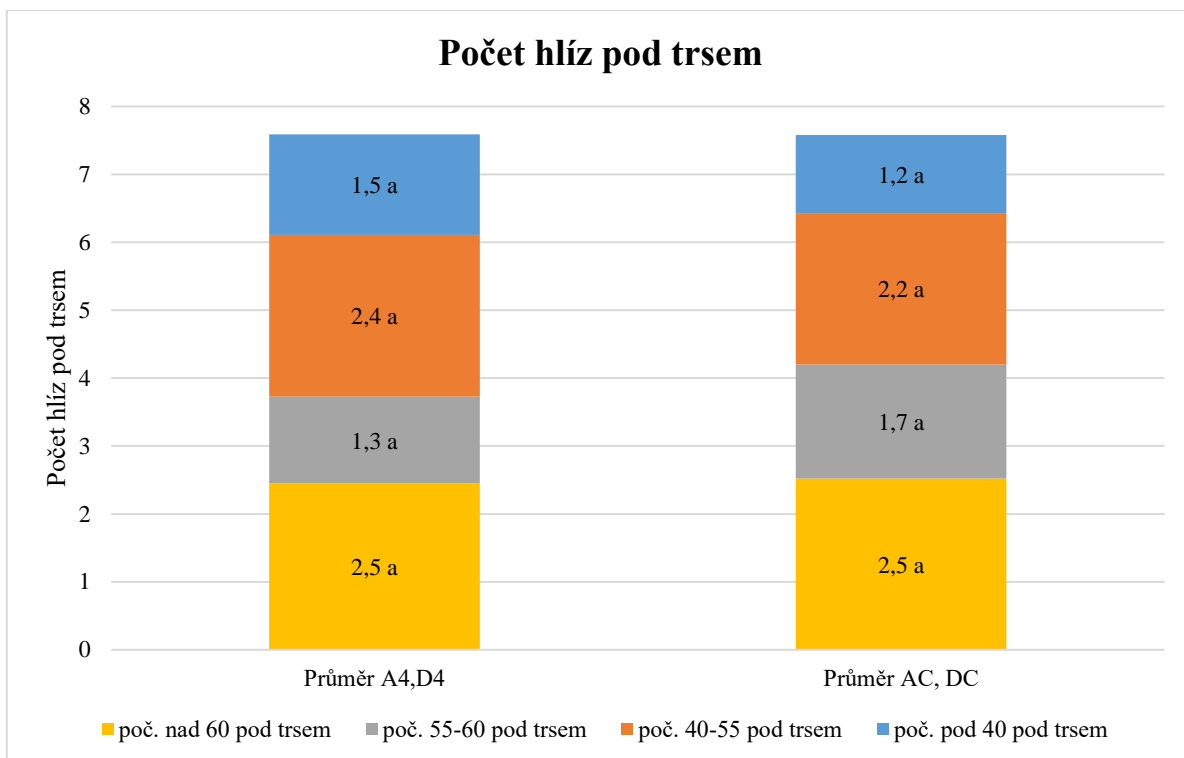
5.2.2 Vliv postřiku stimulačními přípravky na výnosové ukazatele

Byl zjišťován počet hlíz pod trsem, hmotnost hlíz a celkový výnos. Počet hlíz (Graf 13) pod 40 mm byl vyšší u variant A4, D4 než u AC a DC. Varianta A4 byla v této nejnižší frakci nejpočetnější. Počet hlíz u frakce 40-55 mm byl vyšší u A4 než u AC. U varianty A4 je zároveň tato frakce nejvíce zastoupena v porovnání s ostatními variantami. Frakce 55-60 mm byla nejpočetnější u DC. Počet hlíz u DC v této frakci byl vyšší než u pokusné varianty téže odrůdy (D4). U A4 a AC byla tato frakce zastoupena stejně. Nejvyšší frakce (nad 60 mm) byla nejvíce zastoupena u odrůdy Dicolora, kde byl průměrný počet stejný u obou variant (D4, DC). U A4 byl počet v nejvyšší frakci vyšší než u AC.

