

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Využití biologicky aktivních látek v technologii pěstování
cukrové řepy**

Bakalářská práce

Autor práce: Jan Sedláček

Obor studia: ATZR

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

© 2017 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci Využití biologicky aktivních látek v technologii pěstování cukrové řepy jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 17. 4. 2017

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Jaroslavu Urbanovi, Ph.D. za vedení a spolupráci při sestavení této práce. Dále bych rád poděkoval své rodině za podporu a spolupráci na pokusu a firmě AGROBEN s.r.o. za umožnění založení poloprovozního pokusu na firemních pozemcích. Zvláště velké poděkování patří majiteli podniku panu Ing. Jaroslavu Egertovi za ochotu a spolupráci ve všech oblastech vedení poloprovozního pokusu i jeho vyhodnocení.

Využití biologicky aktivních látek v technologii pěstování cukrové řepy

Souhrn:

Cílem této bakalářské práce bylo zpracovat literární rešerši o působení biologicky aktivních látek v technologii pěstování cukrové řepy, zejména na výnos a cukernatost bulev. Biologicky aktivní látky jsou v dnešní době velmi rozšířenou skupinou nabízených přípravků, o kterých je ovšem velmi málo dosažených poznatků. Součástí této práce byl jednoletý poloprovozní pokus, založený v Ohrazenicích u Turnova, se čtyřmi vybranými přípravky běžně dostupnými na trhu, který měl ověřit deklarované účinky jednotlivých přípravků na rostliny cukrové řepy. Testovanými přípravky byly: Terra - sorb foliar, Terra - sorb komplex, Lignohumát Aktivátor a Lignohumát Max. U jednotlivých variant byly sledovány tyto parametry: výnos bulev, výnos chrástu, cukernatost, obsah škodlivého amino dusíku, draslíku, sodíku a výnos bílého cukru.

Dosažené výsledky by měly pomoci zemědělcům v rozhodování, zda do základní agrotechniky zařadí i aplikaci těchto testovaných přípravků. Poloprovozní pokus byl založen v reálných polních podmínkách a měl by tak vykazovat průkazné výsledky z praxe.

Aplikace těchto přípravků nemůže nahradit základní hnojení a zásobení rostlin prvky jako je dusík, draslík, fosfor, síra, hořčík, vápník, sodík a další mikroelementy. Přesto z našich výsledků vyplývá, že přípravky příznivě působí na navýšení výnosu i na kvalitu bulev. Každý z testovaných přípravků je založen na jiné specifčnosti složení a působení v rostlinných pletivech. Tyto přípravky by měly rostlině v případě nedostatku některého prvku nebo ve stresových podmínkách poskytnout pomoc překonat toto období v lepší kondici.

Jednoznačně nejlepších výnosových ukazatelů dosáhl přípravek Terra - sorb komplex. Aplikace přípravku Terra – sorb komplex pozitivně ovlivnila nejen výnos bulev, ale i cukernatost. Hodnota cukernatosti činila 19,33 %, což představuje navýšení v porovnání s variantou kontrolní o 0,16 %. Nejdůležitější parametr, kterým je pro pěstitele výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost, u této varianty dosáhl 116,11 t.ha⁻¹. To činí nárůst výnosu oproti kontrolní variantě o 1,95 t.ha⁻¹, relativně o 2,67 %.

Klíčová slova:

Cukrovka, biologicky aktivní látky, výnos, jakost

Use of biologically active substances in the growing technology of sugar beet

Summary:

The aim of this thesis was to compile a literature review on the effect of biologically active substances in the growing technology of sugar beet, especially on yield and quality. Biologically active substances are nowadays very widespread group of offered preparations, but there is not enough knowledge about them. Part of this work was a one-year semi-practise experiment started during the year 2016 in Ohrazenice near Turnov. We tested four preparations available on the market: Terra - sorb foliar, Terra - sorb komplex, Lignohumát Aktivátor and Lignohumát Max. In individual variants we monitored the following traits: yield of tuber, yield of tops, sugar content, content of harmful amino nitrogen, potassium content, sodium content and yield of white sugar.

Achieved results should help farmers in deciding on the use of biologically active substances in the growing of sugar beet. The semi – practice experiment was realized in real field conditions, so it should show conclusive results from the practise.

Application of these products can not replace the basic fertilize of plant and supply plants elements such as nitrogen, potassium, phosphorus, sulfur, magnesium, calcium, sodium and other micronutrients. However, our results indicate that these preparations have a positive effect on the yield and on the quality of tuber. Each of the tested preparations is based on a slightly different composition and effect on the plant tissues. These preparations should help the plant in case of lack of any element or under stressful conditions to provide assistance to overcome this period in better shape.

Definitely the best yield indicators reached preparation Terra - sorb komplex. Application of Terra - sorb komplex positively impacted not only the yield of the bulbs, but also the sugar content. The value of sugar content was 19.33%, which represents an increase in comparison with the control variant of 0.16%. The most important parameter, which is for farmers the bulb yield recalculated to 16% of the sugar content, reached in this variant 116.11 t. ha⁻¹. It represents an increase in the yield in comparison with the control variant of 1.95 t.ha⁻¹, relatively of 2.67%.

Keywords: Sugar beet, biologically active substances, yield, quality

Obsah

1	Úvod	8
2	Cíl práce.....	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Cukrová řepa	10
3.1.1	Morfologická charakteristika cukrové řepy	11
3.1.2	Technologická jakost	12
3.1.3	Chemické složení cukrové řepy	14
3.2	Výživa a hnojení cukrovky	16
3.2.1	Příjem živin rostlinami.....	16
3.2.1.1	Kořenová výživa.....	17
3.2.1.2	Mimokořenová výživa.....	17
3.3	Biologicky aktivní látky	19
3.4	Přehled pomocných přípravků registrovaných v České republice	20
3.5	Fytohormony	22
3.5.1	Mechanismus působení fytohormonů	22
3.5.2	Klasifikace fytohormonů	23
3.5.2.1	Auxiny	23
3.5.2.2	Cytokininy	24
3.5.2.3	Gibereliny	26
3.5.2.4	Kyselina abscisová	26
3.5.2.5	Etylén.....	27
3.5.2.6	Brassinosteroidy	28
3.5.2.7	Kyselina jasmonová.....	28
3.6	Stres rostlin.....	29
3.6.1	Stres cukrové řepy	29
3.6.1.1	Stres v důsledku nedostatku živin	29
3.6.1.2	Stres vyvolaný fyzikálními faktory	32
3.6.1.3	Stres vyvolaný aplikací herbicidů	33
4	Materiál a metody.....	35
4.1	Charakteristika pokusného stanoviště	35
4.2	Přehled pracovních operací	35
4.3	Metodika pokusů.....	36
4.3.1	Ošetření porostu	36

4.3.2	Varianty pokusu	36
4.3.3	Skližeň pokusu.....	38
4.4	Charakteristika odrůdy BTS 710.....	39
4.5	Charakteristika použitých přípravků	40
5	Výsledky.....	43
5.1	Vliv biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní parametry cukrové řepy	43
6	Diskuze	49
7	Závěr.....	50
8	Seznam literatury	51

1 Úvod

Cukrovka patří mezi tradiční plodiny pěstované v ČR. Pěstitelská technologie cukrovky se během let výrazně změnila. Původně byla řepa plodinou mimořádně náročnou na ruční práci. Sela se hustě víceklíčková klubička, plochy se okopávaly a jednotily ručně. Víceklíčková semena později začala nahrazovat semena geneticky jednoklíčkových odrůd, které se sejí na konečnou vzdálenost. Tím odpadá ruční práce.

Za posledních 20 let se cukrová řepa proměnila z velké plodiny nížinných oblastí na speciální plodinu. Pěstování cukrovky se věnuje pouze omezený okruh cca 800 pěstitelů převážně tam, kde zůstaly provozovány cukrovarny. Výnosy cukrové řepy se současně zdvojnásobily, zdokonalily a zkomplikovaly se pěstební technologie. Také zde vyrostl zcela nový směr využití na výrobu bioetanolu a rýsuje se nové využití cukrovky na výrobu bioplynu.

Současná plocha pěstované cukrové řepy v České republice se pohybuje kolem 60 tisíc hektarů. Do této plochy je zahrnuta i cukrová řepa pro výrobu kvasného lihu. V České republice je v provozu 7 cukrovarů, ve kterých je realizována veškerá výroba a za rok vyrobí kolem 500 000 tun bílého cukru. Výrobní kvóta EU stanovená pro Českou republiku je 372 459 tun. Evropská unie je jedním z největších producentů cukru na světě. V roce 2017 skončí režim SOT – Společná organizace trhu s cukrem, který výrobcům cukru v Evropské unii diktovala, kolik cukru smějí ročně vyrobit a jak mají naložit s jeho případným přebytkem. Očekává se zvýšení nároků jak na pěstitele cukrové řepy, tak na výrobce cukru. Oba sektory budou muset přijmout celou řadu opatření, aby zůstaly na liberalizovaném trhu i nadále konkurenceschopné.

V rámci střídání plodin je cukrová řepa velmi významnou předplodinou. Její hluboké prokořeňování půdy a velké množství posklizňových zbytků pozitivně ovlivňuje úrodnost půdy. Řepa je také ovšem velmi náročná na výživu. V systémech, kde je pěstována cukrová řepa, je nutné pečovat o přirozenou půdní úrodnost. Krátkodobý nedostatek živin na půdách s dobrou půdní úrodností se neprojeví tak zřetelně, jako na půdách dlouhodobě nedostatečně hnojených. Jako výrazného intenzifikačního faktoru se stále častěji využívá i skupina tzv. pomocných látek nebo stimulátorů růstu. Stimulátory růstu se staly již nedílnou součástí technologie pěstování speciálních plodin, zejména ovoce a zeleniny, ale v posledních letech se v čím dál větší míře uplatňují také v polních podmínkách, tedy i u pěstování cukrové řepy.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je zpracovat přehled literatury o vlivu biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní parametry cukrové řepy.

Dílčím cílem práce je vyhodnocení vlivu vybraných biologicky aktivních látek na výnos a jakost cukrovky v poloprovozním pokusu.

3 Literární rešerše

3.1 Cukrová řepa

Cukrovka se řadí mezi okopaniny. Je dvouletou rostlinou rozmnožující se semeny, která v prvním roce vegetace tvoří přízemní růžici listů a bulvu, ze které je získáván cukr. V druhém vegetačním roce se tvoří květní lodyha, na které dozrávají semena (Pulkrábek a Šroller, 1993). Cukrovka je bezpochyby nejproduktivnější plodinou mírného zeměpisného pásma. I ve světě stále patří mezi 15 nejvýznamnějších plodin. Dnešní odrůdy dosahují více než desetinásobného výnosu cukru oproti začátkům pěstování před více než 170 lety. Na navyšování výnosů mají bezpochyby největší vliv výkonné geneticky jednoklíčkové odrůdy (více méně tolerantních k některým chorobám a škůdcům) a intenzifikace pěstitelských technologií (Pulkrábek a kol., 2007).

Cukrová řepa se pěstovala jako zahradní zelenina a na krmivo ještě dlouho předtím, než byla doceněna za svůj obsah cukru. Již v roce 1747 byl cukr experimentálně získáván v Německu chemikem Andreasem Marggrafem. První továrna na výrobu řepného cukru byla však postavena až roku 1802 v dnešním Polsku (Yamane, 2016). V českých zemích se jako krmná plodina objevuje v 80. letech 18. století, ale její význam se zásadně změnil, až když začala být využívána pro výrobu cukru (Vyskočil, 2010). V dnešní době je pěstována především jako základní surovina pro výrobu sacharózy. Dále je významnou surovinou pro výrobu bioetanolu. Již jen v malé míře se využívá ke krmným účelům (bulvy, chrást a vedlejší produkty z cukrovaru: řízky a melasa). Vyprodukovaný cukr, ale i vedlejší produkty, jsou cennou obnovitelnou surovinou pro potravinářský a fermentační průmysl, pro produkci pohonných látek (etanolu) nebo i pro malotonážní chemii. Cukrovka je však také jednou z nejnáročnějších plodin s velmi náročnými požadavky na pěstitelská opatření (Pulkrábek a kol., 2007).

V našich podmínkách u současných odrůd cukrovky může výnosový potenciál kořene dosahovat více než 90 tun z hektaru. Výnos polarizačního cukru se pohybuje kolem 17 t.ha⁻¹ při vysoké technologické kvalitě bulev (Srba a kol., 2004).

3.1.1 Morfologická charakteristika cukrové řepy

Rostlina cukrové řepy je tvořena listy a bulvou. Listy tvoří asimilační aparát. Bulva představuje zásobní orgán, pro který je cukrovka pěstována, a je ústředním orgánem celé rostliny (Pelikán a kol., 1999).

Bulva

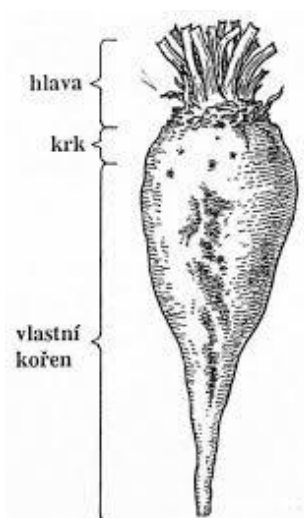
Bulva cukrovky je ústředním orgánem celé rostliny. Není to jen pro její postavení mezi kořenovou soustavou a nadzemními orgány, ale zejména proto, že je nositelem pupenů, z nichž se vytvářejí nadzemní stonky, a meristému v kořenových rýhách, ze kterého se vytvářejí postranní kořeny. Kromě toho je bulva hlavním zásobním orgánem a křížovatkou všech vodivých cest, které spojují soustavu kořenovou s nadzemní (Rybáček a kol., 1985).

Bulvu rozdělujeme na 3 části:

- a) Hlava (epikotyl) – listy a vegetační pupeny. Tvoří asi 4 % hmotnosti bulvy. Obsahuje nejméně cukru a nejvíce škodlivých necukrů. Při sklizni cukrovky se hlava odstraňuje společně s listovou růžicí a tvoří tzv. skrojky. Řez by měl být hladký a rovnoměrný.
- b) Krk (hypokotyl) – tvoří přechod mezi hlavou a vlastním kořenem. Na této části se nenacházejí listy ani vlásečnicové kořínky. Zaujímá 6 % hmotnosti bulvy.
- c) Vlastní kořen (radix) – je vřetenovitého a mírně zploštělého tvaru se dvěma protilehlými podélnými rýhami, ze kterých vyrůstají vlásečnicové kořínky. Rýha by neměla být příliš ostrá a hluboká, tím se zhoršuje čištění cukrovky. Kořen by neměl být více větvený ani příliš dlouhý, což zvyšuje sklizňové ztráty. Kořen cukrovky se směrem dolů zužuje a vytváří tzv. ocásek, který proniká hluboko do půdy a slouží k čerpání vody (Bretschneider, 1980).

