

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



**Posouzení vlivu biologicky aktivních látek na výnos
a jakost cukrové řepy**

Bakalářská práce

Autor práce: Irena Němečková

Obor studia: Kvalita produkce

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

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Posouzení vlivu biologicky aktivních látek na výnos a jakost cukrové řepy" jsem vypracovala 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 autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 20.4.2018

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jaroslavu Urbanovi, Ph.D. za ochotu, cenné konzultace, připomínky a odborné vedení v průběhu vytváření této bakalářské práce.

Posouzení vlivu biologicky aktivních látek na výnos a jakost cukrové řepy

Souhrn

Cílem bakalářské práce bylo zpracovat přehled literatury o vlivu biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní parametry cukrové řepy. Biologicky aktivní látky jsou poměrně rozšířenou skupinou přípravků, o kterých je zatím získáno relativně málo poznatků. Součástí bakalářské práce bylo i vyhodnocení vlivu vybraných biologicky aktivních látek na výnos a jakost cukrovky v maloparcelkových pokusech, které byly k tomuto účelu v roce 2017 založeny na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU v Červeném Újezdě. K tomuto pokusu byla použita odrůda Gellert, což je odrůda diploidní, typu NC a tolerantní k rizománii. Je vhodná k rané sklizni a odolná proti vybíhání do květu. Do pokusu bylo zařazeno pět přípravků obsahujících biologicky aktivní látky. Testovanými přípravky byly: TS Impuls, TS Licit, TS Sentinel, TS Vin a TS Silva. Přípravek TS Vin je zatím ve zkouškách a není běžně dostupný. Přípravek TS Impuls byl aplikován ve fázi 6 párů pravých listů, ostatní přípravky byly aplikovány těsně před uzavřením porostu.

Sklizeň proběhla 11.10.2017 ručně. Na každé parcelce byla zjištěna hmotnost chrástu, bulev a počet rostlin. Z každé parcelky byl odebrán vzorek na technologický rozbor. U každé varianty byly sledovány následující parametry: výnos bulev, výnos chrástu, cukernatost, obsah škodlivého α -aminodusíku, draslíku, sodíku, výnos bílého cukru, výnos polarizačního cukru a výnos bulev při 16% cukernatosti.

Výsledky pokusu potvrdili pozitivní vliv biologicky aktivních látek. Na výnos bulev, cukernatost, výnos bílého cukru a výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost měly pozitivní vliv všechny přípravky. Pro pěstitele je nejdůležitějším parametrem výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost, neboť se od něj odvíjí cena cukrové řepy, kterou cukrovar vyplácí. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta pokusu s aplikovaným přípravkem TS Silva. Její výnos dosáhl $105,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, což činilo nárůst výnosu oproti kontrolní variantě o $8,01 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Klíčová slova: cukrová řepa, stimulace, biologicky aktivní látky, výnos, technologická jakost

Assessment of the effect of biologically active substances on the yield and technological quality of sugar beet

Summary

The aim of the bachelor thesis was to review the literature about influence biologically active substances on the yield and qualitative parameters of sugar beet. Biologically active substances are a relatively widespread group of products with relatively little knowledge. Part of the bachelor thesis was the evaluation of the influence of selected biologically active substances on the yield and quality of confectionery in experiments on small agricultural areas, which were established for this purpose in 2017 at the Research Center of the Faculty of Agrobiography, Food and Natural Resources at Czech University of Life Sciences in Červený Újezd. For this experiment has been used Gellert variety which is diploid, of type NC and tolerant to rhizomania. It is suitable for early harvest and resistant to flowering of flowers. Five preparations containing biologically active substances were included in the experiment. The tested products were: TS Impuls, TS Licit, TS Sentinel, TS Vin and TS Silva. TS Vin is in the testing process for the present and is not ordinary available. TS Impuls was applied in the 6 pairs of right leaves, the other preparations were applied just before the growth was closed.

The harvest took place on October 11, 2017 manually. On each agricultural parcel there was found the weight of the shield, the tubers and the number of plants. A testing sample was taken from each agriculture parcel for technological analysis. For each variant, the following parameters were observed: tubers yield, shelf yield, sugar content, harmful alpha-amino nitrate content, potassium, sodium, white sugar yield, polarizing sugar yield and yield of tubers at 16% sugar content.

The results of the experiment confirmed the positive effect of the biologically active substances. On the yield of tubers, sugar content, white sugar yield and bulev yield converted to 16% sugar content, all products have a positive effect. For growers, the most important parameter is the yield of tubers converted to 16% sugar content, as the price of sugar beet is derived from it, which the sugar factory pays. The highest yield was achieved by the variant of the experiment with the application of TS Silva. Yield of the TS Silva has reached 105,47 t.ha⁻¹, which amount to increase in yield against the checking variant about 8,01 t.ha⁻¹.

Key words: sugar beet, stimulation, biologically active substances, yield, technological quality

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce.....	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Cukrová řepa	3
3.2	Anatomická stavba cukrové řepy.....	4
3.3	Složení bulvy.....	6
3.3.1	Řepná dřeň.....	7
3.3.2	Řepná šťáva.....	8
3.4	Hodnocení jakosti.....	11
3.5	Výživa a hnojení cukrové řepy	13
3.5.1	Příjem živin rostlinami	15
3.5.1.1	Kořenová výživa	15
3.5.1.2	Mimokořenová výživa	15
3.6	Biologicky aktivní látky	16
3.7	Pomocné přípravky registrované v České republice.....	17
3.8	Fytohormony.....	18
3.8.1	Auxiny	20
3.8.2	Gibereliny.....	22
3.8.3	Cytokininy	23
3.8.4	Kyselina abscisová.....	24
3.8.5	Etylén	25
4	Materiál a metody.....	27
4.1	Charakteristika pokusného stanoviště.....	27
4.2	Metodika a řešení	28
4.2.1	Varianty pokusu	29
4.2.2	Přehled pracovních operací	29
4.3	Charakteristika počasí na pokusném stanovišti.....	30
4.4	Charakteristika odrůdy Gellert.....	31
4.5	Charakteristika použitých biologicky aktivních látek	31
4.5.1	TS Impuls.....	31
4.5.2	TS Licit	32
4.5.3	TS Sentinel.....	32
4.5.4	TS Vín	32
4.5.5	TS Silva	32
4.6	Zpracování výsledků	33