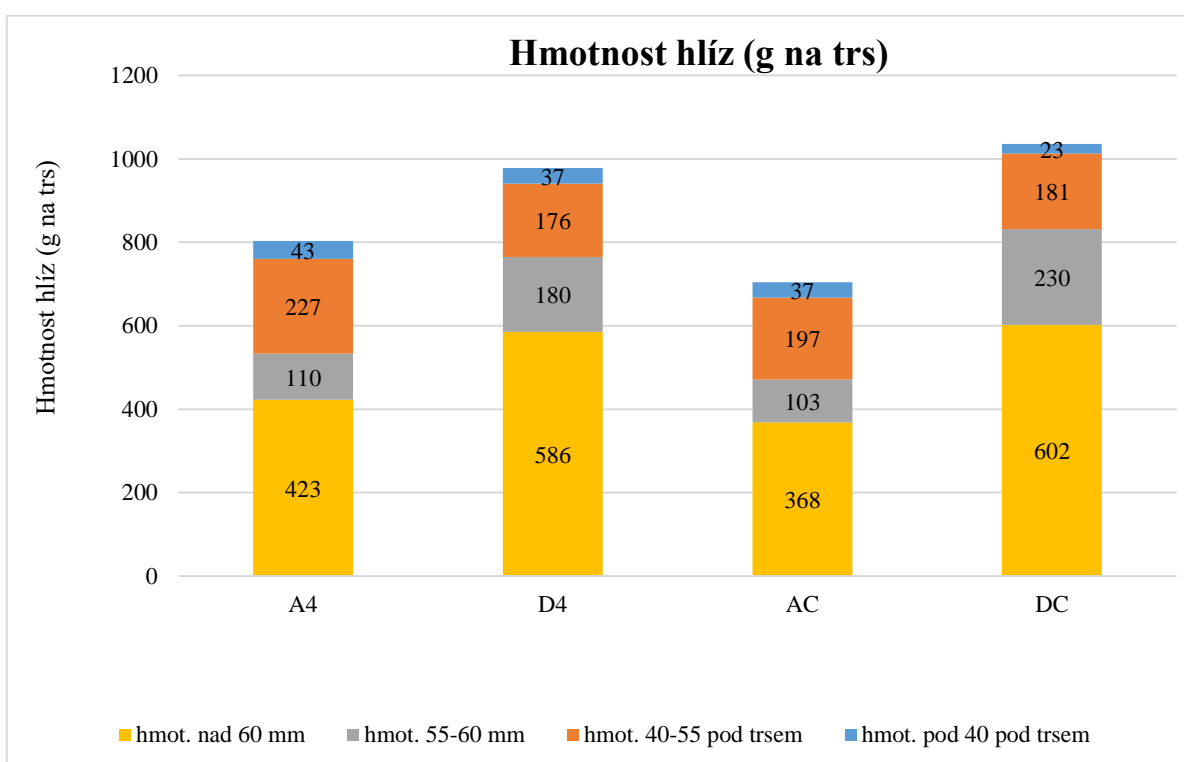


Graf č. 13 Průměrný počet hlíz pod trsem Anuschka, Dicolora

U průměru pokusných a kontrolních variant (Graf 14) byl zjištěn vyšší počet hlíz ve třech velikostních frakcích u pokusných variant (A4, D4). U velikostní frakce 55-60 mm byl zjištěn vyšší počet u průměru kontrolních variant (AC, DC). Rozdíly ve výsledcích nejsou statisticky průkazné.