Obsah sacharózy není ve všech částech bulvy stejný. Nejméně je jí ve střední části hlavy, postranních kořincích, okrajových částech krku a kořene (Pelikán a kol., 1999).

Obr. 1: Části řepné bulvy (Jůzl, Elzner, 2014)



Listy

V průběhu vegetace se tvoří u cukrovky bohatá listová růžice složená ze 30 až 50 pravých listů. V pořadí nejcennějšími pravými listy pro tvorbu cukru v bulvě jsou 15. až 25. list. Listy mají velkou listovou plochu čepele, která může u největších dosáhnout až 200 cm² a listová plocha jedné rostliny cukrovky dosahuje průměrně 0,3 - 0,5 m². Díky své stavbě jsou listy cukrovky charakteristické vysokou fotosyntetickou aktivitou. Mají velký počet průduchů na jednotce plochy listů, vícevrstevný palisádový parenchym a vysokou hustotu cév (Rybáček a kol., 1985).

3.1.2 Technologická jakost

Technologická jakost cukrové řepy a její výnos se utváří v průběhu celého vegetačního období. Jakost je dána souhrnem faktorů, které značně ovlivňují její zpracování a jsou důležité pro celkovou výtěžnost cukru (Draycott, Christenson, 2003).

Z biologických znaků jsou to hlavně tvar, velikost a hmotnost bulvy, její technologická vyzrálость, zdravotní stav a rezistence vůči skládkovým chorobám (Hřivna a kol., 2012). Pro posouzení fyzikálních vlastností kořenů, jako je pružnost, vyluhovatelnost a lisovatelnost, nejsou k dispozici žádná kvantitativní kritéria (Hoffmann, 2010). V dodávce by neměly být bulvy o hmotnosti menší než 100 g a bulvy vyběhlic. Minimální digesce by měla být 14 % a kvocient čistoty minimálně 65 (Rybáček a kol., 1985). Na technologickou jakost cukrovky působí řada vlivů, které ovlivňují její konečné zpracování. Je to vliv prostředí, půdy, odrůdy, povětrnostních podmínek, setí, vnějších činitelů (choroby, škůdci, plevele) a v neposlední řadě také hnojení, protože cukrovka je plodinou, která umí živiny dobře využít.

Z fyzikálně - chemických vlastností je to především pH a turgor šťávy (Hřivna a kol., 2012).

Z technického hlediska rozdělujeme látky obsažené ve sklizených bulvách cukrovky na dřev a řepnou šťávu. Řepná dřev je souhrn ve vodě nerozpustných látek (Rybáček a kol., 1985). Řepná dřev představuje zhruba 6 % masy bulvy (Jůzl a kol., 2000). Zbytek tvoří řepná šťáva, tj. voda a v ní rozpuštěné látky (Rybáček a kol., 1985). Sklizené bulvy obsahují asi 76 % vody a 18 % ve vodě rozpustných látek. Sacharóza tvoří přibližně 87 % z nich. Zbytek označujeme jako necukry nebo látky doprovodné (Jůzl a kol., 2000).

Řepná dřev

Hlavní část dřevě (70 - 90 %) tvoří pentozany, pektinové látky a celulóza. Tyto tři skupiny látek jsou zastoupeny přibližně ve stejných poměrech. Zbytek tvoří lignin, rostlinné bílkoviny, stopové množství jiných organických látek a asi 4 % ve vodě nerozpustných anorganických látek, převážně vápenaté a hořečnaté soli organických kyselin.

Ve sklizené bulvě je mezi obsahem dřevě a její cukernatostí přímá kladná závislost. Na obsahu dřevě závisí množství vyslazených řízků, které zbývají při zpracování cukrovky na cukr (Rybáček a kol., 1985). Nejškodlivější složkou řepné dřevě jsou pektinové látky, které při difúzi mohou přecházet do roztoku a při filtraci šťáv způsobovat potíže. Základem pektinů je kyselina polygalakturonová, která vzniká při zahřívání řepné šťávy a společně s vápenatými ionty tvoří pektát vápenatý (Pelikán a kol., 1999).

Řepná šťáva

Pro hodnocení technologické jakosti cukrovky je nejdůležitější obsah sacharózy. Obsah sacharózy vyjadřujeme v procentech hmotnosti sklizených bulv a nazývá se cukernatost řepy. Dalším důležitým ukazatelem je podíl sacharózy v celkové sušině řepné šťávy, který se nazývá kvocientem čistoty řepné šťávy a je také udáván v procentech hmotnosti (Rybáček a kol., 1985). Řepná šťáva obsahuje:

Sacharidy

Nejdůležitějším sacharidem, pro který je cukrovka pěstována, je disacharid sacharóza. Sacharóza se skládá z molekul glukózy a fruktózy. Je opticky aktivní a otáčí rovinu polarizovaného světla doprava o 66,54 °, což je využito při jejím analytickém stanovení. Chemicky se chová jako slabá kyselina, je ve vodě dobře rozpustná a její rozpustnost je přímo úměrná teplotě. Z přesycených roztoků krystalizuje v jednodlonné soustavě, a čím jsou roztoky čistší, tím je krystalizace dokonalejší.

Dalším významným sacharidem je invertní cukr. Je to směs glukózy a fruktózy. Ve zdravé, vyztřálé a čerstvé řepě se nachází ve velmi malém množství 0,05 - 0,2 %. V závislosti na podmínkách a uskladnění se může jeho obsah velmi často měnit. Invertní cukr stáčí rovinu polarizovaného světla doleva, čímž je snižována hodnota při stanovení sacharózy.

V menším množství se v řepě nachází také trisacharid rafinóza. Je tvořen fruktózou a melibiózou. Tento cukr je poměrně stálý a prochází celou výrobou bez větších změn (Pelikán a kol., 1999).

Necukry

V řepné šťávě jsou dále obsaženy organické bezdusíkaté látky, organické dusíkaté látky a anorganické látky (Jůzl a kol., 2000).

Bezdušíkaté látky obsažené v řepné šťávě tvoří organické kyseliny, cukry, saponin, tuk a asi 2 % rozpuštěného pektinu a arabanu (Rybáček a kol., 1985). Organické dusíkaté látky se rozlišují dle vazby dusíku v molekule, uspořádání a struktury na bílkoviny, aminokyseliny a jejich amidy, puriny, vitamíny, rostlinné zásady, enzymy, a pyrimidiny. Obsah dusíkatých látek v cukrovce je proměnlivý a může být ovlivněn odrůdou, hnojením, a dalšími faktory (Pelikán a kol., 1999).

3.1.3 Chemické složení cukrové řepy

Z chemického pohledu je cukrová řepa primárně složena ze tří základních prvků a to uhlíku, vodíku a kyslíku. Z těchto prvků jsou syntetizovány aminokyseliny, sacharidy, organické kyseliny, bílkoviny, lipidy a další sloučeniny. Cukrovka obsahuje i další prvky, které jsou nezbytné jako součást strukturálních tkání nebo se účastní biochemických reakcí. Patří sem dusík, fosfor, draslík, železo, síra, chlor, vápník, magnesium, sodík, bor, měď, mangan, molybden a zinek (Draycott a kol., 2003).

Z chemického složení je pro nás nejdůležitější cukernatost, tj. procentický obsah sacharózy. Veškerý cukr v řepě (hmotnost x cukernatost) představuje biologický výnos cukru nebo „výnos polarizačního cukru“. Výnos polarizačního cukru se v cukrovaru nedá plně vytěžit, protože v cukrové řepě jsou obsaženy látky, které celkovou výtěžnost snižují a jsou příčinou výroby melasy, ze které již nejde běžnými způsoby cukr vykrytalizovat. Melasotvorné látky jsou tedy důležitým kritériem jakosti cukrovky. V cukrovarech se běžně stanovuje obsah rozpustného sodíku a draslíku. Obsahy se vyjadřují v mmol.100 g⁻¹ řepy a běžné obsahy jsou u Na 0,5 – 2,0 a 3,0 – 5,0 mmol.100 g⁻¹ u K. Dále se stanovuje

alfa - amino - dusík, který se také vyjadřuje v $\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ řepné kaše. Běžným obsahem tohoto škodlivého dusíku je rozsah 1,0 - 2,0. Obsahy draslíku, sodíku a alfa - amino - dusíku se označují jako rozpustné popeloviny a jsou v cukrové řepě nežádoucí. Snižují výtěžnost rafinády z polarizačního cukru v závislosti na obsahu v řepě. Výtěžnost se může snížit o 10 – 20 %. Tento cukr zůstává v melase (Chochola, 2010). Obsah popelovin v řepné bulvě značně kolísá a bývá ovlivněn odrůdou, průběhem povětrnosti, výživou a půdními podmínkami. Cukrová řepa obsahuje v bulvě v průměru 0,7 % minerálních látek. Největší podíl zaujímá draslík ve formě K_2O , který tvoří z celkového množství popelovin 35 – 42 %. Z popelovin jsou nejškodlivější chloridy, pak dusičnany a uhličitany. Je všeobecně známo, že jeden díl rozpustných popelovin brání krystalizaci pěti dílů cukru (Pelikán a kol., 1999).

Obsah těchto látek je při výkupu bulv cukrovarem zjišťován a ve výsledných výkupních cenách je brán ohled na obsažené množství těchto látek. V praxi platí, že všechna agrotechnická opatření, která zajišťují dobrou cukernatost, vedou i k nízkému obsahu melasotvorných látek (Chochola, 2010).

Tabulka 1: Procentuální obsah popelovin v cukrové řepě (Pelikán a kol., 1999)

Popelovina	K	Na	Ca	P	Cl
Obsah %	0,21	0,052	0,06	0,03	0,02

Digescce (Dg) udává obsah cukru v hmotnostních procentech sacharózy stanovené polarimetricky. Využívá se při hodnocení cukernatosti suroviny, tj. cukrovky nebo řepných řízků. Obsah sacharózy v meziproduktech označujeme jako polarizace.

Rozpustný popel vyjadřuje obsah necukrů v řepě. Stanovuje se konduktometricky v % na řepu nebo jako obsah K a Na v $\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ řepy stanovený na plamenném fotometru. U jakostní řepy se obsah popela pohybuje pod úrovní 0,5 %. Tyto popeloviny působí melasotvorně a nedají se z řepné šťávy nijakým způsobem odstranit.

Škodlivý dusík je tvořen dusíkatými látkami, které projdou do lehké šťávy a působí melasotvorně. Uvolňuje se při saturaci a je to všechnen dusík řepy po odečtení dusíku bílkovin a dusíku amoniaku a části dusíku amidů. Škodlivý dusík se stanovuje kolorimetricky a vyjadřuje se v mmol na 100 g^{-1} cukrovky.

MB faktor vyjadřuje poměr výroby melasy ku bílému zboží v %. Je rozhodujícím kritériem pro posouzení technologické jakosti a způsobilosti cukrovky pro sklizeň a zpracování. Vypočítá

se podle vzorce $MB = M/B \cdot 100$, kdy M je M faktor, vycházející z obsahu rozpustného popela stanoveného v řepné bulvě. B faktor vyjadřuje výtěžnost bílého cukru a udává ji jako produkci rafinády v procentech na hmotnost cukrové řepy. Vypočítá se ze stanovené digesce a obsahu rozpustného popela (Pelikán a kol., 1999).

Tabulka 2: Hodnota MB faktoru dle kvality cukrovky (Pelikán a kol., 1999)

Technologická kvalita cukrovky	Hodnota MB faktoru
Vynikající	12 - 19
Dobrá (v září)	20 - 30
Dobrá (v říjnu)	18 - 28
Nezralá a poškozená řepa	25 - 40
Nevyhovující, alterovaná řepa	80 - 150

3.2 Výživa a hnojení cukrovky

Cukrová řepa má velmi specifické nároky na výživu a tudíž i na hnojení, kterým pěstitel výživu usměrňuje (Chochola, 2010). Vhodná kombinace hnojení průmyslovými a organickými hnojivy je jedinou možností, jak zajistit cukrovce správnou výživu a to i na úrodných půdách (Vaněk a kol., 2002). Dlouhá vegetační doba vede k poměrně dlouhému období vytváření listové růžice a kořenového systému před obdobím převážné tvorby zásobního orgánu a sacharózy. Tvorba růžice a kořenového systému převládá ve využití asimilátů do konce června. Od července se však již zhruba 50 % asimilátů ukládá jako sacharóza a 50 % slouží k dobudování listové růžice a bulvy. Koncem září tvoří přírůstky cukru na celkovém přírůstku sušiny 80 – 90 %. V chrástu cukrovky je obsaženo velké množství živin. Jejich příjem musí být zajištěn v první části vegetace v období tvorby chrástu. Ve druhé části vegetace postačuje příjem pro částečnou obnovu odumřelých listů a pro biochemické pochody spojené s tvorbou, transportem a ukládáním sacharózy (Rybáček a kol., 1985).

3.2.1 Příjem živin rostlinami

Příjem živin je pojem, pod kterým rozumíme proces postupu živin z vnějšího prostředí do rostliny. Příjem živin je jedním ze základních projevů života rostliny a zahrnuje v sobě

především kvalitativní změny, kdy z abiotického materiálu se stává složka buňky, která je schopna dalších asimilačních procesů, jejichž výsledkem je produkce nové hmoty (Ryant).

Rostliny přijímají živiny zejména kořeny, jen malou částí přes listy a převážně ve formě iontů. Předpokládá se, že mechanismy příjmu, které fungují v kořenech, fungují i v listech. Rozdíl je v tom, že při příjmu živin přes listy musí ionty nejprve překonat kutikulu (Hejnák a kol, 2007).

3.2.1.1 Kořenová výživa

Na příjmu živin kořeny se podílí mladé části kořenů, zvláště zóna kořenového vlášení, která až několikrát zvyšuje povrch kořene (Ryant). Kořeny přijímají živiny z půdního roztoku a distribuují je mezi listy, stonky a kořeny. Jako půdní roztok se označuje veškerá volná voda v půdě s takovým množstvím a poměrem rozpuštěných živin, které odpovídají aktuálním fyzikálním, chemickým a biologickým podmínkám (Procházka a kol., 1998).