5	Výsledky	34
5.1	Vyhodnocení vlivu biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní parametry cukrové řepy.....	34
6	Diskuze	42
7	Závěr.....	43
8	Použitá literatura.....	44

1 Úvod

Cukrovka patří v dnešní době mezi nejproduktivnější plodiny našeho podnebného pásma. Díky úspěchům šlechtitelů a využívání moderních pěstitelských technologií dochází k neustálému navyšování výnosů. V praxi se běžně dosahuje přes 80 t.ha⁻¹ 16% cukrovky. V České republice se cukrová řepa pěstuje na ploše více jak 60 000 ha.

Než se začala cukrová řepa využívat pro svůj obsah cukru, pěstovala se dlouho před tím na krmivo a jako zahradní zelenina. Kolem roku 1750 chemik Marggraf v Německu experimentálně získal cukr z cukrové řepy. První továrna na výrobu řepného cukru byla postavena až roku 1802 v dnešním Polsku (Yamane, 2016).

V rámci pěstování cukrovky a výroby cukru došlo v roce 2017 k zásadním změnám. K 30.9.2017, po ukončení režimu produkčních kvót zanikla ustanovení o minimální ceně cukrové řepy (26,29 EUR.t⁻¹), výrobní dávky a umístění nadkvótového cukru na trhu. Bohužel, pro výrobce cukrovky a její zpracovatele v EU zůstaly zachovány dovozní režimy v rámci spolupráce WTO (World Trade Organization). Důsledkem těchto opatření je výrazný pokles světových cen cukru a bioethanolu.

Pro zachování přehledného monitoringu cukrovarnického odvětví jsou členské státy Evropské unie po ukončení režimu cukerných kvót povinni informovat Evropskou komisi o realizačních cenách cukru, cukrové řepy, osetých plochách, o produkci cukru a bioethanolu, v neposlední řadě i o zásobách.

Vzniklá hospodářská situace přinese zvýšení nároků pro pěstitelé a zpracovatele cukrové řepy. Pro zachování dlouhodobé konkurenceschopnosti na trhu s cukrem budou muset obě strany přijmout řadu opatření. Pro pěstitelé jsou možné úspory rozhodně v oblasti ochrany rostlin, tzn. správně nastavené dávkování a včasná aplikace přípravků. Pro zkušeného hospodáře, který má na svých pozemcích optimální obsah základních živin a upravené pH se jako vhodný intenzifikační vstup výroby cukrovky jeví využití skupiny pomocných látek a různých stimulátorů růstu.

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 maloparcelových pokusech.

3 Literární rešerše

3.1 Cukrová řepa

Cukrová řepa (*Beta vulgaris* L. convar. *altissima* Doll. var. *saccharifera* Alef.) je zemědělská plodina, která je řazena mezi okopaniny. Patří mezi dvouleté rostliny a rozmnožuje se semeny. Během prvního roku vegetace se vyvíjí přízemní růžice listů a zásobní orgán bulva, ze které je získáván cukr. V roce druhém pak tvoří květní lodyhu, na které dozrávají semena (Pulkrábek a Šroller, 1993).

V současné době můžeme jednoznačně říci, že cukrovka je nejproduktivnější plodinou našeho podnebného pásma. Ve světě se řadí mezi 15 nejdůležitějších plodin, pod které spadá také rýže, kukuřice, pšenice nebo řepka. Má také velmi náročné požadavky na pěstitelská opatření (Pulkrábek a kol., 2007).

Cukrová řepa je tzv. technická plodina, je totiž pěstovaná zejména pro účel výroby sacharózy. Ke zkrmování (bulvy, chrástu) se používá jen velmi málo. Avšak ke krmným účelům jsou používány produkty z výroby cukru, kterými jsou melasa a cukrovarské řízky (Pulkrábek a Šroller, 1993).

Pěstování cukrové řepy je ideální na půdách středně těžkých, hlinitých až jílovitohlinitých, s neutrální, případně slabě alkalickou reakcí s hodnotami pH 6,8 – 7,3. Svažítost pole by neměla přesahovat 3°, nad 7° je již pozemek zcela nevhodný (Pulkrábek a Šroller, 1993).

Cukrovka by se neměla pěstovat po sobě dříve než po 4-5 letech. Časté vysévání by mohlo zapříčinit rozšiřování háďátka řepného. Ideální je tedy po cukrovce pěstovat rostliny, které jsou pro háďátka nepřátelské. Těmi jsou například kukuřice, vojtěška (velmi vhodná, zvyšuje pórovitost v podorničí), bob, žito nebo také čekanka. Na předplodiny reaguje cukrovka v celku málo, protože jejich vliv je nahrazován hnojením statkovými hnojivy. Nejvhodnější předplodinou pro cukrovou řepu jsou ozimé obiloviny. Naopak značně nevhodnou je vojtěška a kukuřice (Pulkrábek a Šroller, 1993).

3.2 Anatomická stavba cukrové řepy

U cukrové řepy rozlišujeme dvě základní části. Patří mezi ně bulva a listy. Bulva tvoří zásobní orgán, který je důležitým rozvaděčem vodivých cest, ty propojují kořenovou soustavu s nadzemní částí rostliny. Listy představují asimilační aparát, který přeměňuje vnější anorganické látky na látky organické (Pelikán a kol., 1999).