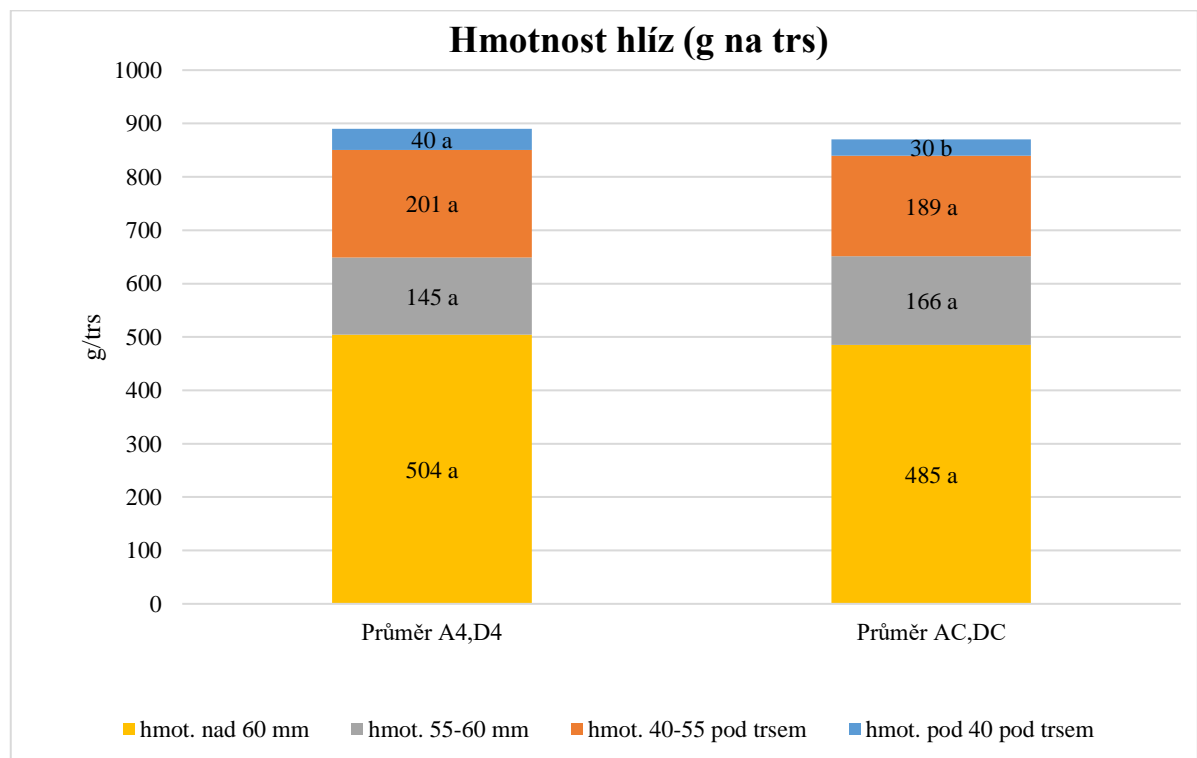
Graf č. 14 Průměr počtu hlíz u pokusných a kontrolních variant (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %)



Graf č. 15 Hmotnost hlíz (g/trs) Anuschka, Dicolora (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %)

Z grafu 15 lze pozorovat, že ošetření stimulačními látkami se nejvíce projevilo na největší hmotnostní frakci (nad 60 mm). Ovšem největší hmotnost hlíz byla zaznamenána u kontrolní varianty odrůdy Dicolora (DC). Hmotnostní frakce 55-60 mm byla největší také u DC oproti D4. U výnosově důležité frakce 40-55 mm byla největší hmotnost u pokusné varianty odrůdy Anuschka (A4). Ošetření mělo pozitivní vliv na snížení počtu nekonzumních hlíz (pod 40 mm). Zde byl zaznamenán trend vyšší hmotnosti u pokusných variant (A4, D4) než u variant kontrolních (AC, DC). Pokusné varianty DC, AC vykazovaly vyšší hmotnost hlíz než D4 a A4.

Z grafu 16 je patrné, že na výnosu se nejvíce podílela hmotnostní frakce nad 60 mm, která byla statisticky neprůkazně vyšší. U této frakce vykazovaly větší hmotnost varianty pokusné (A4, D4). Naopak nejmenší podíl tvořila frakce nejmenší pod 40 mm, kde byla hmotnost průměru A4 a D4 statisticky průkazně vyšší o 10 g na trs než u průměru hmotností hlíz u AC a DC. V ostatních frakcích statisticky průkazný rozdíl nebyl zjištěn. U průměru A4 a D4 byla zjištěna větší hmotnost ve frakci 40-55 mm. U frakce 55-60 mm byl zjištěn trend vyšší hmotnosti u průměru AC a DC.