3.2.1.2 Mimokořenová výživa

Mimokořenovou výživou rostlin rozumíme příjem a využití minerálních, ale i organických látek aplikovaných na jejich nadzemní části ve formě vodných roztoků (Richter a Hřivna, 2008). V praxi pěstování polních, ovocných i zahradních plodin se mimokořenová aplikace živin uplatňuje především u mikroživin. U makroživin představuje foliární aplikace vždy jen dočasné řešení příjmu živin (například při nedostatku vody v půdě, tedy omezení příjmu živin kořeny). Množství živin jako podíl z obsahu živin aplikovaných je poměrně malý (Procházka a kol., 1998). Tento druh výživy nemůže plně nahradit výživu rostlin kořeny, a proto je třeba ji chápat jako výživu doplňkovou, která umožňuje v praxi:

- operativní korekci výživného stavu rostlin na základě jejich chemické analýzy nebo podle vizuálních změn na rostlinách,
- reagovat na nepříznivé vnější podmínky (nízká půdní teplota, nevhodné půdní podmínky pro příjem určité živiny, nerozpustná forma živin v půdě aj.),
- překonání kritických podmínek v růstu rostlin, a to zvláště při poškození kořenů,
- dodat nezbytné množství mikrobiogenních prvků, potřebných pro dosažení předpokládaného výnosu,
- aplikaci živin spojit s ošetřením porostů morforegulátory, herbicidy a pesticidy (Richter a Hřivna, 2008).

Po aplikaci roztoku živin procházejí jednotlivé ionty nejprve kutikulou, která se skládá z několika vrstev tvořených kutinem a vosky. Houbovitá struktura kutikuly umožňuje pomalý transport vody a v ní obsažených živin. Tato propustnost je větší při ovlhčení povrchu listu, kdy se zvyšuje hydratace a bobtnání kutikuly (Procházka a kol., 1998). Pronikání látek do listu je řízeno koncentračním gradientem, je to tedy pasivní proces. Po proniknutí živin kutikulou a poté, co se dostanou k buňkám listového mezofylu, stává se příjem aktivním procesem, stejně jako je tomu v kořenech. Příjem probíhá proti koncentračnímu gradientu za spotřeby metabolické energie a je zprostředkován specifickými přenašeči bílkovinné povahy, které jsou umístěny na cytoplasmatické membráně buněk. Živiny, které takto vstoupí do buňky, mohou být buď ihned metabolizovány, nebo ukládány do vakuoly. Hlavní podíl živin v listu je transportován symplastem na místo spotřeby (Trčková a kol., 2009). Rychlost příjmu jednotlivých živin je značně rozdílná. Kationty pronikají přes membrány rychleji než anionty. Rychlost příjmu iontů v rostlině ovlivňuje účinnost foliární výživy. Přijaté živiny rostlinou se však vyznačují rozdílnou pohyblivostí. U málo mobilních živin je proto třeba postříky opakovat nebo je provádět v době, kdy je rostlina nejvíce potřebuje. Řada živin, které jsou pomalu přijímány a v rostlinách relativně nemobilní, mohou být ve formě foliární výživy velmi účinné a mohou preventivně zajistit, případně odstranit, jejich nedostatky. Při mimokořenové výživě lze dosáhnout až 85% účinnosti živin, zatímco při aplikaci hnojiv přes půdu pouze 30 - 60% účinnosti v závislosti na druhu živiny (Ryant).

Tabulka 3: Rychlost absorpce jednotlivých živin listy rostlin

Živina	Doba při 50% absorpci
Dusík v močovině	1/2 až 2 hod.
Hořčík	2-5 hod.
Draslík	10-24 hod.
Vápník, mangan, zinek	1-2 dny
Fosfor	5-10 dnů
Železo, molybden	10-20 dnů

Zdroj:http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/prijem_zivin/prijem_mimokorenovy.htm

Rychlost příjmu živin do buněk listu je ovlivněna mnoha vnitřními i vnějšími faktory. Příjem foliárně aplikovaných živin je vyšší u mladých rostlin a snižuje se v průběhu stárnutí listů, které je provázáno poklesem metabolické aktivity, uvolňováním živin z vakuol a

cytoplasmy a zvětšováním tloušťky kutikuly. Obecně platí pro vstup zředěných roztoků živin do buněk listů několik zásad:

- rychleji jsou přijímány malé molekuly v porovnání s velkými,
- nenabité molekuly jsou lépe přijímány než ionty, jednomocné ionty lépe než dvojmocné či trojmocné,
- kationty vstupují do listu rychleji než anionty (Trčková a kol., 2009).

Značný význam mají i faktory vnějšího prostředí: vlhkost, teplota, světlo. Čím je relativní vlhkost vzduchu větší, tím déle zůstane roztok na povrchu listů a zvýší se vstup živin do listů. Po odpaření vody a při vyšší teplotě, je příjem iontů omezen a může docházet i k popálení listů (Ryant).

Tabulka 4: Absorpce a relativní mobilita foliárně aplikovaných živin

Pořadí adsorpce	Pořadí mobility
Rychle: N (močovina), Rb, Na, K, Cl, Zn	Mobilní: N (močoviny), Rb, Na, K, P, Cl, S
Středně rychle: Ca, S, Ba, P, Mn, Br	Částečně mobilní: Zn, Cu, Mn, Fe, Mo, Br
Pomalou: Mg, Sr, Cu, Fe, Mo	Nemobilní: Mg, Ca, Sr, Ba

Zdroj: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/prijem_zivin/prijem_mimokorenovy.htm

3.3 Biologicky aktivní látky

Pomocné rostlinné přípravky tvoří různorodou skupinu látek, která je určena k použití formou listové aplikace. Používání těchto přípravků podléhá registraci ÚKZÚZ a tvoří samostatnou skupinu v Registru hnojiv. Pomocné rostlinné přípravky neobsahují významnější množství živin (Trčková a kol., 2009). Biostimulanty obsahují látky nebo mikroorganismy, jejichž funkcí je při aplikaci na rostlinu stimulovat přirozené procesy rostliny za účelem zvýšení příjmu a účinnosti živin, tolerance vůči abiotickému stresu a za zvýšením kvality plodin (Calvo a kol., 2014). V rámci nových agrotechnických opatření zaujímá zvláštní a velmi významné postavení a vykazuje široké multifunkční působení na rostliny. Tyto látky, ať již produkované samotnými rostlinami (endogenní) nebo syntetické, aplikované exogenně, kontrolují dělení buněk, ovlivňují základní životní procesy (dýchání, fotosyntézu, kořenovou výživu, růst, tropizmy, kvetení, tvorbu plodů) a regulují fyziologickou a morfológickou korelaci orgánů a tkání rostlin. Jejich největší úloha v rostlinné výrobě spočívá v regulaci růstu a vývoje rostlin tak, aby dosáhly co nejvyšší produkční schopnosti, resp. co nejvyššího výnosu (Štranc a kol.,

2010). V souvislosti s dosažením soběstačnosti a následnou nadprodukcí potravin v Evropě dochází k poklesu zájmu o získání maximálního možného výnosu a čím dál více se prioritou stává kvalita dosahované produkce, odolnost k abiotickým i biotickým stresům a v neposlední řadě ochrana životního prostředí. Na trhu se objevuje široké spektrum látek obecně označovaných jako biostimulátory. Jejich společným znakem je více či méně přírodní původ (Trčková, 2010). Všeobecně se uvádí, že vyšší účinky stimulatorů růstu se projevují zejména po aplikaci k rostlinám pěstovaným za podmínek, které nebyly pro jejich růst a vývoj optimální. Regulátory růstu přispívají k urychlení poststresové regenerace rostlin. Právě to umožňuje jejich účelné a praktické využití (Pulkrábek a kol., 2007). Účinnost souvisí především s množstvím aplikované dávky a s termínem, kdy jsou regulátory růstu aplikovány (Ball a kol., 1999).

3.4 Přehled pomocných přípravků registrovaných v České republice

Sodné soli nitrofenolů

Nízkomolekulární fenolické látky mohou ovlivnit (zpomalit) rychlost odbourávání auxinů. Jejich použití v raných fázích vývoje a v období intenzivního růstu by mohlo stimulovat diferenciaci a růst kořenů.

Deklarovaný účinek: Ovlivňuje proudění plazmy v buňce. To má za následek lepší zakořeňování, příjem živin a intenzivnější růst; antistresové účinky.

Deriváty kyseliny benzoové

Kyselina 2 - aminobenzoová (k. antranilová) je vzdálený prekurzor auxinu. Pro dosažení auxinové aktivity musí být nejdříve metabolizována na aminokyselinu tryptofan (je součástí bílkovin), ze kterého může být dále syntetizována kyselina indolyloctová (tj. auxin).

Endogenní kyselina 2 - hydroxybenzoová (k. salicylová) se podílí na přenosu stresového signálu (hlavně u biotického stresu).

Kyselina 2 - amino - pentandiová (k. glutamová) patří k primárním metabolitům N a tvoří významný podíl v celkovém obsahu volných aminokyselin.

Deklarovaný účinek: Zvyšuje kvalitu a výnosy obilnin i ostatních plodin, pozitivně ovlivňuje růst kořenů i nadzemních částí.

Huminové látky

Huminové látky jsou vysokomolekulární sloučeniny, které vzhledem ke své velikosti pravděpodobně vůbec nevstupují do rostlinných pletiv. Při společné listové aplikaci s nepolárními látkami (např. močovina) nebo jednomocnými ionty mírně snižují rychlost jejich příjmu, ale současně zpomalují vysychání aplikovaného roztoku. V delším časovém úseku za suchého a teplého počasí by mohly pozitivně ovlivnit jejich příjem. Vlastnosti a předpokládaný stimulační účinek do značné míry závisí na výchozí surovině a způsobu zpracování.

Deklarovaný účinek: Zlepšuje kondici rostlin, tím je zvýšena jejich odolnost proti nepříznivým faktorům. Dále podporuje zakořeňování, růst, kvetení a množství zásobních látek. Stimuluje klíčení semen a vzcháživost rostlin (Trčková, 2010).

Hydrolyzáty bílkovin (aminokyseliny)

Aminokyseliny jsou převážně vyráběny chemickou metodou nebo enzymatickou hydrolýzou proteinů obsažených ve vedlejších zemědělských produktech jak živočišného, tak rostlinného původu. Získávání aminokyselin z rostlin je méně časté (Colla a Roupheal, 2015). Malé dávky hydrolyzátů bílkovin růst a vývoj rostlin nemohou významněji ovlivnit, protože nízkomolekulární peptidy a volné aminokyseliny tvoří komplexy se stopovými živinami, jako součást listových hnojiv (jsou-li přítomny v dostatečném množství) mohou příznivě ovlivnit jejich příjem i translokaci uvnitř rostliny.

Deklarovaný účinek: Stimulace dělení buněk, chloroplastů a biosyntézy chlorofylu.

Extrakty z mořských řas

Pro přípravu extraktů slouží hlavně hnědé řasy. Za hlavní účinné látky jsou považovány fytohormony auxiny a cytokininy, přičemž jejich vzájemný poměr je důležitější než celkový obsah. Kvalita výsledného produktu závisí na druhu použité řasy, době sklizně a způsobu extrakce nebo hydrolýzy.

Deklarovaný účinek: Podporuje růst kořenů, což umožňuje optimální růst a vývoj rostlin a z toho vyplývající zvýšení výnosů, případně kvality produkce (Trčková, 2010).

3.5 Fytohormony

Růst rostlin byl vysvětlován převážně v souvislosti s procesy výživy rostlin. Již na konci 19. století se německý botanik Julius von Sachs domníval, že existují chemické signály, kterými mohou jednotlivé orgány rostlin vzájemně komunikovat. Tento koncept byl detailně rozpracován brněnským profesorem R. Dostálem. Od té doby se získalo mnoho dalších informací o chemických látkách, které regulují růstové a vývojové procesy u rostlin. Obecně se nazývají jako růstové regulátory (Procházka a kol., 1998).

Přirozené růstové regulátory rozdělujeme do dvou skupin: rostlinné hormony (fytohormony) a další látky s regulační aktivitou. Dále je známá celá řada látek synteticky připravených, které při vnějších aplikacích prokazují silnou růstovou aktivitu, ať v povzbuzování růstu, tak i jeho útlumu. Syntetické růstové regulátory nejsou součástí metabolismu rostlin a při aplikaci působí často delší dobu než aplikované fytohormony, protože rostliny nemají enzymatický aparát, který by je rozkládal.

Fytohormony jsou definovány jako chemické signály, které jsou účinné ve stopových množstvích $\leq 1 \text{ mmol.l}^{-1}$, často i $\leq 1 \mu\text{mol.l}^{-1}$. Na rozdíl od živočišných hormonů nejsou přísně specifické a většinou regulují i více fyziologických procesů. Pro výsledné působení je důležité množství, aktivita a především vzájemný poměr jednotlivých fytohormonů.

V současné době máme nejvíce poznatků o fytohormonech tří skupin označovaných jako auxiny, gibereliny a cytokininy. Dále patří mezi významné fytohormony i kyselina abscisová a etylén, kde tyto základní fytohormony mají nezastupitelnou funkci v naprosté většině rostlin. Stimulační růstové vlivy jsou přitom spojeny především s nízkými koncentracemi auxinu, s cytokininy a gibereliny. Inhibiční vlivy pak mají kyselina abscisová s etylénem a s vyššími koncentracemi auxinu (Hejnák a kol., 2007).

3.5.1 Mechanismus působení fytohormonů

Účinku hormonu vždy předchází vazba na receptor (bílkovina) a i u rostlin je působení hormonů možné zřejmě dvěma hlavními cestami:

1. Hormon proniká do buňky, váže se na rozpustný receptor v cytoplazmě. Takto vzniklý komplex proniká do jádra, kde vyvolá změnu v expresi některých genů.

2. Hormon se váže na receptor umístěný na plazmatické membráně. Signál je pak dále přenášen do buňky systémy druhých posílů.

Biochemické ovlivňování genové aktivity pomocí fytohormonů není doposud uspokojivě vysvětleno. Avšak existuje řada důkazů, že probíhá především na úrovni přepisu a úpravy mRNA (Hejnák a kol., 2007).

3.5.2 Klasifikace fytohormonů

3.5.2.1 Auxiny

Auxin je prvním objeveným a dosud nejlépe prozkoumaným fytohormonem. Práce na jeho objevu začíná na konci 19. století, kdy Ch. Darwin a jeho syn studovali reakci koleoptile na světlo (Šetlík a kol., 2004). Podstatu tropizmů se podařilo vysvětlit F. W. Wentovi při práci s koleoptilemi ovsa. Prokázal, že špičky produkují látku, která difunduje do agaru a stimuluje prodlužovací růst (Procházka a kol., 1998).