Bulva

Bulva je hlavní orgán celé rostliny. Ne však kvůli své pozici mezi kořenovou soustavou a nadzemní částí. Je to proto, že je nositelem pupenů, ze kterých vyrůstají nadzemní stonky, a meristému v postranních kořenových rýhách, ze kterého vznikají postranní kořeny (Rybáček a kol., 1985).

Dělí se na tři části:

1. Hlava (epikotyl) – tvoří zhruba 4 % hmotnosti bulvy. Nese listy a vegetační pupeny. Tato část bulvy obsahuje nejméně cukru a nejvíce nepříznivých necukrů (necukry – různé soli a komplikované organické látky, které později ztěžují získávání cukru v čisté krystalické podobě) (Pelikán a kol., 1999).
2. Krk (hypokotyl) – zaujímá zhruba 6 % hmotnosti bulvy. Je to oblast mezi hlavou a vlastním kořenem. Jeho součástí nejsou listy ani vlásečnicové kořínky. V této části řepné bulvy je rostlina nejvíce schopná vytvářet ochranná hojivá pletiva, která dokážou zabránit úniku vody z buněk a zajistí potřebný turgor (turgor – napětí pletiv a tkání, které vzniká v důsledku vnitřních tlaků v závislosti na množství vody v buňkách) (Pelikán a kol., 1999).
3. Vlastní kořen (radix) – zaujímá zhruba 90 % hmotnosti bulvy. Na mírně zploštělém vřetenovitém kořenu se nacházejí dvě podélné protilehlé rýhy, ze kterých rostou vlásečnicové kořínky. Příliš hluboká a ostrá rýha komplikuje čištění cukrovky. Směrem dolů se kořen zužuje a vytváří tzv. ocásek, který se dostává hluboko do půdy a je schopný čerpat vodu. Sklizňové ztráty by mohl zvýšit příliš dlouhý a větvený kořen.

Na průřezu kořene můžeme pozorovat pokožkové, vodivé a základní pletivo. Pokožkové pletivo má za úkol především chránit řepu před nepříznivými vnějšími vlivy jako

např. vyschnutím nebo poraněním. Toto pletivo se vytváří převážně na konci ontogeneze, proto je důležité nechat řepu řádně dozrát. Při dřívější sklizni je cukrovka nevyzrálá, rychle vadne a špatně se skladuje.

Vodivé pletivo je složeno zhruba z 10 – 15 cévních svazků. Ty mají schopnost transportovat asimiláty z listů a živiny z kořenů do bulvy. Pletivo by nemělo být příliš dřevnaté, protože by docházelo k lámání kořene, ke znehodnocování velkého množství buněk a vytváření drtě, čímž by byla snížena čistota difúzní šťávy (difúzní šťáva – horká voda, ve které se vylouhovaly řepné řízky, a která obsahuje zhruba 19 % cukru).

Mezi cévními svazky se nachází základní pletivo, to je tvořeno podlouhlými buňkami, v nichž jsou uloženy asimiláty. Slizovitá protoplazma pod buněčnou stěnou dokáže zabránit vystupování cukru ze živých buněk, které jsou obklopeny semipermeabilní membránou (Pelikán a kol., 1999).

List

Listy cukrovky, stejně jako listy všech zelených rostlin, mají buňky s obsahem chlorofylu, který je jediným výrobcem cukru. Pro nejvyšší výkon fotosyntézy je důležitá harmonická spolupráce všech orgánů a pletiv.

Od děložních listů se pravé listy liší tvarem a lepší specializací funkcí. Je u nich jasně viditelná odlišnost čepele a listového řapíku. Tyto části listu jsou sloučeny probíhajícími cévními svazky. Čepel plní funkci fotosyntetizující a je transpiračním orgánem. Řapík má funkci vodivého a zásobního orgánu (Rybáček a kol., 1985).

Čepel je chráněná na obou stranách listu jednovrstevnou pokožkou. Především kolem listové žilnatiny je možno nalézt vícebuněčné chlupy, které jsou pozůstatkem jemných chlupů. Na celé ploše listu jsou rovnoměrně rozloženy průduchy. Na rubové straně listu se nachází více průduchů než na straně lící. Množství průduchů určuje stáří rostliny a vlastnosti odrůdy cukrové řepy. Vypělé listy mají méně průduchů než listy mladé (Pelikán a kol., 1999).

Během vegetace se u cukrovky vytvoří velmi bohatá listová růžice skládající se ze 30 až 50 pravých listů. Činnost jednotlivých listů trvá 30 až 70 dnů v závislosti na životních podmínkách. Během vegetace se mění velikost i tvar listů. Nejcennějšími listy pro tvorbu cukru jsou listy v pořadí 15. až 25. Tyto listy mají velkou plochu čepele, která může dosáhnout i 200 cm². Celková listová plocha jedné rostliny cukrovky bývá průměrně 0,3-0,5 m² (Rybáček a kol., 1985).

Chemické složení zelených listů cukrové řepy na podzim je: sušina 17,3 %, minerální látky – popel 3,7 %, a celkový dusík 0,36 %.

Tabulka 1: Dílčí složky popela v listu cukrové řepy (Rybáček a kol., 1985)

Dílčí složka	Množství
Fe ₂ O ₃	0,382 %
Al ₂ O ₃	0,035 %
CaO	0,326 %
MgO	0,240 %
K ₂ O	0,594 %
Na ₂ O	0,315 %
P ₂ O ₅	0,109 %
Cl	0,312 %
SiO ₂	1,318 %
SO ₃	0,101 %

3.3 Složení bulvy

Při hodnocení kvality cukrové řepy je důležité její chemické složení a její fyzikální vlastnosti vypěstovaných bulev. Je nutné si uvědomit, že toto složení a fyzikální vlastnosti jsou velice závislé na klimatických a půdních podmínkách, na odrůdě, ale také na agrotechnice.