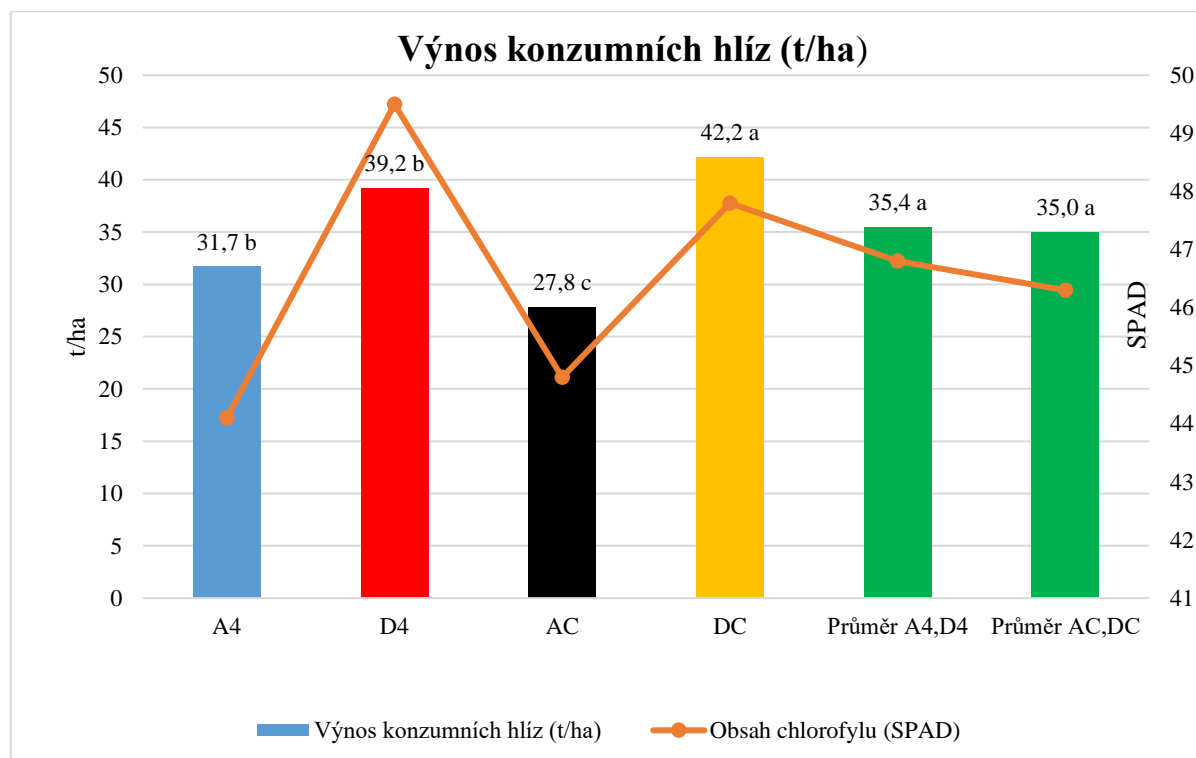


Graf č. 16 Průměrná hmotnost hlíz (g/trs) pokusných a kontrolních variant odrůd Anuschka a Dicolora (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %)

Z grafu 17 lze vyčíst, že ošetření stimulačními prostředky se nejvíce pozitivně projevilo na výnosu u odrůdy Anuschka (A4), kde byl výnos statisticky průkazně vyšší o 3,9 t než u AC.

U odrůdy Dicolora byl zjištěn větší výnos u kontrolní varianty DC, který byl statisticky průkazně vyšší oproti D4. Rozdíl ve výnosu činil 3 t/ha. Nejnižší výnos hlíz byl u kontrolní varianty odrůdy Anuschka (AC).

U průměru pokusných a kontrolních variant vyšel vyšší výnos u průměru variant A4 a D4 (35,4 t). Rozdíl ve výnosu nebyl statisticky průkazný. Z grafu je také vidět, že vyšší obsah chlorofylu znamenal i vyšší výnos konzumních hlíz.



Graf č. 17 Průměrný výnos konzumních hlíz u odrůd Anuschka a Dicolora (stejná písmena znamenají statisticky neprůkazný rozdíl na hladině významnosti 95 %)

6. Diskuze

V současnosti je cílem při pěstování brambor používat takové technologie, aby v případě nepříznivých klimatických podmínek byl co nejvíce zmírněn jejich nežádoucí vliv na výnos. Za vegetace v roce 2017, kdy byl prováděn pokus na pokusné stanici v Uhříněvsi, byla teplota vzduchu většinu vegetace nad teplotním normálem. Díky této skutečnosti se ukázalo, že použití biostimulačních přípravků může pomoci při pěstování brambor v nevhodných klimatických podmínkách.

Testovanými přípravky byly produkty od firmy Atlántica Agrícola. Hodnotil se jejich účinek na obsah chlorofylu v listech, vliv na počáteční růst a vývoj kořenů, natě, počtu a výšku rostlin. Zkoumal se také vliv na výnos a početní a velikostní zastoupení hlíz pod trsem. Pokusnými odrůdami byly Karo, Anuschka a Dicolora.