Rostlinný hormon auxin hraje klíčovou roli téměř v každém aspektu vývoje rostlin včetně embryogeneze, buněčné elongace a diferenciaci buněčných pletiv (Hayashi a kol., 2015).

Auxiny se tvoří především ve vzrostném vrcholu stonku, odkud jsou transportovány lodyhou bazipetálně symplastickou cestou rychlostí asi $0,01 \text{ m}\cdot\text{h}^{-1}$, v mladých listech, kde se pohybují akropetálně i bazipetálně lýkem lodyhy, mnohem rychleji, rychlostí asi $0,10$ až $0,25 \text{ m}\cdot\text{h}^{-1}$. Auxiny dále přecházejí až do kořenů, kde se pohybují v cévních svazcích a živými buňkami středního válce kořenu až do kořenové špičky, kde jsou enzymaticky odbourávány. Auxiny vznikají také v kambiu, kde podporují dělení a vznik dřeva a lýka (Hejnák a kol., 2007).

Auxiny rozdělujeme do dvou skupin, na auxiny přirozené a syntetické. Nejdéle známým auxinem je kyselina indolyl - 3 - octová (IAA). V rostlinách se nachází celé spektrum indolových sloučenin, z nichž mnohé jsou v metabolickém vztahu k IAA, ale nevykazují biologickou aktivitu. Dále byly v rostlinách nalezeny kyselina indolyl - 3 - máselná (IBA) a 4 - chlor - IAA, dříve považovány za látky syntetické. Dalším přirozeným auxinem je kyselina fenylactová (PAA). Nenachází se ve všech rostlinách a vyskytují se v řádově menších koncentracích. Její účinnost je výrazně nižší než účinnost IAA (Procházka a kol., 1998).

Společným znakem syntetických auxinů je aromatický kruhový systém, v jehož postranním řetězci je umístěna karboxylová skupina. Všechny dosud známé syntetické auxiny jsou slabé organické kyseliny. Syntetické auxiny lze rozdělit do čtyř skupin:

1. naftalenové kyseliny: nejdůležitější je α - naftyl - octová kyselina (NAA),

2. chlorfenoxykyseliny: kyselina 2,4 - dichlorfenoxyoctová (2,4 - D);
2,4,5 - trichlorfenoxyoctová (2,4,5 - T) a 2 - metyl - 4 - chlorfenoxyoctová (MCPA),
3. benzoové kyseliny (2,3,6 - a 2,4,5 - trichlorbenzoová, dicamba)
4. deriváty kyseliny pikolinové: picloram (Procházka a kol., 1998).

Hlavní fyziologické účinky

1. Stimulace prodlužovacího růstu: stimulace růstu je vyvolána auxinem obvykle v rozmezí koncentrací $10^{-7} - 10^{-5}$ mol.l⁻¹. Vyšší koncentrace auxinu naopak v řadě případů růst inhibují, často v důsledku zvýšené tvorby etylénu.
2. Regulace tropizmů: pod vlivem gravitace či jednostranného osvětlení dochází k nerovnoměrné laterální distribuci IAA a v důsledku toho k nerovnoměrnému růstu a ohybu.
3. Apikální dominance: auxin je produkován z větší části v apikální oblasti a transportován bazipetálně. Tento transport je důležitý pro udržení apikální dominance, kdy rostlina nevětví.
4. Regulace opadu listů a plodů: buňky opadavé zóny jsou aktivní, dokud je funkční transport IAA přes tuto zónu. V okamžiku jeho zastavení nastává rozkladný, lytický proces a list nebo plod opadávají.
5. Stimulace tvorby kořenu: Aplikace auxinů stimuluje tvorbu adventivních kořenů na segmentech stonků. Vztah hladiny endogenní IAA a tvorby a růstu kořenů však nebyl dosud vyjasněn.
6. Udržení polaritity buněk, orgánů i celé rostliny.
7. Buněčné dělení kambia a vývoj cévních svazků: auxin hraje rovněž důležitou úlohu v diferenciaci buněk zejména proto, že ovlivňuje jejich polaritu. Jako příklad lze uvést indukci embryogenní schopnosti v procesu somatické embryogeneze.
8. Schopnost koncentrovat asimiláty: nezralá semena syntetizují IAA, ta se hromadí v plodu a zvyšuje právě tuto schopnost (Hejnák a kol., 2007).

3.5.2.2 Cytokininy

Cytokininy jsou spolu s auxiny uváděny jako hlavní růstové regulátory rostlin. Za přítomnosti optimální koncentrace auxinů ovlivňují dělení buněk v rostlinných pletivech. Protože je buněčné dělení velmi zásadní pro většinu pochodů v rostlinném organizmu, jsou předmětem zájmu vědců již dlouhou dobu (Macháčková, 1998).

První přirozený cytokinin byl nalezen v nezralém endospermu kukuřice a byl nazván zeatin. V současné době známe více než 30 přirozených cytokininů (Procházka a kol., 1998). Zeatin i všechny ostatní cytokininy jsou v rostlině přítomny volně nebo konjugovaně. Pouze volné cytokininy jsou hormonálně aktivní. Konjugace se sacharidy má za následek reverzibilní inaktivaci cytokininů a má regulační charakter (George a kol., 2008). Všechny cytokininy vycházejí strukturně z adeninu substituovaného na aminoskupině v poloze 6 -, tato konfigurace je podmínkou biologické aktivity (Procházka a kol., 1998). Nejznámější jsou již zmiňovaný zeatin, dále dihydrozeatin, izopentyladenin a izopentylaminopurin. Ze syntetických cytokininů je nejdéle známý kinetin, dále se experimentálně velice často používají benzyladenin a benzylaminopurin (Hejnák a kol., 2007). Hlavním místem syntézy cytokininů jsou kořeny, odkud jsou cytokininy transportovány do nadzemní části xylémem. Přesto však za určitých podmínek se některé části rostlin mohou stát autonomní a pravděpodobně produkovat cytokininy samy.

Nejvyšší hladiny cytokininů nalezneme v intenzivně se dělících a rostoucích pletivech. Koncentrace cytokininů může být ovlivněna i dalšími hormony, např. vyšší hladiny auxinu a etylenu potlačují akumulaci cytokininů (Procházka a kol., 1998).

Hlavní fyziologické účinky

1. Buněčné dělení: cytokininy ovlivňují některé reakce v buněčném cyklu, pravděpodobně stimulují některé z kináz. Mají ale také významný vliv na replikaci DNA ve fázi S mitózy: zkracují replikony, urychlují přepis DNA a synchronizují buněčné dělení v pletivech.
2. Regenerace orgánů: ve spojení s účinky auxinů je základem regeneračních procesů *in vitro*. Poměr koncentrací auxinů a cytokininů rozhoduje o tom, jak bude regenerace probíhat. Postupnými změnami koncentrací můžeme dosáhnout regenerace celé rostliny.
3. Apikální dominance: cytokininy v tomto případě působí jako antagonisté auxinů, tj. potlačují apikální dominanci. Aplikace cytokininů stimuluje větvení stonku.
4. Zpomalení stárnutí: cytokininy dokáží proces stárnutí v listech výrazně zpomalit.
5. Zvýšení síly sinku: po aplikaci cytokininů můžeme pozorovat pohyb značených aminokyselin a cukrů do místa aplikace. Také udržují vysokou metabolickou aktivitu pletiv. Důsledkem zvýšení sinku je vyšší konečná biomasa orgánů s vysokým obsahem cytokininů. Z dalších funkcí cytokininů lze uvést stimulaci diferenciaci plastidů, tvorbu

chlorofylu a škrobu, zvýšení tolerance vůči extrémním podmínkám prostředí, iniciace tvorby semen a inhibice zakořeňování (Procházka a kol., 1998).

3.5.2.3 Gibereliny

Gibereliny získaly své jméno podle houby *Giberella fujikuroi*. Napadené rostliny touto houbou nápadně zesilují prodlužovací růst, ale trpí nedostatkem chlorofylu a nakonec podléhají nekrotickým pletivům (Hejnák a kol., 2007). Odtud dostaly gibereliny i své jméno. Jejich struktura byla objasněna až v padesátých letech. Nejprve byla z houby identifikována kyselina giberelová (GA₃), popsána její struktura a zjištěno, že se vyskytuje i ve vyšších rostlinách. Dnes je známo více než 100 různých molekul s giberelinovou strukturou. Gibereliny můžeme rozdělit do dvou skupin: na gibereliny s 19 a 20 atomy uhlíku. Liší se i počtem a polohou hydroxylových a karboxylových skupin.

Gibereliny jsou transportovány ve floému, ale byly někdy detekovány i v xylému, což svědčí o jejich syntéze v kořenech. Význam jejich transportu není dosud objasněn (Procházka a kol., 1998).

Hlavní fyziologické účinky

1. Stimulace prodlužovacího růstu: na rozdíl od auxinů se tento účinek týká pouze nadzemních částí rostliny. Gibereliny aktivují prodlužovací růst stonku u intaktních rostlin.
2. Jarovizace: jarovizační požadavek rostlin lze eliminovat aplikací giberelinů.
3. Indukce kvetení: aplikace giberelinů indukuje kvetení u dlouhodobých rostlin, které ve vegetativním stavu vytvářejí přízemní listovou růžici. Gibereliny také ovlivňují pohlaví květů. Jejich aplikace zvyšuje především tvorbu samčích květů.
4. Stimulace klíčení: gibereliny jsou významným endogenním regulátorem klíčení semen (Procházka a kol., 1998). Ruší klidové období semen (Hejnák a kol., 2007).

3.5.2.4 Kyselina abscisová

Dosud popsané skupiny hormonů mají na růstové a vývojové procesy účinky spíše stimulační. V rostlinách se ale vyskytují i látky růstové a vývojové procesy inhibující. Tyto látky byly nalezeny paralelně při studiu dvou procesů: opadu listů a plodů stromu. Výzkum příčiny opadu plodu bavlíku vedl k závěru, že jej způsobují látky, které byly označeny jako

abscisin I a abscisin II (abscise = opad). Současně byl získán z listů javoru klenu, izolovaných koncem léta při krátkém dni, extrakt, který při aplikaci na vrchol letorostů javoru způsoboval přechod do dormance. Látka byla označena jako dormin. Ukázalo se, že dormin je totožný s abscisinem II, který byl s ohledem na kyselou povahu přejmenován na kyselinu abscisovou (ABA) (Hejnák a kol., 2007). Kyselina abscisová je seskviterpen s 15 uhlíkovými atomy a cyklickou částí v molekule (Procházka a kol., 1998).

Tvoří se především v kořenových špičkách a v dospělých listech. V menším množství i v mnoha dalších orgánech. Její tvorba je vyšší za krátkého dne a silně stoupá při nedostatku vody. Transportuje se z kořenů do nadzemní části xylému a v rámci nadzemní části ve floému rychlostí 0,025 – 0,035 m.h⁻¹ (Hejnák a kol., 2007).

Hlavní fyziologické účinky

1. Inhibice prodlužovacího růstu: po aplikaci ABA se sníží růstová rychlost rostliny.
2. Stimulace opadu: opačný účinek, tj. účinek růstově stimulační, má kyselina abscisová na buňky opadavé.
3. Urychlení stárnutí: ve zralých pletivech brzdí kyselina abscisová metabolickou aktivitu, stimuluje degradační procesy a tak urychluje proces stárnutí.
4. Regulace dormance: klíčení semen či hlíz může začít až v okamžiku, kdy obsah ABA klesne pod určitou hraniční hodnotu. Délka dormance je určována hlavně vzájemným poměrem ABA/ gibereliny. Ten rozhoduje o tom, kdy semena vyklíčí.
5. Regulace vodního režimu rostliny: při nedostatku vody vyvolává ABA uzavření průduchů a mimo to zvýší hydraulickou vodivost kořenů. Nedostatek vody vyvolá velmi rychlý vzrůst obsahu volné ABA v listech i v kořenech. Toto zvýšení trvá několik hodin a odeznívá. Abscisová kyselina redukuje nejen negativní vliv nedostatku vláhy, ale i dalších stresů, které nedostatek vody v buňce vyvolávají, jako nízkých teplot, zasolení apod. Proto je ABA považována za důležitý faktor ochrany rostlin proti stresům (Procházka a kol., 1998).

3.5.2.5 Etylén

Již koncem 19. století byl znám vliv svítiplynu na některé procesy rostlin, především na opad listů. Bylo zjištěno, že aktivní složkou svítiplynu je etylén. Důkaz tvorby etylénu v rostlině byl však podán až ve třicátých letech. V té době byly již známy některé účinky etylénu a ty byly využívány především k defoliaci a dozrávání. Etylén (H₂C = CH₂) je nejjednodušší uhlovodík

s dvojnou vazbou. Tato vazba je nepolární a je nositelem chemické reaktivity (Procházka a kol., 1998). Etylén má zvláštní postavení mezi rostlinnými hormony zejména proto, že je za normální teploty v plynném stavu a že je chemicky velmi jednoduchý. Tvoří se ve všech částech rostliny a prekurzorem je aminokyselina methionin (Hejnák a kol., 2007).

Hlavní fyziologické účinky

1. Etylén je endogenní fytohormon uvolňovaný každým živým pletivem rostliny, zvláště pletivem rostoucím.
2. Nápadně velké množství etylénu uvolňují zrající plody. Při zrání se mnohonásobně zvýší tvorba etylénu, který pak indukuje procesy zrání, např. degradaci celulózy, pektinů a škrobu.
3. Podobně jako zrání stimuluje etylén stárnutí a opad listů, květů a plodů (Hejnák a kol., 2007).

3.5.2.6 Brassinosteroidy

Poprvé byl izolován v roce 1979 z pylu řepky. Následný výzkum ukázal, že jsou velmi rozsáhlou skupinou látek. Dnes jich známe přes 30. Vyskytují se v širokém spektru rostlin a nejrozšířenější jsou v reprodukčních orgánech. K nejrozšířenějším brassinosteroidům patří brassinolid, castasteron a typhasterol. Brassinosteroidy výrazně stimulují prodlužovací růst, inhibují zakládání adventivních kořenů, oddalují opad listů a plodů a podporují diferenciaci xylémových elementů. Výrazně zvyšují odolnost rostlin ke stresům. Po aplikaci překonávají rostliny stresy s podstatně menšími ztrátami (Procházka a kol., 1998).