Tabulka 2: Variabilita důležitých technologických vlastností bulev (Rybáček a kol., 1985)

Vlastnost a rozměr	Průměr	Rozptyl	Variační koeficient
Hmotnost sklizených bulev (kg)	0,5	0,25	50
Cukernatost (%)	16,5	1,5	9
Obsah dřenež (%)	4,8	1,1	23
Rozpustný popel (%)	0,5	0,1	20
Škodlivý dusík (%)	0,02	0,003	15

Tato tabulka vyjadřuje vlastnosti, které vyhovují normálnímu rozdělení. Cukrovka může vykazat větší rozdíly za různých podmínek, např. při vydatných srážkách na konci vegetace nebo při dlouhodobém vysychání (Rybáček a kol., 1985).

Látky obsažené v bulvách rozlišujeme na dřeň a řepnou šťávu. Dřeň je soubor ve vodě nerozpustných látek a řepnou šťávou rozumíme vodu a v ní rozpuštěné látky.

3.3.1 Řepná dřeň

Dřeň představuje nerozpustný podíl bulvy (4,2 – 5,3 %) (Pelikán a kol., 1999). Je z hlavní části tvořena pektinovými látkami, pentózany a celulózu, které jsou obsaženy zhruba ve stejných poměrech. Zbývající část zastává lignin, rostlinné bílkoviny, nepatrné množství dalších organických látek a anorganické látky ve vodě nerozpustné (4 % zvláště hořečnaté a vápenaté soli organických kyselin). V dřeni cukrové řepy se nachází také zhruba 0,5 % imbibiční vody. To je voda pevně vázána na dřeň a nedá se běžným sušením odstranit. Množství dřene v bulvě a cukernatost bulvy má na sobě přímou závislost. Na základě statistických údajů byla pro tento vztah odvozena funkce (Rybáček a kol., 1985).

$$D = 2,3077 + 0,11475 * Z$$

Kde D představuje obsah dřene a Z představuje cukernatost.

Celulóza

Celulóza je opěrná kostra pletiv dodávající pevnost v tahu. Je složena z rozsáhlého počtu anhydridu glukózy $C_6H_{10}O_5$, které jsou spojeny glykosidickou vazbou v dlouhé řetězce.

Pentózany

Pentózany, někdy také nazývané hemicelulóza se uvolňují snadněji než celulóza. Patří mezi polysacharidy a skládá se z L-arabinózy a D-xylózy.

Pektin

Pektin je tvořen anhydridy kyseliny D-galakturonové spojenými glykosidickou vazbou. Pektin zhoršuje filtraci šťáv a omezuje čistotu řepné šťávy. Nejméně se ho rozpustí, pokud použijeme při extrakci vodu s pH = 5 – 6. Vliv na rozpustnost pektinu má i teplota. Se stoupající teplotou se rozpustnost zvyšuje. Roli hraje také trvání zahřívání. Při epuraci (čištění) se pektin zcela odstraní.

Lignin

Lignin má strukturu řetězcovou. Dodává pletivům bulvy pevnost v tlaku. Ve standardní řepě je ligninu 3 – 6 %, v bulvě dřevnaté cukrovky ho může být až o 60 % více (Rybáček a kol., 1985).

3.3.2 Řepná šťáva

Ve sklizené bulvě je zhruba 76 % vody a zhruba 18 % látek rozpustných ve vodě. Okolo 87 % z nich tvoří sacharóza. Zbývajících 13 % jsou tzv. necukry, ačkoli mezi ně patří i fruktóza a glukóza. Pro analýzu struktury řepné šťávy potřebujeme vylisovat šťávu z řepné kaše. Pro hodnocení jakosti cukrovky je nejzásadnější obsah sacharózy. Znárodnujeme jí v procentech hmotnosti a nazývá se cukernatost. Důležitý je i údaj podílu sacharózy v celkové sušině, který nazýváme kvocient čistoty řepné šťávy.

Cukry

Dominantní složkou řepné šťávy je sacharóza, obvykle nazývaná cukr. Při sklizni se obsah sacharózy pohybuje v rozmezí 15 – 18 %. Závisí na klimatických podmínkách, na pěstované odrůdě a také na agrotechnice, obzvláště na hnojení. Nejvyšší dosažená koncentrace se pohybuje okolo 20 – 22 %. Sacharóza je složena z D-glukózy a D-fruktózy, patří tedy mezi disacharidy, které jsou vždy spojeny glykosidickou vazbou (Rybáček a kol., 1985).

Sacharóza je opticky aktivní. Rovinu polarizovaného světla stáčí doprava o +66,54°. Tuto vlastnost využíváme při analytickém stanovení. Sacharóza se také dokáže rozložit na původní části (hydrolyzací – příjem molekuly vody každou částí), čímž vytvoří invert (invertní cukr). To je směs jednotlivých fruktóz a glukóz, které jsou nyní jako celek levotočivé (fruktóza je totiž

silně levotočivá, glukóza jen mírně pravotočivá). Ve vyzrálé, čerstvé a zdravé řepě se vyskytuje v množství 0,05 – 0,2 %. Díky invertu je zredukována výtěžnost rafinády (rafináda – bílý konzumní cukr). Příčinou rozkladu může být kyselé prostředí, teplo nebo působení enzymu invertázy. Je tedy klíčové alkalizovat řepnou šťávu a kontrolovat hodnotu pH při celé cukrovarské výrobě. Mezi vlastnosti sacharózy patří také chování se jako slabá kyselina, která je ve vodě snadno rozpustná. Její rozpustnost je přímo úměrná teplotě. Z přesycených roztoků krystalizuje v jednoklonné soustavě. Krystalizace je dokonalejší, čím jsou roztoky čistší (Pelikán a kol., 1999).

Necukry

Jsou takové látky, které přecházejí do surové šťávy při extrakci sacharózy. Tyto doprovodné látky snižují čistotu šťávy, stupňují množství melasy a tím pádem ovlivňují negativně výtěžnost. Dají se rozdělit na: organické látky bezdusíkaté, organické látky dusíkaté a látky anorganické.