6.1 Hnojení pod patu a jeho vliv na produkční vlastnosti porostu

Při zjišťování obsahu chlorofylu pokus ukázal, že aplikace přípravků Black Pearl a Funres při výsadbě měla pozitivní vliv na obsah chlorofylu. Black Pearl obsahuje 29 % huminových látek, které, jak je známo, pozitivně ovlivňují obsah chlorofylu. Průměrný obsah chlorofylu byl o 2,4 % vyšší právě u varianty K5 odrůdy Karo ošetřené těmito přípravky před výsadbou. Další produkty použité během vegetace obsahovaly extrakty z mořských řas (Fitomare Bio), extrakty z citrusů a různých olejů, aminokyseliny a mikroelementy.

Vliv na vývoj kořenů, natě, počet stonků a výšku rostlin přípravky neměly. Při odběrech rostlin a následném měření byly zjištěny vyšší hodnoty vždy u kontrolní neošetřené varianty (KC). Mezi těmito výsledky u zkoumaných parametrů nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl.

Výsledky ukazují, že hnojení pod patu mělo pozitivní vliv na výnos konzumních hlíz a začlenění hnojiva Black Pearl do Technologie lokální aplikace hnojiv a přípravků při pěstování brambor (Mayer et al., 2009) může být i v systému ekologického zemědělství významným prostředkem pro zvýšení výnosu hlíz. Neboť výnos u pokusné varianty byl vyšší o 1,3 t/ha než u kontrolní varianty. U obou variant lze vidět spojitost mezi obsahem chlorofylu v listech a výnosem konzumních hlíz (Vos and Born, 1993) a tím může jednoduché stanovení obsahu SPAD sloužit i k řízení výživy s cílem dosáhnout vyšších výnosů. U počtu hlíz pod trsem a hmotnostním zastoupením hlíz byl zjištěn pozitivní trend při hnojení pod patu.

6.2 Vliv stimulačních přípravků na produkční a výnosové ukazatele

Použité stimulační přípravky obsahovaly různé extrakty z řas, citrusů, aminokyseliny a mikroelementy důležité pro správnou výživu plodin. Při zjišťování obsahu chlorofylu u odrůd Anuschka a Dicolora bylo zjištěno, že listové ošetření těmito přípravky zvýšilo obsah chlorofylu v listech. Nejvyšší nárůst chlorofylu byl zaznamenán u odrůdy Dicolora oproti odrůdě Anuschka (u té aplikace přípravků neměla žádný vliv). Nicméně obsah chlorofylu nebyl ani v průměru odrůd Anuschka a Dicolora statisticky průkazný. Odrůda bramboru, půda, klima a stav plodiny jsou hlavními faktory ovlivňující hodnoty SPAD, resp. chlorofylu (Olivier et al., 1999). U konkrétních odrůd se obsah chlorofylu liší na základě geneticky daného obsahu (Minotti et al., 1994), což je třeba vzít v úvahu, pokud se měření chlorofylu, resp. SPAD používá při rozhodování a řízení výživy N.

Konkrétně extrakty z mořských řas jsou známé pro svůj pozitivní vliv na zvýšení obsahu chlorofylu díky obsahu betainů. De Blunden et al. (1997) zkoumal právě účinky mořských řas u rajčat, pšenice, ječmene, kukuřice a tyčkových fazolí. Pokus ukázal, že aplikací přípravku s extraktem z mořských řas byla zjištěna u všech zmíněných plodin kromě tyčkových fazolí vyšší koncentrace chlorofylu.

Výsledky pokusu s listovou aplikací stimulačních látek neukázaly u pokusných a kontrolních variant statisticky průkazný vliv na výnos hlíz. Potvrdila se však známá pozitivní korelace obsahu chlorofylu (resp. SPAD hodnot) a výnosu hlíz, tak jak uvádí Gianquinto et al. (2004). Spojitost mezi obsahem chlorofylu v listech a výnosem lze vidět u všech variant s listovou aplikací. Při hodnocení počtu a hmotnosti hlíz byl zjištěn pouze vyšší trend u ošetřených variant, kromě velikostní a hmotnostní frakce 55 – 60 mm.