3.5.2.7 Kyselina jasmonová

Své jméno dostala po prvním zdroji z vyšších rostlin, ze kterého byla izolována z esenciálních olejů *Jasminum grandiflorum*. Dnes víme, že kyselina jasmonová a její metylester jsou obsaženy ve všech orgánech mnoha rostlin, a to v relativně vysokých množstvích (Procházka a kol., 1998).

3.6 Stres rostlin

V současné době je stres u rostlin zkoumán z různých hledisek, od velkých celků až po biologické regulace rostlin na molekulární úrovni. Ke změnám morfologie a funkcí organismů dochází nejen pod vlivem proměnlivého prostředí, ale někdy i v optimálních podmínkách. S vlivem stresorů, které probíhají na různých úrovních, jsou spojeny 2 pojmy.

Modifikace - je nedědičná fenotypická změna, která trvá do vyznění příčiny, jež ji způsobuje. Rostlina například mění svůj vzhled pod vlivem vnějších podmínek, ale její potomstvo má opět původní tvar těla.

Mutace - je trvalá genetická změna, která se převádí i na potomstvo.

Nepříznivé vlivy vnějšího prostředí mohou zpomalovat životní funkce rostlin, poškozovat jednotlivé orgány rostlin či dokonce navodit odumření rostliny. Pro jednotlivé vlivy prostředí lze stanovit meze, které už nejsou pro vývoj a růst rostliny optimální a kdy jsou nutné změny vlastností rostlin pro další úspěšné rozmnožování a vývoj. Na živé organismy vždy působí celý komplex vlivů – abiotických (fyzikálních a chemických) a biotických faktorů (živých organismů včetně člověka), které vstupují do vzájemných interakcí. Negativní vlivy - stresory, působí na celou rostlinu, tj. na kořeny, nadzemní části i na vyvíjející se semena. Skupina reakcí, které se spustí pod vlivem stresorů, se nazývá stresová reakce. Výsledkem stresové reakce je určitá adaptační schopnost. Může se přechodně zvýšit i úroveň odolnosti vůči abiotickým stresorům. Většinou se však rostlina pokouší o nastolení tolerance vůči stresu. Pokud proměnlivost negativních faktorů vnějšího prostředí překročí určitou mez, lze hovořit o stresu rostliny, to znamená, že se objeví poruchy struktur jednotlivých funkcí a následně i orgánů rostliny. Stres je tedy definice stavu, ve kterém se rostliny nachází pod vlivem stresorů (Bláha, 2003).

3.6.1 Stres cukrové řepy

3.6.1.1 Stres v důsledku nedostatku živin

Nedostatek dusíku

Dusík je jedním z nejvýznamnějších prvků pro všechny organismy a to včetně rostlin. Je součástí aminokyselin, amidů, pyrimidových a purinových bází, nukleových kyselin, bílkovin, chlorofylu, různých enzymů a dalších biologicky aktivních látek. Jeho obsah v rostlině je vyšší zpravidla v počátečních fázích růstu (Smith, 1995). Množství obsahu dusíku

v půdě je ovlivněno zejména podnebím a klimatickými podmínkami, množstvím organické hmoty v půdě a velký vliv má také zařazení vhodné předplodiny (Marchettia, Castelli, 2011).

Dostatek dusíku je nezbytný pro optimální získání cukru z řepy (Hergert, 2010). Nedostatek dusíku se na cukrovce projevuje zpočátku světle zeleným zbarvením listů, které postupně žloutnou, až mohou docela odumřít. Příznaky se obvykle objevují na starších listech odspodu rostliny, přičemž srdéčkové listy zůstávají delší dobu zelené. Rostliny s nedostatkem dusíku mají menší listovou plochu a postupně omezují růst. Dusík ovlivňuje celkovou vitalitu rostliny a rychlé zakrytí povrchu půdy listy. Při jeho nedostatku nebývá ovlivněna cukernatost, ale je snížen výnos kořene (Bittner, 2012). U vyvíjejících se rostlin jsou kořeny nitkovité, kdežto při jeho dostatku jsou krátké, silné a bílé (Bláha, 2003). Nedostatek dusíku se však může projevit i v případě jeho dostatku v půdě, a to v případech poškození kořenového systému, v případě sucha či přítomnosti velkého množství nerozložené organické hmoty v půdě. Nebezpečné může být přehnojení dusíkem (Bittner, 2012). Je tedy velmi důležité použít dusíkatá hnojiva v průběhu vegetace v závislosti na obsahu dusíku v půdě, zvolit správné dusíkaté hnojivo a jeho optimální dávku (Szczepaniak a kol., 2012). Přehnojení dusíkem má za následek snížení koncentrace cukru a zvýšený obsah nečistot (Hergert, 2010). Rostliny jsou také náchylnější k houbovým chorobám a napadení škůdci (Bittner, 2012).

Nedostatek fosforu

Cukrová řepa čerpá fosfor v průběhu celé vegetace. Na počátku je fosfor translokován do listů i do kořenů, ve druhé půli vegetace se kumuluje hlavně v kořenech. Cukrovka je velmi náročná na dostupnost fosforu v půdě, zvláště v raných fázích vývoje. Proto je důležité vytvoření bohaté kořenové soustavy co nejdříve. Velmi důležitá je dobrá půdní zásoba fosforu (Bittner, 2012). Fosfor je přijímán cukrovou řepou hlavně v anorganické formě (Terry a Ulrich, 1973). Přímým hnojením již nelze dosáhnout takové úrovně výnosu jako u půd s vysokou půdní zásobou fosforu. Viditelné příznaky fosforu jsou méně časté, ale nedostatečná výživa fosforem vede k malolistosti a opožděnému zapojení řádků řepy (Bittner, 2012). Dále se při nedostatku fosforu objevuje narudlý odstín listů, listy se prodlužují a mají slabou, málo výraznou žilnatinu. Starší listy od špiček vadnou, zasychají a rychle odumírají (Bláha a kol., 2003).

Nedostatek draslíku

Řepa je nejvíce náročná na draslík. Ten je přijímán rostlinami v průběhu celé vegetace. Více se kumuluje v listech, i když v kořenech je ho zastoupeno také značné množství. S rostoucími výnosy cukrovky velmi roste i příjem draslíku z půdy, proto jeho dostatek je

důležitý po celou dobu vegetace. Ve druhé půli vegetace má také pozitivní vliv na vyzrávání pletiv kořenů a lepší skladovatelnost bulev. Nedostatek draslíku se může projevit na chudých půdách s malým obsahem humusu. Nedostatek draslíku se na listech projevuje tmavě zelenou barvou, okraje listů se svinují nahoru a listy kolem okraje žloutnou. Žloutnutí pokračuje červenáním až hnědnutím a celkovou nekrotizací okraje listů. Zprvu se to projeví na starších, poté na mladších listech, které jsou delší dobu zelené, ale jsou drobné a zakrslé (Bittner, 2012).

Nedostatek hořčíku

Hořčík je základní prvek pro fotosyntézu rostlin a tvorbu chlorofylu. Je přijímán rostlinou pasivně a je snadno nahrazen jinými živinami, jako je draslík a vápník. Při dostatku hořčíku rostliny rychleji rostou a rychleji se uzavírají řádky. Při dostatečné zásobě hořčíku se zvýší výnos, cukernatost a sníží se obsah α – amino dusíku. Viditelné příznaky se v případě nedostatku projevují blednutím starších listů a žloutnutím mezi listovou žilnatinou. Příznaky se objevují od okraje listů a od okraje listových čepelí mohou odumírat. Zelené pruhy kolem listové žilnatiny jsou širší. Nejčastěji se nedostatek hořčíku objevuje na lehkých písčítých půdách s dostatkem vápníku. Nedostatek hořčíku je na našich řepářských půdách relativně častý. V případě jeho nedostatku v půdě je vhodnější zásobní hnojení hořečnatými hnojivy na podzim. Je vhodná i aplikace na list za vegetace, a to roztoku některých hořečnatých hnojiv či tekutých hnojiv s hořčíkem (Bittner, 2012).

Nedostatek bóru

Bór je velmi významným mikroelementem a uplatňuje se při floémovém transportu sacharózy a při dalších významných procesech metabolismu cukrů. Dostatek bóru pozitivně ovlivňuje příjem fosforu a dalších živin, napomáhá využití vápníku v rostlině. Nedostatek se může objevit na půdách chudých, za sucha či na půdách silně vyvápňených. Příznaky nedostatku bóru se projevují jak na listech, tak i na kořenech. První příznaky nedostatku bývají patrné na listových řapících, kde se objevuje hnědá skvrnitost až korkovitost, postupně pak odumírají srdéčkové listy a v hlavě bulvy se může objevit dutina. Tento projev se také nazývá suchá srdéčková hniloba. Časným projevem nedostatku jsou také nekrotické praskliny na čepeli listů. Bór je mikroprvkem a cukrovka ho pro svůj vývoj nepotřebuje mnoho, ale v případě jeho nedostatku reaguje velmi citlivě. V půdách, kde je nedostatek bóru, se doporučuje zásobní hnojení na podzim, přitom je však potřeba dávat pozor na přehnojení, neboť bór je při předávkování pro rostliny toxický. Nedostatek bóru snižuje výnos kořene vlivem zmenšení

listové plochy a snižuje cukernatost. K eliminaci poškození rostlin nedostatkem bóru je vhodné provést postřiky hnojivy obsahujícími bór nejpozději do poloviny července (Bittner, 2012).

Nedostatek manganu

Mangan je aktivátorem enzymových procesů v rostlině při tvorbě glycidů a bílkovin. Nedostatek manganu se projevuje žlutobílými skvrnami na listech mezi listovou žilnatinou. Tyto příznaky se objevují již na jaře a v případě silnějšího nedostatku bývá zbrzděn růst rostlin, listy mají vzpřímený růst, listové řapíky jsou delší a svisle rostoucí, okraje listů se mohou svinovat dovnitř. Později za vegetace mohou tyto příznaky vymizet v důsledku dosažení hlubších vrstev půdy s dostatkem manganu. Mangan je mikroprvkem ve výživě a jeho nedostatek se může projevit zablokováním příjmu v případě sucha či vysokého pH půdy (přes pH 6,5), zvláště na lehčích písčitých půdách. V případě silného nedostatku může být výnos snížen až o 30 %. Nedostatek bóru se projeví světle zelenými listy a zakrslým růstem (Bittner, 2012).

3.6.1.2 Stres vyvolaný fyzikálními faktory

Cukrová řepa je velmi citlivou plodinou, která silně reaguje na nepříznivé vlivy počasí. Abychom dosahovali nejvyšších výnosů, je třeba zajistit cukrové řepě co nejdéle vegetační dobu hlavně včasným setím. Může být ovšem poškozena jarními mrazíky. Cukrovka je náročná na množství srážek a zvláště na lehčích, písčitých půdách často trpí nedostatkem vody a vysokým slunečním svitem. Na počátku vegetace cukrovka trpí při prudkých srážkách. Může se vytvořit půdní škraloup, který brání vzcházení a růstu malých rostlin, přičemž dochází až k postupnému odumírání rostlin (Bittner, 2012).

Vodní stres

Vodní stres je pro rostlinu nejvíce limitujícím stresorem. Snižuje aktivitu všech enzymů v rostlině, zpomaluje růst rostliny a snižuje fotosyntézu. Důležitou úlohou vody je udržování turgidity, která má hlavní úlohu při prodlužování buněk a při růstu (Bláha a kol., 2003). Cukrovka je hlubokokořenící rostlina a míra poškození suchem závisí na rychlosti a hloubce zakořenění. U těžších půd s hlubokým orničním profilem nedochází k projevům sucha tak brzy, jako na lehkých půdách. Je-li sucho dlouhotrvající a doprovázeno vysokou intenzitou slunečního záření, dochází k tzv. „úžehu listů“, tzn. postupné prosychání listů ve formě nekrot, což omezuje listovou asimilační plochu. Sucho negativně ovlivňuje výnos kořenů, naopak může

docházet ke zvýšení cukernatosti. Při stresu ze sucha se zvyšuje nejen obsah cukru, ale také betainu a α – amino dusíku, což negativně působí na zhoršení výtěžnosti u cukrovky. Vodní stres u rostliny může umocnit i nadbytek dusíku v půdě (Bittner, 2012).

Mráz

Na poškození mrazem je cukrová řepa nejnáchylnější v raných fázích vegetace. Poškození mrazem se na rostlinách projeví zešednutím a zhnědnutím listů a celkovou ztrátou turgoru. Při menším poškození nekrotizují okraje děložních listů, popřípadě prvních pravých listů a takovéto poškození jsou rostliny zpravidla schopny přežít. Pokud mráz přijde ve fázi pouhých děložních listů, obvykle dojde k úhynu rostlin.

Na podzim může mráz poškodit porosty ponechané k pozdní sklizni. Hlavní poškození mrazem ovšem hrozí na skládkách, kde dochází k promrzání hromad. Po pominutí mrazů kořen cukrovky měkne, sklovatí až zčerná. Takto poškozená řepa je napadána nekrotrofními houbami a bakteriemi, které řepu mohou zcela znehodnotit. Proto se v současné době řepa na skládkách chrání netkanými textiliemi či řezanou slámou (Bittner, 2012).

Kroupy

Cukrovka patří mezi velmi citlivé plodiny z hlediska možného poškození kroupami. Při poškození porostu v raných fázích, před zapojením porostu, nemusí být výsledné snížení výnosu tak významné. Významnější ztráty nastávají při poškození zapojeného porostu. Zde bývají významné ztráty jak ve výnosu kořenů, tak i v cukernatosti. Při silném krupobití dochází k celkovému poškození listové plochy. Po poškození je důležité cukrovce vytvořit podmínky pro rychlejší regeneraci listové plochy a to především dodáním dusíkatých hnojiv. Příznivě působí i aplikace pomocných růstových přípravků (stimulátorů). Poškozené listy bývají vstupní branou pro patogenní mikroorganismy a jsou náchylnější k napadení houbovými chorobami např. skvrničnatkou řepnou (Bittner, 2012).

3.6.1.3 Stres vyvolaný aplikací herbicidů

Cukrovka je plodinou velmi citlivou na herbicidní látky a může tak trpět herbicidním stresem, který v raných fázích vývoje cukrové řepy oddaluje zapojení porostu. Herbicidní stres se negativně projevuje na výši výsledného výnosu cukru. K poškození rostlin cukrovky může dojít přímým zásahem herbicidy v roce pěstování, a to:

- herbicidy povolenými k cukrovce, pokud nejsou splněny podmínky aplikace (dávka, vývojová fáze, klimatické podmínky – teplota, sluneční svit apod.),

– herbicidy používanými v jiných plodinách než cukrovka, pokud dojde k jejich úletu, není dokonale vypláchnutý postřikovač či dojde k záměně herbicidů.