Organické látky bezdusíkaté

- a) Organické kyseliny – jsou přítomny v podobě sodných a draselných solí, zřídka jako volné kyseliny. Volné kyseliny zapříčiňují slabou kyselost řepné šťávy. Organické kyseliny mají tlumivé účinky a udržují stálé pH, které je důležité pro správnou funkci pletiv a buněk.
- b) Cukry – patří mezi ně monosacharidy D-glukóza a D-fruktóza, a trisacharid rafinóza.
- c) Saponin – látka ve vodě skoro nerozpustná. Avšak je schopná se mírně rozpustit na koloidní roztok při působení vody na řepnou hmotu. Vytváří trvanlivou pěnu.
- d) Řepný tuk – obsažen v bulvě 0,01 – 0,03 % (Rybáček a kol., 1985).

Organické látky dusíkaté

- a) Bílkoviny – spolupracují na stavbě buněk řepy a jsou součástí dřene, do šťávy se dostávají minimálně (Rybáček a kol., 1985).
- b) Aminokyseliny a amidy – dusík těchto složek vniká do řepné šťávy a patří mezi tzv. škodlivé dusíky. Při epuraci dokážeme odstranit jen část amidů a AMK (aminokyselin). Pozdějším varem nastává rozpad amidů na amoniak a příslušné

kyseliny, čímž dojde ke snížení alkality šťávy. Čím více má řepa v sobě nebílkovinných dusíků, tím klesá její technologická jakost.

- c) Organické a purinové zásady – primárními zástupci jsou betain a cholin. Betain je nežádoucí sloučeninou. Při zpracování cukrovky se nemění a dostává se do řepné šťávy. V důsledku jeho přítomnosti se zvyšuje množství melasy. Betainu může přibýt díky oxidaci cholinu. Při jeho rozkladu dochází k uvolnění trimethylaminu, díky kterému zapáchá melasa. Rozkladem nukleových kyselin vznikají purinové zásady, které na jakost cukrovky nemají žádný vliv.
- d) Enzymy – dokážou ovlivnit přeměnu látek v buňce. Enzymy jsou činné při skladování i při zpracování řepy. Jejich aktivita je potlačena až při 80 °C. Zásadním enzymem je invertáza, která spadá pod hydrolázy. Jejím působením se rozpadá sacharóza na glukózu a fruktózu. Aktivita invertáz je přímo úměrná teplotě (zhruba do 55 °C). Tento enzym má zvýšenou aktivitu v pletivech namrzlých nebo mechanicky poškozených. Doba skladování má na invertázu také vliv. Čím déle ji skladujeme, tím více vzrůstá aktivita (Pelikán a kol., 1999).

Anorganické látky

Anorganické látky jsou podstatným ukazatelem jakosti cukrovky. Vyšší procento je v bulvě oproti šťávě z ní vylisované. V dřeni cukrovky jsou totiž některé anorganické látky pevně vázané. Jedná se hlavně o hořečnaté a vápenaté ionty, které jsou součástí pektinu. Obsah anorganických látek ve sklizené bulvě je zhruba: $K_2O = 0,25 \%$, $Na_2O = 0,05 \%$, $CaO = 0,07 \%$, $MgO = 0,07 \%$, $Fe_2O_3 + Al_2O_3 = 0,01 \%$, $P_2O_5 = 0,08 \%$, $SiO_2 = 0,01 \%$, $Cl = 0,01 \%$, $SO_3 = 0,03 \%$.

Význam mají pouze ty látky, které přecházejí při výrobě cukru do řepné šťávy. Říkáme jim rozpustný popel. Patří mezi ně sodné a draselné soli anorganických kyselin. V cukrovce se nachází 0,4 – 0,6 % tohoto popela. Tyto látky se shromažďují v melase.

Pro výpočty mnoha vzorců je využíván poměr popela a sacharózy v melase.

1 díl popela: 4,5 – 5,5 dílů sacharózy (Rybáček a kol., 1985).

3.4 Hodnocení jakosti

Technologická jakost cukrové řepy vyjadřuje komplex chemických, biologických, mechanických a fyzikálně chemických vlastností. Technologická jakost je v užším slova smyslu vyjadřována zůstatkem cukru v melase, výrobností a výtěžností bílého cukru. Kupující a prodávající by si měli umět vypočítat tyto ukazatele. Analyzátoři určí obsah sacharózy a tři melasotvorné složky bulvy, podílející se na přetrvání cukru v melase – sodík (Na), draslík (K), alfaaminodusík (amino-N). Z těchto výsledků je možno vypočítat pomocí různých vzorců procentické množství cukru, které by měl cukrovar vyprodukovat z cukrovky a také množství cukru, které nelze získat krystalizací, protože je vázán v melase. Pro zpracování je jakostně kvalitní surovina taková řepa, která je zdravá a technologicky vyzrálá. Technologickou zralost řepy udává hodnota MB faktoru (Pulkrábek a Šroller, 1993). MB faktor vyjadřuje poměr výroby melasy ku bílému zboží v % a je důležitým kritériem pro posouzení technologické jakosti, zpracování a způsobilosti cukrovky pro sklizeň. Dá se vypočítat podle vzorce $MB = M/B \times 100$, kdy B faktor udává výtěžnost bílého cukru a vyjadřuje ji jako produkci rafinády v procentech na hmotnost cukrové řepy. M faktor vychází z obsahu rozpustného popela stanoveného v bulvě (Pelikán a kol., 1999).

Tabulka 3: 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 řepa	80-150

Bulva by měla být zdravá, nenamrzlá, nezavdlá, připravená o listovou růžici hladkým, kuželovým nebo rovným řezem v souladu s ČSN 46 21 10 Cukrovka. Povrch by měl být čistý, hladký, nepoškozený, nescvrklý, odolný vůči alteraci, bez zbytků chrástu, bez zelených pupenů, bez příměsí působících na hnití a také připravený udržovat turgor i při skladování. Rýhy bulvy by měly být mělké (Pulkrábek a Šroller, 1993).