7. Závěr

Použití biostimulačních přípravků v pokusu přineslo tyto následující poznatky:

Hnojení pod patu mělo pozitivní vliv na obsah chlorofylu v listech, který byl průkazně vyšší u ošetřené varianty (K5) než u varianty kontrolní (KC).

Hnojení pod patu nemělo vliv na vývoj kořenů, natě, počet stonků a výšku rostlin. U neošetřených variant (KC) byly hodnoty neprůkazně vyšší.

Hnojení pod patu zvýšilo výnos konzumních hlíz a také počet a hmotnost hlíz. Všechny tyto výsledky byly statisticky neprůkazné.

Listová aplikace použitých stimulačních přípravků u odrůd Anuschka a Dicolora zvýšila obsah chlorofylu v listech.

Výnos hlíz u ošetřených variant odrůd Anuschka a Dicolora (A4, D4) byl neprůkazně vyšší než u variant kontrolních (AC, DC).

Odpověď na výzkumné hypotézy:

Hypotéza 1: Na základě použité aplikace biostimulačního hnojiva „pod patu“ lze zlepšit dostupnost živin a podpořit produkci hlíz v podmínkách ekologického zemědělství.

Výzkumná hypotéza potvrzena. Cílená aplikace hnojiva Black Pearl pod patu a přípravku Funres před výsadbou statisticky průkazně zvýšila obsah chlorofylu (SPAD), resp. obsah N v listech. Jejich aplikace v podmínkách ekologického zemědělství zajistila vyšší výnos hlíz a podíl větších hlíz (nad 55 mm), které jsou jinak při produkci biobrambor často v menšině.

Hypotéza 2: Listová aplikace stimulačních přípravků v různých fázích růstu bude příznivě působit na výživný stav porostu a pozitivně se odrazí v kvalitě hlíz (v počtu a vyrovnanosti konzumních hlíz).

Výzkumná hypotéza potvrzena. Stanovená aplikace stimulačních přípravků během vegetace pozitivně ovlivnila hodnoty SPAD a v průměru obou použitých odrůd (Anuschka a Dicolora) zajistila navýšení výnosu o 0,6 t/ha. Zjištěné hodnoty SPAD, resp. výživný stav rostlin koreloval i s konečným výnosem hlíz, který se projevil i navýšením podílu největších hlíz pod trsem (nad 60 mm) o 3,9 % v porovnání s kontrolní variantou.

8. Seznam použité literatury

- AHMAD, I., PITCHEL, J., HAYAT, S. 2008. Plant-Bacteria Interactions. Strategies and Techniques to Promote Plant Growth. WILEY-VCH Verlag GmbH and Co., KGaA, Weinheim.
- ARORA, N.K., KHARE, E., MAHESHWARI, D.K. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: constraints in bioformulation, commercialization, and future strategies. In: Maheshwari, D.K. (Ed.), Plant Growth and Health Promoting Bacteria. Springer, Berlin/Heidelberg. pp. 97–116.
- ARTHUR, G. D., et al. 2003. Effect of a seaweed concentrate on the growth and yield of three varieties of *Capsicum annum*. South African journal of botany. 69(2). pp. 207-211.
- BASAK, A. 2008. Biostimulators – definitions, classification and legislation, in Monographs Series: Biostimulators in Modern Agriculture. General Aspects, ed Gawrońska H., editor. (Warsaw: Wieś Jutra;). pp. 7–17.
- 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>>.
- BERENDSEN, R.L., PIETERSE, C.M., BAKKER, P.A. 2012. The rhizosphere microbiome and plant health. Trends Plant Sci. 17. pp. 1360–1385.
- BIOINSTITUT. 2007. Praktická příručka č. 4 Biobrambory – Jak ekologicky vypěstovat kvalitní brambory. Bioinstitut. Olomouc. 23 s.
- BLUNDEN, G; JENKINS, T; LIU, Y.-W. 1996. Enhanced leaf chlorophyll levels in plants treated with seaweed extract. Journal of applied phycology. 8(6). pp. 535-543.
- BONFANTE, P.; GENRE, A. 2010. Mechanisms underlying beneficial plant–fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. Nature communications. 1(48).
- BOOTH, B. 1969. The manufacture and properties of liquid seaweed extracts. Proceedings international seaweed symposium. 6. pp. 655-662.
- CALVO, P., NELSON, L. and KLOEPPER, J.W., 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. Plant and Soil, 383(1-2). pp. 3-41.