Cukrovka může být poškozena herbicidy i nepřímo, děje se tak reziduálním působením herbicidů použitých u předplodin. Jsou to zejména některé sulfonylmočoviny a další reziduálně působící herbicidy. Projevem reziduálního působení je nerovnoměrné vzejití a vývin porostu. Rostliny, které neuhynou již při vzcházení, zůstávají zakrnělé. Příznaky poškození jsou patrné na listech i kořenech a ovlivňují celkovou fyziologii a biochemické pochody v rostlině (Bittner, 2012).

Poškození herbicidy povolenými k aplikaci do cukrové řepy

O herbicidním stresu hovoříme u rostlin, které se s ním potýkají po celou dobu vegetace. Tento stres významně ovlivňuje výsledný výnos cukru, a to tím významněji, čím je kratší vegetační doba rostlin. Bezpečná aplikace registrovaných přípravků je dána jejich směsí, dávkami účinných látek, aktuální vitalitou rostlin, vývojovou fází rostlin a klimatickými podmínkami. U herbicidem stresovaných rostlin se obvykle zbrzdí růst, dochází k prožloutnutí listů, popřípadě i k nekrotám (Bittner, 2012).

4 Materiál a metody

V roce 2016 byl založen poloprovozní pokus, ve kterém byly ověřovány účinky přípravků Terra - sorb foliar, Terra - sorb komplex, Lignohumát Max a Lignohumát Aktivátor.

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Pokus byl založen na pozemku společnosti AGROBEN s.r.o. Pokus byl veden jako poloprovozní. Pozemek se nachází v katastru obce Ohrazenice, okres Semily. Pozemek byl umístěn na rovinné ploše honu, v nadmořské výšce 310 m. Klimatická oblast je mírně teplá, mírně vlhká, s průměrnou roční teplotou 7 - 8 °C a průměrným úhrnem srážek 550 – 700 mm.

Tabulka 5: Průběh povětrnosti v Liberci 2016

Měsíc	Teplota (°C)	Úhrn srážek (mm)	Sluneční svit (h)
Duben	7, 2	44, 6	136
Květen	13, 2	33, 7	210, 5
Červen	16, 6	145, 6	184, 4
Červenec	17, 8	132, 8	190, 3
Srpen	16, 0	46, 6	192, 2
Září	15, 5	80, 9	212, 2

4.2 Přehled pracovních operací

Po sklizni předplodiny, pšenice ozimé, bylo na strniště aplikováno 3 t.ha⁻¹ cukrovarnických výpalků. Následovala podmítka podmítačem Horsch Joker 6 HD. Na počátku listopadu bylo pole hloubkově kypřeno do hloubky 40 cm hloubkovým kypřičem Vogel&Noot TerraDig XS. 23. března bylo aplikováno 190 kg.ha⁻¹ močoviny. Dne 27. března se aplikoval na plevely přípravek Clinic v dávce 2 l.ha⁻¹. 1. dubna bylo pole zpracováno podmítačem Horsch Terrano 6 FG, 3. dubna kompaktořem a téhož dne následovalo setí. Sela se odrůda BTS 710.

4.3 Metodika pokusů

4.3.1 Ošetření porostu

Tabulka 6: Ošetření porostu

Datum	Přípravek
18. 4. 2016	1,0 l Betanal expert, 1,0 l Goltix, 20 g Safari + 100 l vody
3. 5. 2016	1,1 l Betanal expert, 1,0 l Goltix, 20 g Safari + 100 l vody
18. 5. 2016	1,3 l Betanal expert, 1,0 l Goltix, 30 g Safari + 100 l vody
3. 6. 2016	1,0 l Betanal expert, 1,2 l Goltix, 30 g Safari, 1,3 l Gramin, 2,0 l Wuxal + 150 l vody
6. 6. 2016	2,5 kg Betatrel, 0,35 l Acanto, 3,0 l Borosan + 100 l vody
7. 6. 2016	1. ošetření stimulanty (Terra - sorb foliar, Terra - sorb komplex, Lignohumát Max, Lignohumát Aktivátor) + 250 l vody
29. 7. 2016	0,4 l Sféra, 0,5 l Borosan, 3,0 l K gel + 250 l vody
4. 8. 2016	2. ošetření stimulanty (Terra - sorb foliar, Terra - sorb komplex, Lignohumát Max, Lignohumát Aktivátor) + 250 l vody

4.3.2 Varianty pokusu

Tabulka 7: Varianty pokusu

	Varianta	Dávka (l.ha ⁻¹)	Datum aplikace
1.	Kontrola	-----	-----
2.	Terra - sorb foliar (2 aplikace)	1,0 + 1,0	7. 6. 2016 + 4. 8. 2016
3.	Terra - sorb komplex (2 aplikace)	0,5 + 0,5	7. 6. 2016 + 4. 8. 2016
4.	Lignohumát Max (2 aplikace)	0,4 + 0,4	7. 6. 2016 + 4. 8. 2016
5.	Lignohumát Aktivátor (2 aplikace)	0,75 + 0,75	7. 6. 2016 + 4. 8. 2016

První aplikace

Termín aplikace: 7. 6. 2016

Růstová fáze: 9 - 10 pravých listů

Počasí: slunečno, bezvětrí, kolem 20 °C, 2 dny před aplikací spadlo 15 mm dešťových srážek

Tabulka 8: Dávkování testovaných přípravků

Přípravek	Terra - sorb foliar	Terra - sorb komplex	Lignohumát Max	Lignohumát Aktivátor
Dávka na 1 ha	1,0 l	0,5 l	0,4 l	0,75 l
Dávka vody na 1 ha	250 l	250 l	250 l	250 l

Obr. 2: Stav porostu při první aplikaci



Druhá aplikace

Termín aplikace: 4. 8. 2016

Růstová fáze: 30 - 34 pravých listů

Počasí: slunečno, bezvětří, 22 °C, den před aplikací 2 mm srážek.

U všech přípravků byl dodržen stejný poměr vody a účinné látky jako při 1. aplikaci.

Obr. 3: Stav porostu při druhé aplikaci



4.3.3 Sklizeň pokusu

Sklizeň pokusu byla provedena ručně 1. 10. 2016. Z každé pokusné parcelky se odebíraly šestimetrové části řádků a to ve čtyřech opakováních. U rostlin byla zvláště zvážena hmotnost chrástu a bulev. Plocha pokusné varianty byla přepočtena na plochu jednoho hektaru a stanoven výnos.

Stanovení výnosu a technologické jakosti bulev cukrovky

Z každé varianty byl odebrán vzorek a odeslán do Řepářského institutu Semčice na standardní rozbor látek obsažených v bulvě. Určovány byly tyto parametry: cukernatost, draslík, sodík a alfa - aminodusík. Z těchto údajů byly následně přepočteny další parametry, jako je výnos polarizačního cukru, výnos bílého cukru a výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost.

Pro výpočet teoretické výtěžnosti byl nejprve vypočítán teoretický zůstatek cukru v melase (C_M) podle Reinefeldova vzorce. Tento vzorec popisuje vzniklé ztráty cukru při zpracování řepy v závislosti na obsahu melasotvorných látek v dodaných bulvách.

$$C_M = 0,343 [K+Na] + 0,094 [\alpha N] + 0,29$$

kde je

C_Mteoretický zůstatek cukru v melase (%)

$[K+Na]$koncentrace iontů K^+ a Na^+ v řepě ($\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)

$[\alpha N]$ koncentrace α - aminodusíku v řepě ($\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)

Vypočtená hodnota teoretického zůstatku cukru v melase byla odečtena od cukernatosti a tím získána teoretická výtěžnost.

Výnos bílého cukru

$$\frac{[\text{cukernatost} - (0,343 \times K + 0,343 \times Na + 0,094 \times \alpha N + 0,29)] \times \text{výnos bulev}}{100}$$

100

4.4 Charakteristika odrůdy BTS 710

Odrůda BTS 710 je diploidní odrůdou cukrové řepy od firmy Betaseed. Vyznačuje se tolerantností k rizománii a cercosporióze, NV - V typu. Je odolná proti vybíhání do květu a je vhodná pro pozdní sklizeň. Odrůda je méně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí. V systému pěstování s fungicidním ošetřením je výnos kořene vysoký, cukernatost a výtěžnost bílého cukru je nízká až středně vysoká, výnos polarizačního i bílého cukru je středně vysoký až vysoký. Obsah popelovin je středně vysoký až vysoký a obsah škodlivého dusíku je nízký až středně vysoký (Hakaufová, 2015).

4.5 Charakteristika použitých přípravků

Terra - sorb foliar a Terra - sorb komplex

Základní složkou Terra - sorbu jsou volné L - alfa aminokyseliny, které jsou získávány enzymatickou fermentativní hydrolýzou. Takto je uvolněno velké množství nepoškozených L - alfa aminokyselin, protože je destrukce bílkovin vyvolána pouze po peptidických vazbách. Tímto se liší od ostatních stimulantů, které jsou ve většině případech získávány alkalickou hydrolýzou nebo rozkladem bílkovin v kyselém prostředí. Kromě aminokyselin Terra - sorb obsahuje také mikroprvky zinek, mangan a bor, které jsou v rostlině mimořádně důležité pro aktivaci funkce enzymů. Tyto mikroprvky dodané společně s aminokyselinami pomůžou k lepšímu zabudování aminokyselin do buněčných struktur. Terra - sorb přímo neobsahuje žádný z rostlinných hormonů, ani jejich přímé prekurzory. Aplikace tedy nezpůsobí nerovnováhu mezi auxiny, gibbereliny ani citokininy, ale přirozeně přispívá k jejich aktivitě.

Funkčně Terra - sorb pomáhá překonat jakékoli stresové situace, přispívá k otevírání průduchů a podporuje aktivní fotosyntézu, zrychluje regeneraci rostlin díky bezprostřednímu využívání aminokyselin, zlepšuje absorpci a pohyb látek v rostlině a podporuje jejich vstřebávání. Také stimuluje hormonální regulaci rostlin (Kuthan, 2013).

Tabulka 9: Chemické vlastnosti přípravků Terra - sorb

	Terra - sorb foliar	Terra - sorb komplex
Volné aminokyseliny	9,3 %	20 %
Celkové množství dusíku	2,1 %	5,5 %
Množství organického dusíku	2,1 %	5 %
Magnézium	-	0,8 %
Železo	-	1,0 %
Mangan	0,04 %	0,1 %
Molybden	-	0,001 %
Zinek	0,07 %	0,1 %
Bor	0,02 %	1,5 %
Celkové množství org. látek	14,8 %	25 %

Lignohumát Max a Lignohumát Aktivátor

Lignohumáty od společnosti Amagro obsahují vysoké procento huminových kyselin a fulvokyselin. V zemědělství se uplatňují jako přírodní stimulatory růstu rostlin, aktivují půdní aktivitu a působí jako rychlé nosiče živin a dalších biologicky aktivních látek do pletiv rostlin. Huminové látky jsou syntetizovány procesem napodobení přirozené humifikace (Špirkausová, 2015).

Výchozí surovinou pro výrobu Lignohumátu je dřevní hmota – lignosulfonát, který vzniká při výrobě celulózy. Z něj se metodou hydrolytické destrukce vyrábí Lignohumát. Takto vyrobený Lignohumát obsahuje do 50 % huminových kyselin a přes 50 % fulvokyselin. Tento poměr se blíží složení humusu v černozemích. Lignohumát zvyšuje aktivitu fotosystému a tvorbu chlorofylu. Od toho se odvíjejí i další efekty, jako je lepší zpracování živin přístupných z půdy pro rostlinu, zvyšuje odolnost rostlin proti stresu, podporuje rozvoj kořenového systému a zvyšuje činnost mikroorganismů v půdě. Dále obsahuje přirozeně minimálně 3 % síry a je obohacen o stopové prvky v chelátové formě: Mg, Si, Ca, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo.

Lignohumát Aktivátor obsahuje 50 % Lignohumátu a 50 % extraktu z mořské řasy rodu *Ascophyllum nodosum*. Díky této řase je přípravek obohacen i o řadu přírodních aminokyselin, oligopeptidů a auxinů (Zedník, 2015).

Tabulka 10: Fyzikální a chemické vlastnosti Lignohumát Aktivátor

Vlastnost	
Vlhkost	Max. 85 %
Spalitelné látky v sušině	Min. 55 %
Obsah huminových látek v sušině	Min. 7 %
Hodnota pH	6,5-9,8

Lignohumát Max je nejkonzentrovanejší produkt svého druhu na trhu. Lignohumát Max je vysoce koncentrovaný hnědočerný vodný roztok čistých huminových látek získaných konverzí vysoce jakostních technických lignosulfonátů. Vyznačuje se zvýšeným obsahem fulvokyselin a obsahem základních mikroelementů v chelátové podobě. Přípravek obsahuje minimálně 50 % vzácných fulvokyselin a dalších nízkomolekulárních látek huminového spektra (zdroj: www.amagro.com).

Tabulka 11: Fyzikální a chemické vlastnosti přípravku Lignohumát Max

Vlastnost	
Váhový podíl vlhkosti	Max. 80 %
Váhový podíl popelovin na sušinu	Max. 25,07 ± 0,25 %
Váhový podíl huminových a fulvových látek na sušinu	Min. 90 %
Váhový podíl solí vysokomolekulárních huminových kyselin na sušinu	Max. 50 %
Váhový podíl nízkomolekulárních částí a fulvových kyselin na sušinu	Min. 50 %
pH	9 - 10
Optická hustota 0,02 % roztoku D400, D440	0,250 - 0,570
Váhový podíl celkové síry na sušinu	Min. 3 %
Stopově přítomné prvky v chelátové formě: Mg, Si, Ca, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo	

5 Výsledky

5.1 Vliv biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní parametry cukrové řepy

Výnosy cukrovky jsou ovlivněny zejména podmínkami stanoviště, a to až z 37 %. Z 16 – 27 % je finální výnos ovlivněn výběrem odrůdy. Průběhem povětrnostních vlivů během celé vegetace je výnos ovlivněn z 15 – 20 % (Pulkábek a kol., 2008). Poloprovozní pokus sklizený 1. 10. 2016 se nacházel ve výborném zdravotním stavu. Díky příznivým podmínkám pro růst cukrové řepy nebyl porost po celou vegetaci vystaven extrémním stresovým podmínkám, a tak celková kondice rostlin byla na vysoké úrovni, která se následně odrazila ve výnosu bulev a výnosu chrástu, ale také v kvalitě. Kvalitativní a výnosové výsledky jsou prezentovány v grafech 1 – 8.