Dominujícím měřítkem jakosti cukrové řepy je cukernatost. Cukernatost stanovíme ze vzorku 20 – 25 kg bulev nebo z 15 – 20 kusů bulev s tím, že budou poměrně zastoupeny všechny velikostní kategorie. Nejdříve vzorek opereme a poté nastrouháme na kaši. Kaše se musí důkladně promíchat a ihned navažovat pro rozборы. Je možné vzorek uchovat i na delší dobu tak, že vložíme 100 – 150 g kaše do suchého sáčku, který se zavaří a zmrazí.

Stanovení polarizace (P)

Ke stanovení polarizace potřebujeme zhruba 26 g řepné kaše a určité množství chloridu hlinitého, které se odměří na poměrové váze. Řepnou kaši s odměřeným roztokem promícháme a zfiltrujeme. Čirou tekutinou, kterou jsme získali, naplníme trubici polarimetru. Na stupnici pak odečteme hodnotu polarizace (Pulkrábek a Šroller, 1993).

Stanovení rozpustného popela (Pp)

K tomuto stanovení potřebujeme vzorek řepné kaše a destilovanou vodu. Promícháme a přecedíme přes jemné sítko. Poté změříme vodivost získaného roztoku pomocí konduktometru. Výsledná vodivost se musí vynásobit 0,0104, čímž získáme množství rozpustného popela v cukrové řepě. Množství popela je u jakostní cukrovky okolo 0,250 – 0,450 %.

Určuje se i obsah draslíku a sodíku. Pro jejich stanovení (v mmol) potřebujeme nejprve kalibrační vzorky, abychom získali kalibrační graf. Z připraveného vzorku se vezme asi 15 cm³, které se do plamenového fotometru nasají. Výsledné hodnotě najdeme v kalibračním grafu odpovídající obsah prvku (Pulkrábek a Šroller, 1993).

Stanovení alfa-aminodusíku

Toto stanovení se týká dusíku volných aminokyselin. Nejprve opět připravíme kalibrační roztoky a graf. Pro samotné stanovení poté použijeme část roztoku ze stanovení polarizace, smícháme ho s roztokem činidla a změříme kolorimetricky absorpci. Z kalibračního grafu vyčteme obsah alfa-aminodusíku v mmol.100⁻¹ g vzorku.

Výpočet očekávaného zůstatku cukru v melase

Tento ukazatel jakosti cukrové řepy je také velmi důležitým. Naměřené hodnoty se dosadí do vzorečku (Pulkrábek a Šroller, 1993).

$$G_{CM} = K_1 (C_{Na} + C_K) + K_2 * C_N$$

G_{CM}	Teoretický zůstatek cukru v melase v % na řepu
C_{Na}	Koncentrace sodíku v mmol na 100 g řepy
C_K	Koncentrace draslíku v mmol na 100 g řepy
C_N	Koncentrace alfa-aminodusíku v mmol na 100 g řepy
K_1	0,343 g.mmol ⁻¹
K_2	0,094 g.mmol ⁻¹

3.5 Výživa a hnojení cukrové řepy

Cukrová řepa patří mezi rostliny, které mají velmi specifické nároky na výživu, a tím pádem i na hnojení, kterým producent výživu reguluje (Chochola, 2010). Na úrodných půdách se uplatňují živiny půdní zásoby, zatímco na horších stanovištích přímé hnojení. Avšak i na půdách úrodných zajistíme správnou výživu cukrové řepy pouze vhodnou kombinací hnojení minerálními a statkovými hnojivy (Vaněk a kol., 2007).

Využití asimilátů k tvorbě růžice a kořenového systému převládá do konce června. Avšak od července se již přibližně 50 % asimilátů ukládá jako sacharóza a dalších 50 % je využíváno k dobudování listové růžice a bulvy. V srpnu již nedochází ke zvětšování plochy listů, ale naopak dochází k rychlému přírůstku obsahu cukru. Na konci září přírůsteky cukru tvoří 80 – 90 % z celkového přírůstku sušiny (Rybáček a kol., 1985).

Velké množství živin je obsaženo v chrástu. Zabezpečit jejich příjem musíme v první části vegetace, kdy dochází k tvorbě 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). Na produkci 1 t bulv a příslušného množství chrástu (asi 0,6 t) potřebuje cukrovka 3,9 kg N, 4,8 kg K, 0,5 kg P, 2 kg Ca, 0,9 kg Na

a 0,8 kg Mg. V chrástu nalezneme větší část živin, tudíž v případě jeho zaorávky setrvá velká část živin na poli a skutečný vývoz živin z pole je výrazně nižší než celkový odběr (Vaněk a kol., 2007).

Cukrová řepa je představitelkou tzv. nitrátových rostlin. Je tomu tak proto, že přijímá dusík nejčastěji v nitrátové formě. Nitráty jsou rychle přemístěny do listů, kde je lokalizována větší část nitrátoreduktázové aktivity (Rybáček a kol., 1985). Na přehnojení dusíkem je cukrovka velmi citlivá, neboť to vede k poklesu cukernatosti a někdy i k poklesu výnosu (Pulkrábek a kol., 2007).

Fosfor přijímá cukrová řepa jako ortofosfát, v rostlině se ale uplatňuje především tzv. fosforečná skupina. Přenos fosforečné skupiny, biochemická fosforylace, je základem přenosu energie v rostlině. Dochází totiž jak k uvolnění, tak i ke spotřebě velkého množství energie. U cukrovky jsou tyto pochody velice významné, neboť samotná tvorba výnosu je velice energeticky náročná (Rybáček a kol., 1985).