- COLLA, G., ROUPHAEL, Y., CANAGUIER, R., SVECOVA, E. and CARDARELLI, M., 2014. Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. *Frontiers in plant science*. 5. p. 448.
- CORTE, L., DELL'ABATE, M.T., MAGINI, A., MIGLIORE, M., FELICI, B., ROSCINI, L., SARDELLA, R., TANCINI, B., EMILIANI, C., CARDINALI, G. and BENEDETTI, A., 2014. Assessment of safety and efficiency of nitrogen organic fertilizers from animal-based protein hydrolysates—a laboratory multidisciplinary approach. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 94(2). pp.235-245.
- CRAIGIE, James S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology* [online]., 23(3). pp. 371-393
- ČEPL, J. a kol. 2009. Konzumní brambory na poli, zahradě a v kuchyni. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský. 206 s. ISBN 978-80-86940-23-6.
- DE PASCALE, S., ROUPHAEL, Y. and COLLA, G., 2017. *European journal of horticultural science*. 82(6). pp. 277-285.
- DIVIŠ, J. 1999. Brambory v ekologickém zemědělství. Dostupné z: http://www.agris.cz/zemedelstvi?id_a=107701
- DIVIŠ, J., et al. 2011. Pěstování brambor v podmínkách ekologického zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. České Budějovice. 43 s. 978-80-7394-295-3.
- DU JARDIN, P. 2015. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* [online].196. pp. 3-14 [cit. 2018-03-11]. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021. ISSN 03044238. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0304423815301850>
- DVOŘÁK, P., BICANOVÁ, E. 2007. Brambory v systému ekologického zemědělství. *Sborník Ekologické zemědělství. ČZU Praha*. 131-133.
- GIANQUINTO, G., GOFFART, J. E., OLIVIER, M., GUARDA, G., COLAUZZP, M., COSTA, L., D., VEDOVE, G. D., VOS, J., MACKERRON, D. K. L. 2004. The use of hand-held chlorophyll meters as a tool to assess the nitrogen status and to guide nitrogen fertilization of potato crop. *Potato Res*. 47(5). pp. 35-80.

- HAIDER, M. W., AYYUB, C. M., PERVEZ, M. A., ASAD, H. U., MANAN, A., RAZA, S. A., ASHRAF, I. 2012. Impact of foliar application of seaweed extract on growth, yield and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Soil and Environment*, 31(2). pp. 157-162.
- HĀNI, F., POPOW, G., REINHARD, H., SCHWARZ, A., TANNER, K., VORLET, M., LOKAJ, Z., MAKEŠ, M. 1993. *Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin: Příručka ochrany rostlin v integrované produkci*. Pedagogické nakladatelství, Praha. 335 s.
- HAUSVATER, E., DOLEŽAL, P. 2014. *Nejdůležitější škodliví činitelé bramboru*. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský. Praktické informace. ISBN 978-80-86940-54-0.
- JANKOWSKI, K. et al. 2008. Biostimulators for field crops. In *Biostimulators in modern agriculture*. Warsaw: Wieś jutra Sp. Z.o.o.p. 24, ISBN 83–89503–50–6.
- JUROCH, J. 2011. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary původce chorob plísně bramboru a rajčete, MZe.
- JŮZL, M., STŘEDA, T. 2002. Biologická příprava sadby brambor pro nejranější sklizeň. *Úroda*. 2002(2). pp. 21-23. ISSN 0139-6013.
- KAUFFMAN, G. L., D. P. KNEIVEL, and T. L. WATSCHKE. 2007. Effects of a Biostimulant on the Heat Tolerance Associated with Photosynthetic Capacity, Membrane Thermostability, and Polyphenol Production of Perennial Ryegrass. *Crop Sci*. 47. pp. 261-267. doi:10.2135/cropsci2006.03.0171
- KHAN, W, et al. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*. 28(4). pp. 386-399.
- KOLOMAZNÍK, K., PECHA, J., FRIEBROVÁ, V. et al. 2012. Heat Mass Transfer. 48(1505). <https://doi.org/10.1007/s00231-012-0998-6>
- KONVALINA, P. a kol., 2007: *Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, *Ecologica*, 118 s.
- LEHOCKÁ, Z., KOVÁČ, K., KLIMEKOVÁ, M. Možnosti ekologického velkoplošného a záhradkárského pestovania zemiakov.