Obr. 4: Bulvy při sklizni



Obr. 5: Stav porostu při sklizni



Tabulka 12: Vliv biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní ukazatele cukrové řepy

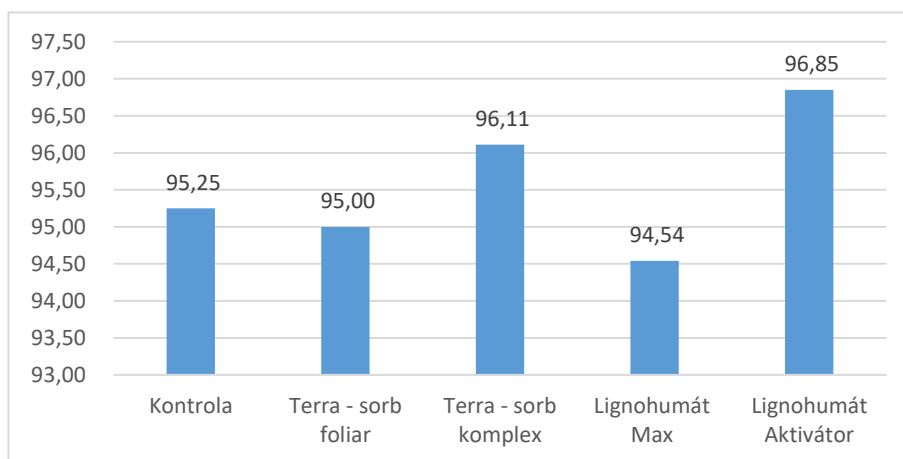
Varianta	Výnos bulev t.ha ⁻¹	Výnos chrástu t.ha ⁻¹	Cukernatost %	Alfa – amino-N mmol.100 g ⁻¹	Obsah draslíku mmol.100 g ⁻¹	Obsah sodíku mmol.100 g ⁻¹	Výnos bílého cukru t.ha ⁻¹	Výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost t.ha ⁻¹
Kontrola	95,28	45,0	19,17	1,16	3,79	0,36	16,58	114,16
Terra – sorb foliar	95,00	45,56	19,02	1,25	3,61	4,41	16,37	112,93
Terra – sorb komplex	96,11	46,39	19,33	1,13	3,75	0,37	16,84	116,11
Lignohumát Max	94,54	42,50	19,23	0,99	3,79	0,34	16,48	113,63
Lignohumát Aktivátor	96,85	44,07	19,14	1,08	3,86	0,40	16,74	115,86

Tabulka 13: Vliv biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní ukazatele cukrové řepy – uvedeno relativně v % kontroly

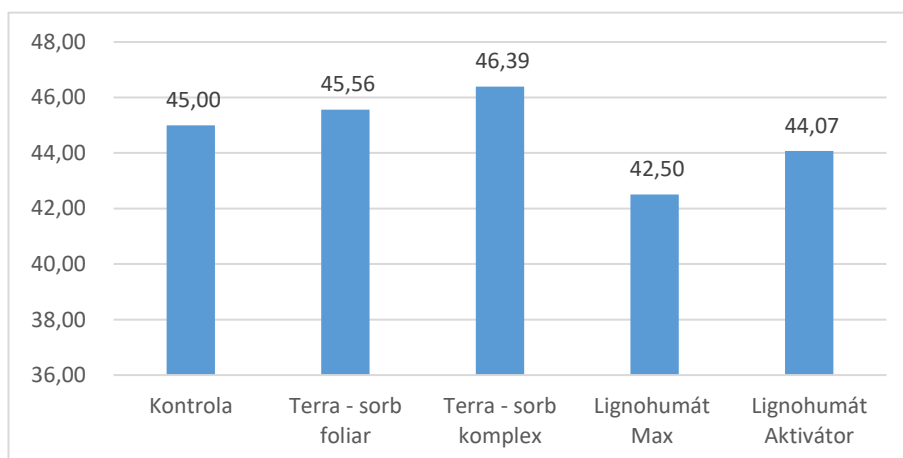
Varianta	Výnos bulev	Výnos chrástu	Cukernatost	Alfa – amino-N	Obsah draslíku	Obsah sodíku	Výnos bílého cukru	Výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost
Kontrola	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Terra – sorb foliar	99,71	101,23	99,22	107,54	95,25	1013,89	99,06	98,28
Terra – sorb komplex	101,17	103,09	100,82	96,98	98,94	101,39	101,86	102,67
Lignohumát Max	99,22	94,44	100,33	84,91	99,93	93,75	99,73	99,54
Lignohumát Aktivátor	101,95	97,94	99,82	93,32	101,91	111,11	101,23	101,04

Graf č. 1 prezentuje výsledky vlivu biologicky aktivních látek na výnos bulev. Nejvyššího výnosu bulev dosáhla varianta pokusu ošetřená Lignohumátem Aktivátor, kde průměrný výnos činil $96,85 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. To je relativní nárůst výnosu oproti kontrolní variantě o 1,95 %. Druhého nejvyššího výnosu bulev dosáhla varianta s aplikací přípravku Terra – sorb komplex. Ta dosáhla výnosu bulev $96,11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. U variant ošetřených Terra – sorbem foliar a Lignohumátem Max byly zaznamenány mírně nižší výnosy než u varianty kontrolní. Naměřené výnosové hodnoty všech variant v roce 2016 jsou velmi vyrovnané, což dokazuje i graf č. 2, který prezentuje výnos chrástu. Nejvyššího výnosu chrástu bylo dosaženo při aplikaci Terra - sorbu komplex.

Graf 1: Vliv biologicky aktivních látek na výnos bulev ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)

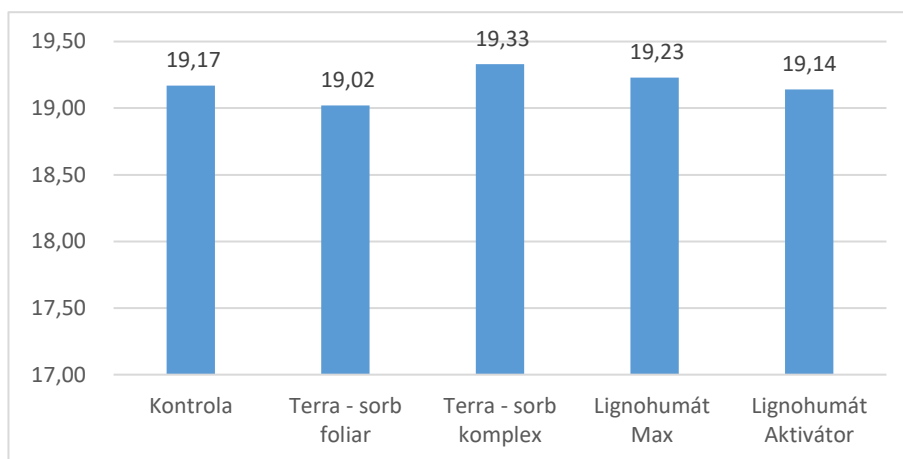


Graf 2: Vliv biologicky aktivních látek na výnos chrástu ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)



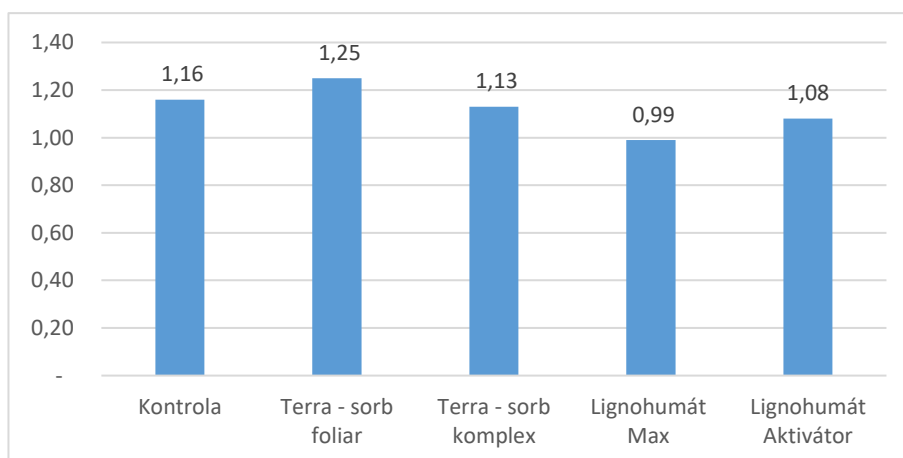
Jednoznačně nejvyšší cukernatost byla naměřena u varianty ošetřené Terra – sorbem komplex (19,33 %). V porovnání s kontrolní variantou nárůst činí 0,16 % absolutně, tj. relativně 0,82 %, což je u cukernatosti výrazný rozdíl. Celková cukernatost všech variant se pohybovala v rozmezí 19,02 % - 19,33 %, což je velmi vysoký obsah, který byl dosažen i přes vysoký výnos bulev.

Graf 3: Vliv biologicky aktivních látek na cukernatost (%)

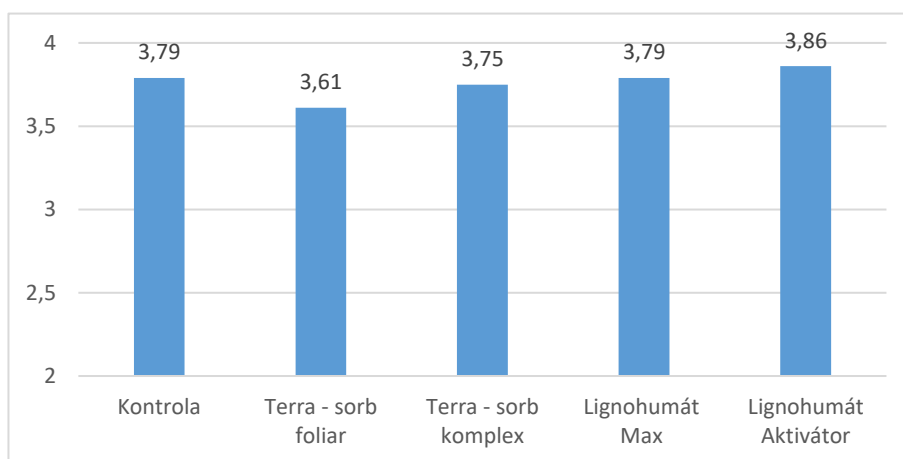


Grafy č. 4, 5 a 6 ukazují na obsah melasotvorných látek obsažených v cukrové řepě. Z grafů je patrné, že obsah látek je u všech variant v požadovaných mezích kvalitativních znaků a cukrová řepa celkově obsahuje malé množství melasotvorných látek, které se negativně odrážejí v procesu získávání bílého cukru.

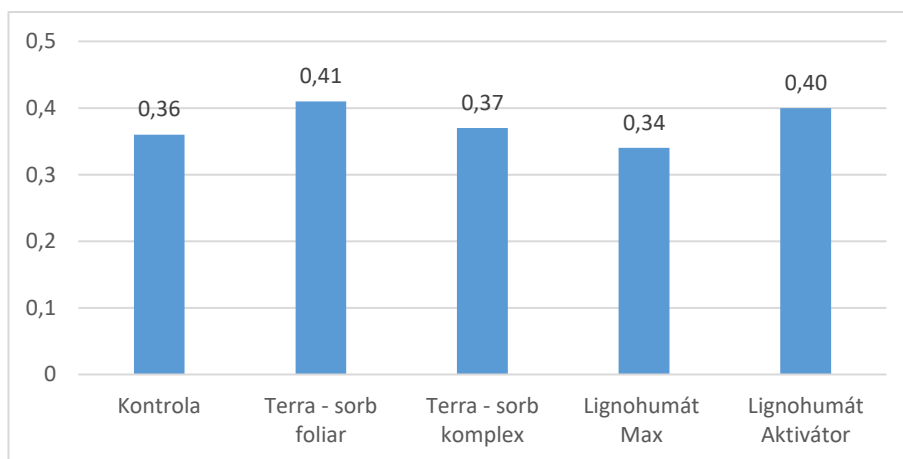
Graf 4: Vliv biologicky aktivních látek na obsah alfa - amino - N (mmol.100 g⁻¹)



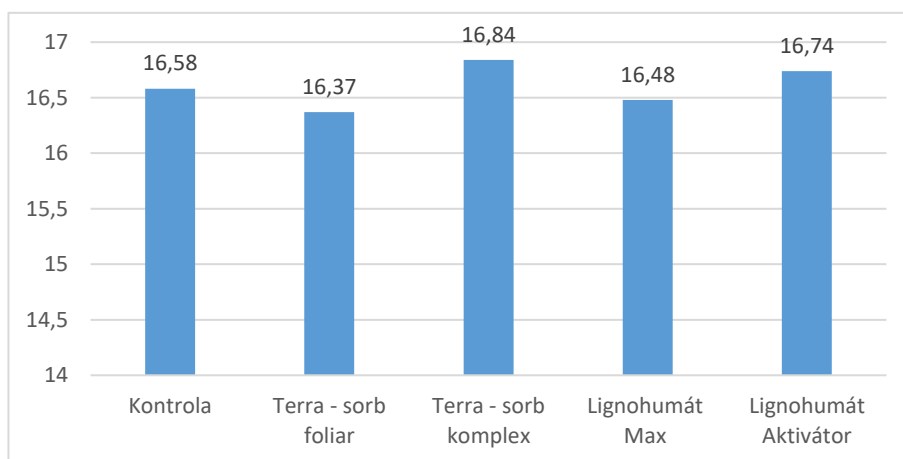
Graf 5: Vliv biologicky aktivních látek na obsah draslíku ($\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)



Graf 6: Vliv biologicky aktivních látek na obsah sodíku ($\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)

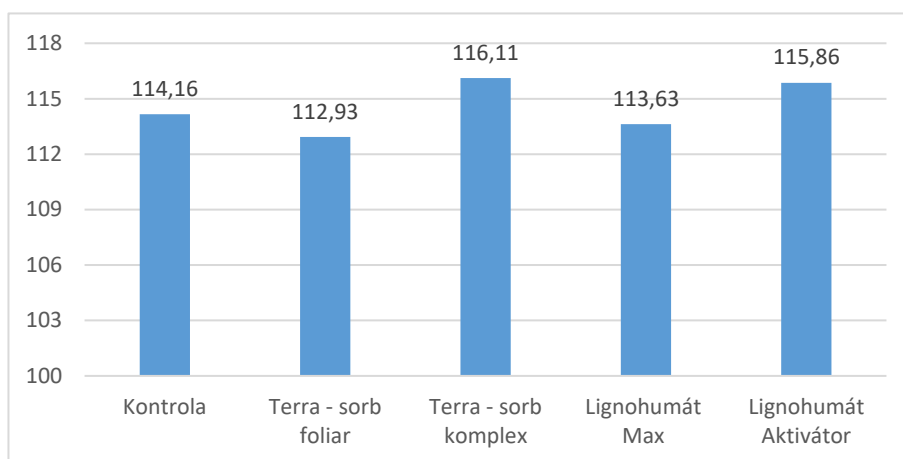


Graf 7: Vliv biologicky aktivních látek na výnos bílého cukru ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$)



Graf č. 8 prezentuje nejvýznamnější ukazatel pro pěstitele, a to je výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost. Od tohoto ukazatele se odvíjí cena cukrové řepy, kterou cukrovar vyplácí pěstiteli. Kontrola dosáhla přepočteného výnosu 114,16 t.ha⁻¹. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta pokusu, kde byl aplikován Terra – sorb komplex (116,11 t.ha⁻¹). Druhého nejvyššího výnosu bylo dosaženo u varianty s aplikací Lignohumátu Aktivátor (115,86 t.ha⁻¹). To činí nárůst výnosu o 1,95 t.ha⁻¹, relativně o 2,67 % u Terra – sorbu komplex a o 1,7 t.ha⁻¹, relativně o 1,04 % u Lignohumátu Aktivátor. Mírně nižšího výnosu než kontrolní varianta dosáhly pokusy s aplikací Lignohumátu Max a Terra – sorbu foliar. Při porovnání variant s nejnižším dosaženým výnosem Terra – sorbu foliar a nejvyšším dosaženým výnosem Terra – sorbu komplex, zjistíme rozdíl 3,18 t.ha⁻¹, relativně 4,39 %.