Cukrovka má na draslík vysoké nároky, ale dovede ho využívat i z méně přijatelných forem z půdy (Vaněk a kol., 2007). Draslík dokáže svou biochemickou funkcí příznivě ovlivnit cukernatost sklizených bulev a výnos cukru. Ovšem na druhou stranu je podstatnou součástí rozpustného popela, čímž působí negativně při cukrovarnickém zpracování, neboť zvyšuje podíl melasy. U cukrovky je účinek draslíku podobný sodíku. V jejím metabolismu jsou proto oba do jisté míry zastupitelné. Značně ovlivňují vodní provoz rostliny. Svým působením zvyšují odolnost proti suchu. Pokud má rostlina dobré zásobení těmito prvky, tak se snižuje zavádání listů cukrovky (Rybáček a kol., 1985).

Nezbytnou součástí systému výživy a hnojení cukrovky je organické hnojení. Mezi nejvhodnější hnojiva patří hnůj a kompost. Využíváno je v poslední době i zelené hnojení. Potřebná dávka hnoje na hektar je kolem 40 tun. Důležitější je ovšem vždy termín zaorání než dávka. Pro přeměnu hnoje a pro tvorbu půdní struktury je nejvhodnější zaorání v září (Pulkrábek a kol., 2007).

3.5.1 Příjem živin rostlinami

Příjem živin se uskutečňuje u rostlin převážně ve formě iontů. Obzvláště přes kořeny, pouze malá část přes listy. Předpokládá se, že je rozdíl pouze v tom, že při příjmu živin přes list musí iont nejdříve prostoupit kutikulou. Rychlost příjmu určitého iontu narůstá při poklesu jeho obsahu v rostlině a naopak (Hejtnák a kol., 2007).

Příjem živin představuje především proces postupu živin do rostliny z vnějšího prostředí. Je to jeden ze základních projevů života rostliny. Dochází především ke kvalitativním změnám, kdy z abiotického materiálu se stává složka buňky schopná dalších asimilačních procesů, jejichž výsledkem je produkce nové hmoty (Ryant).

3.5.1.1 Kořenová výživa

Živiny se do kořene dostávají z půdního roztoku. Kořen je dále šíří mezi stonek, listy a samotný kořen. Půdním roztokem označujeme všechnu volnou vodu v půdě, která má takové množství a poměr rozpuštěných živin, které odpovídají aktuálním fyzikálním, biologickým a chemickým podmínkám (Procházka a kol., 1998). Na zachycování živin kořeny se podílí všechny mladé části kořenů, zejména zóna kořenového vlášení, která až několikrát zvyšuje povrch kořene (Ryant).

3.5.1.2 Mimokořenová výživa

Mimokořenová výživa znamená, že nadzemní části rostlin jsou schopné přijímat a využívat minerální, ale i organické látky aplikované na jejich povrch ve formě vodných roztoků. Tento druh výživy nedokáže plně zastoupit výživu rostlin kořeny. Proto je velmi důležité chápat ji 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 (nevhodné půdní podmínky, nízká půdní teplota, nerozpustná forma živin v půdě aj.),

- překonání kritických podmínek v růstu rostlin, zvláště při poškození kořenů,
- dodat nezbytné množství mikrobiogenních prvků, potřebných pro dosažení předpokládaného výnosu.

Při vstupu z povrchu rostliny do rostlinných pletiv musí živiny z aplikovaného hnojiva překonat hlavní překážku – kutikulu. Její funkcí je ochrana, chrání list například před nekontrolovatelným výparem vody. Při aplikaci hnojiva dochází k bobtnání kutikuly, která se rozestoupí a umožní styk roztoku s buňkami epidermální části listů. Je tedy velice důležité, aby byl list navlhčen co nejdéle, a pokud možno celoplošně (Richter a Hřivna, 2008).

3.6 Biologicky aktivní látky

Biologicky aktivní látky jsou pomocné rostlinné přípravky, které tvoří různorodou skupinu látek. Tyto přípravky jsou určeny k použití formou listové aplikace. Používání těchto přípravků podléhá registraci ÚKZÚZ (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský) a tvoří samostatnou skupinu v Registru hnojiv (Trčková a kol., 2009). Pomocné rostlinné přípravky nezahrnují významnější množství živin, mohou ale zlepšovat jejich příjem a využití. Při použití v malém množství stimulují růst rostlin, dokáží zvyšovat odolnost k nepříznivým vnějším podmínkám nebo urychlovat regeneraci poškozených porostů (Trčková, 2010). Biostimulanty zahrnují látky nebo mikroorganismy, které při aplikaci na rostlinu stimulují přirozené reakce rostliny za účelem zvýšení příjmu a účinnosti živin, snášenlivost vůči abiotickému stresu a za zlepšení kvality plodin (Calvo a kol., 2014). Ať jsou tyto látky produkovány samotnými rostlinami (endogenně) nebo jsou syntetické (aplikace exogenně), tak jejich úloha spočívá v kontrole dělení buněk, na vlivu na základní životní procesy (kořenová výživa, růst, dýchání, fotosyntéza nebo tvorba plodů), v regulaci morfologické a fyziologické korelaci orgánů a tkání rostlin. Jejich hlavním úkolem je regulace růstu a vývoje rostlin tak, aby docílily co nejvyššího výnosu (Štranc a kol., 2010). Na trhu se objevují látky, které jsou souhrnně nazývány jako biostimulátory. Společným znakem těchto látek je více či méně přírodní původ (Trčková, 2010). Mezi jednotlivými přípravky existují nemalé rozdíly, které se mohou odrazit ve způsobu ovlivnění rostlin i výnosu. Je velkým omylem domnívat se, že je stimulant jako stimulant a že jejich aplikací nemůžeme nic zkazit (Bezdíčková, 2013). Regulátory růstu (jarní) k urychlení poststresové regenerace rostlin je doporučeno aplikovat společně při druhém či třetím

herbicidním ošetření cukrové řepy. Dále je také doporučována letní aplikace regulátoru růstu s fungicidem. Vesměs se uvádí, že vyšší účinky stimulatorů růstů se projevují především po aplikaci na rostliny rostoucích v podmínkách, které nebyly pro jejich růst a vývoj ideální (Pulkrábek a kol., 2007). Účinnost stimulatorů je závislá na množství aplikované dávky a termínu aplikace (Ball a kol., 1999).