- LIANG, Y., SUN, W., ZHU, Y.G. and CHRISTIE, P., 2007. Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: a review. *Environmental pollution*. 147(2). pp.422-428.
- MINOTTI, P.L., HALSETH, D.E., SIECZKA, J.B., 1994. Field chlorophyll measurements to assess the nitrogen status of potato varieties. *HortScience*. 29(12). pp. 1497-1500.
- MUSCOLO, A., SIDARI, M., FRANCIOSO, O., TUGNOLI, V. and NARDI, S., 2007. The auxin-like activity of humic substances is related to membrane interactions in carrot cell cultures. *Journal of chemical ecology*. 33(1). pp. 115-129.
- NARDI, S., PIZZEGHELLO, D., SCHIAVON, M. and ERTANI, A., 2016. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. *Scientia Agricola*. 73(1). pp. 18-23.
- OLIVIER, M., GOFFART, J.P., SINNAEVE, G., DARDENNE, P. 1999. Evaluation of invasive and non-invasive methods to assess the nitrogen status of the potato crop in the course of the season. pp. 134–135.
- PALIT, S., SHARMA, A. and TALUKDER, G., 1994. Effects of cobalt on plants. *The botanical review*. 60(2). pp.149-181.
- PILON-SMITS, E., A., et al. 2009. Physiological functions of beneficial elements. *Current opinion in plant biology*. 12(3). pp. 267-274.
- PIZZEGHELLO, D., FRANCIOSO, O., ERTANI, A., MUSCOLO, A. and NARDI, S., 2013. Isopentenyladenosine and cytokinin-like activity of different humic substances. *Journal of Geochemical Exploration*, 129. pp.70-75.
- RASOCHA, V. 2002. Nejdůležitější škůdci brambor, jejich význam a ochrana. *Úroda*. 1(5). pp. 19-21.
- ŠARAPATKA, B., URBAN, J. 2006. *Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO. Šumperk*. 502 s. ISBN 978-80-903583-0-0.
- TORRE, A., BATTAGLIA, V., CARADONIA, F. 2016. An overview of the current plant biostimulant legislations in different European Member States. *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 96(3), pp. 727-734 [cit. 2018-03-08]. DOI: 10.1002/jsfa.7358. ISSN 00225142. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.7358>

- TRAON D., AMAT L., ZOTZ F., DU JARDIN P. 2014. A Legal Framework for Plant Biostimulants and Agronomic Fertiliser Additives in the EU. Report to the European Commission, DG Enterprise & Industry, Arcadia International. p. 115.
- VOKÁL, B. et al. 2000. Brambory. Agrospoj. Praha. 245 s.
- VOKÁL, B. 2004. Technologie pěstování brambor: (rozhodovací systémy pro optimalizaci pěstitelských technologií u jednotlivých užitkových směrů brambor). Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. Zemědělské informace. ISBN 80-7271-155-5.
- VOKÁL, B. et al. 2013. Brambory: šlechtění, pěstování, užití, ekonomika. Profi Press. Praha. 168 s. ISBN 978-80-86726-54-0.
- VOS, J. and BORN, M. 1993. Hand-held chlorophyll meter: a promising tool to assess the nitrogen status of potato foliage. Potato Res. 36(4). pp. 301-308.
- WHITE, P.J., BROADLEY, M.R. 2009. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets—iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. New Phytologist, 182(1). pp. 49-84.
- YAKHIN, O. I., LUBYANOV, A. A., YAKHIN, I. A., BROWN, P. H. 2017. Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. Frontiers in Plant Science [online]. [cit. 2018-03-07]. ISSN 1664-462X.

Internetové zdroje:

eAgri: <http://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/ekologicke-zemedelstvi/>

eAgri: Vyhláška č. 32/2012 Sb., o přípravcích a dalších prostředcích na ochranu rostlin
http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2012-32.html

eAgri: http://eagri.cz/public/web/file/534481/Brambor_2017.pdf

eAgri, Ročenka ekologické zemědělství 2016:

http://eagri.cz/public/web/file/513472/Roc_enka_EZ_2016_www_komplet.pdf

Europlant: <http://www.europlant.cz/pdf/1.%20Velmi%20ran%E9/Anuschka.pdf>

Vesa Velhartice: <http://www.vesa-velhartice.cz/cz/dicolora.html>