Graf 8: Vliv biologicky aktivních látek na výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost (t.ha⁻¹)



6 Diskuze

V posledních letech se na trhu objevuje mnoho nových přípravků označených jako stimulatory růstu. Jednotlivé přípravky mají různá složení a každý výrobce garantuje pozitivní působení daného přípravku na rostliny působením přírodních látek. I přes velké množství nabízených produktů různých bází je v oblasti zkoumání účinnosti obsažených pomocných látek na rostlinu stále mnoho rezerv. Tyto pomocné přípravky by měly dle výrobců zlepšovat zdravotní stav rostlin, podporovat jejich přirozené funkce jako je příjem živin a fotosyntéza a umožňují rostlinám lépe snášet stresové faktory, které na ně po celou dobu vegetace působí. Dále se uvádí, že případná aplikace v nesprávný termín či při nepříznivé vývojové fázi rostliny by neměla výsledný výnos negativně ovlivnit. Bezdíčková (2013) uvádí, že tato domněnka je chybná. Naopak. Je třeba znát detailně složení přípravků, jejich působení ve fyziologii rostlin a správně aplikace zařadit do pěstitelských technologií, aby byla aplikace pomocných přípravků opravdovým přínosem.

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku zkoumání účinnosti čtyř vybraných pomocných látek na výnos a kvalitu v technologii pěstování cukrové řepy. Přípravky Terra – sorb jsou vyrobeny na bázi volných aminokyselin, zatímco přípravky Lignohumát obsahují huminové kyseliny. Z výsledků, které jsou uvedeny v předchozí části práce vyplývá, že aplikace Terra – sorbu komplex vyšla jako jednoznačně nejprospěšnější s ohledem na dosažený výnos a kvalitu. Tato varianta dosáhla výnosu bulev 96,11 t.ha⁻¹, což je nárůst o 0,83 t v porovnání s variantou kontrolní a dále měla nejvyšší výnos chrástu 46,39 t.ha⁻¹. Výsledky s pozitivním vlivem na výnos bulev uvádí rovněž Černý a Kolár, 2015, kdy v letech 2012 – 2013 byl výnos bulev díky aplikaci přípravku Terra – sorb vyšší o 1,44 t. Příznivý vliv aplikace Terra – sorbu komplex se projevil rovněž v kvalitativních parametrech, kdy aplikace tohoto přípravku dosáhla nejvyšší cukernatosti 19,33 %. Obsah melasotvorných látek se pohybuje také ve velmi malých koncentracích. Nízká koncentrace melasotvorných látek je u všech sledovaných variant. I u aplikací přípravků Lignohumátu Max a Aktivátoru, které jsou založeny na působení huminových kyselin. Např. u varianty přípravku Lignohumátu Max je obsah škodlivého alfa - amino - N 0,99 mmol.100g⁻¹. Nejdůležitější parametr, kterým je pro pěstitele výnos bulev přepočtený na průměrnou 16% cukernatost u varianty Terra – sorbu komplex, dosáhl 116,11 t.ha⁻¹. To činí nárůst výnosu oproti kontrolní variantě o 1,95 t.ha⁻¹, relativně o 2,67 %. Takovýto nárůst výnosu není v technologii pěstování cukrové řepy zanedbatelný a s ohledem na cenu testovaných přípravků může v celkové ekonomice pěstování cukrovky znamenat zajímavý nárůst příjmů, respektive zisku.

7 Závěr

V bakalářské práci je rozpracován vliv biologicky aktivních látek v technologii pěstování cukrové řepy. Popsány jsou systémy působení biologicky aktivních látek, jak na rostlinu působí a před jakými vlivy jsou látky schopny rostlinu ochránit, popřípadě pomoci jí s následky působení nežádoucích stresorů. Součástí práce je také poloprovozní pokus s přípravky obsahujícími biologicky aktivní látky. Aplikovány byly přípravky Terra - sorb foliar, Terra - sorb komplex, Lignohumát Max a Lignohumát Aktivátor a u jednotlivých variant byly sledovány výnosové i kvalitativní parametry.

Z hodnocení celkových výsledků jednoznačně vyplývá pozitivní vliv přípravku Terra – sorbu komplex a Lignohumátu Aktivátor na výnosové i kvalitativní parametry. Přípravky Terra – sorb foliar a Lignohumát Max dosahovaly mírně nižších výnosů než varianta kontrolní. Tento fakt může být dán i faktorem, že rok 2016 byl pro pěstování cukrové řepy velmi příznivý a nevyznačoval se v oblasti pokusu velkými stresovými faktory. Díky tomuto tak nemohl být naplněn potenciál pomocných látek.

Na základě dosažených výsledků lze považovat Terra - sorb komplex a Lignohumát Aktivátor jako přípravky prospěšné v technologii pěstování cukrové řepy.

8 Seznam literatury

1. BALL, SHANE T. *Defoliant, Desiccant, and Growth Regulators Used on New Mexico Cotton* [online]. 1999. vyd. [cit. 2017-01-16]. Dostupné z: http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/a-217.html
2. BEZDÍČKOVÁ, A. Možnosti uplatnění biostimulátorů v technologii pěstování obilnin. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. Praha: Odeon, 2013, roč. 8, č. 4, s. 90-92.
3. BITTNER, V. 2012, Škodliví činitelé cukrové řepy – abiotická poškození: Poruchy ve výživě cukrovky, *Listy cukrovarnické a řepářské*, 2012. č. 2, s. 56- 58.
4. BITTNER, V. 2012, Škodliví činitelé cukrové řepy – abiotická poškození: Poškození cukrovky herbicidy, *Listy cukrovarnické a řepářské*, 2012. č. 3, s. 98- 100.
5. BITTNER, V. 2012, Škodliví činitelé cukrové řepy – abiotická poškození: Poškození cukrovky vlivy počasí, *Listy cukrovarnické a řepářské*, 2012. č. 1, s. 14- 16.
6. BLÁHA, L.. *Rostlina a stres*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2003. ISBN 80-86555-32-1.
7. BRETSCHEIDER, R.. *Technologie cukru: surovarna a rafinerie*. 2., přeprac. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1980.
8. CALVO, P., NELSON, L. & KLOEPPER, J. W. *Plant Soil* (2014) 383: 3. doi:10.1007/s11104-014-2131-8
9. COLLA GIUSEPPE AND ROUPHAEL YOUSSEF. *Biostimulants in Horticulture. Scientia Horticulturae*. Elsevier, 2015, (196), 1-2.
10. DRAYCOTT, P. A., CHRISTENSON, D. R. (2003): *Nutrients for sugar beet production soil-plant relationships*. Wallingford, CABI Publishing, 2003, 124 s. ISBN 0-85199-623X.
11. GEORGE a kol., 2008, *Plant propagation by Tissue Culture 3rd Edition: Chapter 6 Plant Growth Regulators II: Cytokinins, their Analogues and antagonists*, Springer, 205-22 s.
12. HAKAUFOVÁ, L. Odrůdy cukrovky registrované v roce 2015, *Listy cukrovarnické a řepářské*, 2015. č. 2 s. 46- 50.
13. HAYASHI KE-ICHIRO, KUSAKA NAOYUKI, YAYMASAKI SOMA, ZHAO YUNDE, NOZAKI HIROSHI. Development of 4 – methoxy - 7 - nitroindolyl (MNI)-caged auxins which are extremely stable in planta. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2015, 25(20), 4464–4471.
14. HEJNÁK V. a kol. *Fyziologie rostlin*. [Vyd. 2.]. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 9788021316676.

15. HERGERT, G. W. Sugar Tech (2010) 12: 256. doi:10.1007/s12355-010-0037-1
16. HOFFMAN CHRISTA M. Root Quality of Sugarbeet. Sugar Tech (September and December 2010) 12(3–4):276–287 DOI 10.1007/s12355-010-0040-6
17. HŘIVNA, L., CHODUROVÁ, M., BUREŠOVÁ, I., 2012, Dynamika růstu a změny kvality cukrovky po mimokořenové výživě, sv. 128, *Listy cukrovarnické a řepářské*, 2012. č.5/6, s. 184-192.
18. CHOCHOLA, J. Průvodce pěstováním cukrové řepy [on-line]. [cit. 2016-11-6]. Dostupné z <http://www.semce.cz/pruvodce.pdf>
19. JŮZL M., MIROSLAV A PETR ELZNER. *Pěstování okopanin*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2014. ISBN 978-80-7509-196-3.
20. JŮZL M., PULKRÁBEK J., DIVIŠ J. a kol, 2000: Rostlinná výroba – III (okopaniny), MZLU, 232 s.
21. KUTHAN, Ales. Aminokyseliny a stimulace polních plodin. Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin. 2013, roč. 8, č. 3, 80 - 81.
22. MACHÁČKOVÁ I. (1998): Růst a vývoj: růstové regulátory. In Fyziologie rostlin. Praha: Academia 1998. (1. vydání) ISBN 80-200-0586-2.
23. MARCHETTIA R., CASTELLI F. 2011, Mineral nitrogen dynamics in soil during sugar beet and winter wheat crop growth, *European Journal of Agronomy*, 35 13-21 s ISSN: 1161-0301
24. PELIKÁN M. a kol., 2002: Technologie sacharidů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně
25. PELIKÁN M, HŘIVNA L a HUMPOLA J. *Technologie sacharidů*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999. ISBN 80-7157-407-4. 152s, ISBN 80-7157-407-4
26. PROCHÁZKA, S. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998. ISBN 80-200-0586-2.
27. PULKRÁBEK, J. *Řepa cukrová: pěstitelský rádce*. Praha: Pro katedru rostlinné výroby, FAPPZ, ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent, 2007. ISBN 978-80-87111-00-0.
28. PULKRÁBEK, J. ŠROLLER J., 1993: Základy pěstování cukrovky. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR v Praze, 1. vydání, ISBN 80-7105-046-6
29. RICHTER R. A HŘIVNA L. Význam mimokořenové výživy rostlin [online]. *Zemědělec*. 27. duben 2008 [cit. 2016-09-22]. Dostupné z <http://zemedelec.cz/vyznam-mimokorenove-vyzyvy-rostlin/>

30. RYANT P. Zemědělství: část pedologie a výživa rostlin. MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ. [online]. [cit. 2015-09-23]. Dostupné z: <<http://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/index.pl?cast=71341>>
31. RYBÁČEK V. Cukrovka. 1. vyd., Praha, SZN, 1985, 480 s.
32. SMITH, C. Crop production: evolution, history, and technology. New York: J. Wiley, c1995, xv, 469 p. ISBN 04-710-7972-3.
33. SRBA V. a kol. (2004): Výsledky Společného zkoušení registrovaných odrůd cukrovky v roce 2003. LCaŘ, s. 11 - 15.
34. SZCZEPANIAK W. a kol., 2012, Effect of differentiated fertilizing system on nitrogen accumulation patterns during the growing season – sugar beet as an example, University of Agricultural Sciences in Poznań, Journal of Elementology, Poznań, Poland, 669-688 s.
35. ŠETLÍK, SEIDLOVÁ, ŠANTRŮČEK. (2004): Fyziologie rostlin [on-line]. [cit. 2016-09-23]. Dostupné z http://kfr.prf.jcu.cz/download/lectures/KFR220/KFR220_S02.pdf
36. ŠPIRKAUSOVÁ, Z. 2015, *Unikátní působení Lignohumátu*, Agromanuál, 3/2015, 85 s.
37. ŠTRANC. Význam biologicky aktivních látek při pěstování rostlin, tentokrát sóji. *Agromanuál*. 2010, 5(5), 58-59.
38. TERRY N. a ULRICH A., 1973, Effects of Phosphorus Deficiency on the Photosynthesis and Respiration of leaves of sugar beet, *Plant Physiology*, 51, 43-47s.
39. TRČKOVÁ, M. Pomocné rostlinné přípravky v praxi [online]. *Zemědělec*. 30. červenec 2010 [cit. 2016-09-23]. Dostupné z <<http://zemedelec.cz/pomocne-rostlinne-pripravky-v-praxi/>>
40. TRČKOVÁ M., RAIMANOVÁ I. A SVOBODA P. *Listová výživa obilnin: uplatněná certifikovaná metodika*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009. ISBN 978-80-7427-030-7.
41. VANĚK V. a kol., 2002. *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3. doplněné vydání. Praha: Martin Sedláček, 2002. ISBN 80-902413-7-9.
42. VYSKOČIL A.: Bílé zlato a budování železniční sítě. LCaŘ., 126, č. 9-10, září-říjen 2010, s. 284-286.
43. YAMANE T. *Sugar beet* [online]. [cit. 2017-01-23]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/plant/sugar-beet>

44. ZEDNÍK Z. Lignohumát – unikátní huminový preparát. s. 202 – 206. *Olejniny...: sborník referátů z konference katedry rostlinné výroby ČZU v Praze: Praha..., Větrný Jeníkov... V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2015. ISBN 978-80-213-2598-2*