3.7 Pomocné přípravky registrované v České republice

Nitrofenoláty

Nitrofenoláty jsou nízkomolekulární látky, které dovedou ovlivnit rychlost odbourávání auxinů. Jejich použití má pozitivní vliv na diferenciaci a růst kořenů (Prokinová, 2017).

Deklarovaný účinek: Vliv na proudění plasmy v buňce, což má za následek lepší zakořeňování, intenzivnější růst, příjem živin a antistresové účinky (Trčková a kol., 2009).

Deriváty kyseliny benzoové

Tyto látky jsou vzdálenými prekurzory auxinů a mají pozitivní vliv na výnos a kvalitu (Prokinová, 2017). Abychom docílili auxinové aktivity musí být nejprve kyselina 2-aminobenzoová metabolizována na aminokyselinu tryptofan, ze kterého může být dále syntetizován auxin neboli kyselina indolyloctová (Trčková a kol., 2009).

Deklarovaný účinek: Protistresový účinek vůči suchu, chladu, zamokření a nedostatku slunečního svitu. Dále zvýšení výnosu i kvality plodů, semen i hlíz kulturních rostlin (Trčková a kol., 2009).

Huminové látky

Huminové látky jsou vysokomolekulární sloučeniny, u kterých se předpokládá, že vůbec nevstupují do rostlinných pletiv. Pokud jsou huminové látky aplikované na rostlinu společně s nepolárními látkami (například močovinou) nebo jednomocnými ionty, tak dochází ke snížení rychlosti jejich příjmu. Avšak současně dokážou zpomalit vysychání aplikovaného roztoku. Jestliže ale aplikujeme huminové látky s dvojmocnými kationty, vytvoří se nerozpustné sraženiny a dojde ke snížení jejich příjmů.

Deklarovaný účinek: Příznivý a komplexní vliv na rostliny (Trčková a kol., 2009).

Hydrolyzáty bílkovin (aminokyseliny)

Je známo, že aminokyseliny jsou stavební prvky bílkovin a jsou základní složkou každého organismu (Prokinová, 2017). V menší míře je známá jejich regulační funkce pro vývoj rostlin a pro jejich odolnost vůči nepříznivým podmínkám prostředí (Kuthan, 2013). Jsou převážně vyráběny chemickou metodou nebo enzymatickou hydrolýzou proteinů. Tyto proteiny bývají obsaženy ve vedlejších zemědělských produktech jak živočišného, tak rostlinného původu. Častěji se ale získávají z živočišných produktů (Colla a Roupheal, 2015). Pokud aplikujeme malou dávku aminokyselin, tak nedojde k významnějšímu ovlivnění růstu a vývoje rostlin. V dostatečném množství však mohou příznivě ovlivnit příjem živin a jejich translokaci uvnitř rostliny.

Deklarovaný účinek: Stimulace dělení buněk, chloroplastů a biosyntézy chlorofylu (Trčková a kol., 2009).

Extrakty z mořských řas

Extrakty z mořských řas se získávají zejména z hnědých řas. Fytohormony auxiny a cytokininy jsou považovány za hlavní účinné látky. Vzájemný poměr těchto fytohormonů je důležitější než jejich celkový obsah (Trčková a kol., 2009). Přípravky na bázi mořských řas se stimulačním a protistresovým účinkem působí pozitivně na klíčení, neboť obsahují gibbereliny, které aktivují procesy klíčení (Hašková, 2015).

Deklarovaný účinek: Extrakty z mořských řas podporují růst kořenů, což umožňuje rostlině optimální růst a vývoj. Díky tomu dochází ke zvýšení výnosu, případně i kvality produkce (Trčková a kol., 2009).

3.8 Fytohormony

Německý botanik Julius von Sachs (1832 – 1897) vyslovil již v 19. století domněnku o existenci chemických signálů, díky kterým mohou jednotlivé orgány rostlin vzájemně komunikovat. Brněnský profesor R. Dostál (1885 – 1973) tento koncept zpracoval použitím experimentálně morfologických přístupů. Od té doby bylo zpracováno mnoho údajů o chemických látkách, které v rostlinách regulují růstové a vývojové procesy. Obecně tyto látky nazýváme jako růstové regulátory. Nativní (přirozené) růstové regulátory členíme do dvou skupin: fytohormony (rostlinné hormony) a další látky s regulační aktivitou (Procházka

a kol., 1998). Mimo ně existují další látky připravené synteticky, které při exogenní (vnější) aplikaci silně ovlivňují růstovou aktivitu. Působí buď ve smyslu povzbuzování růstu nebo ve smyslu utlumovače růstu. Po aplikaci působí na rostlinu obvykle delší dobu než aplikované fytohormony, protože rostliny nemají vyvinutý enzymatický aparát, který by je dokázal rozkládat (Hejnák a kol., 2007).

Definice fytohormonů říká, že se jedná o chemické signály, které ovlivňují rostlinu při velmi nízkých koncentracích, ve stopových množstvích $\leq 1 \text{ mmol.l}^{-1}$, často i $\leq 1 \mu\text{mol.l}^{-1}$. V místech svého vzniku nebo v místech, kam jsou transportovány, vyvolávají biochemické, fyziologické a morfologické reakce. Zajišťují tak růstovou a metabolickou celistvost rostlin. Pro výsledný účinek fytohormonů není důležité pouze jejich množství nebo aktivita, rozhodující je především vzájemný poměr jednotlivých fytohormonů (Hejnák a kol., 2007).

Nejvíce poznatků máme v dnešní době o fytohormonech tří početných skupin nazývaných auxiny, gibereliny a cytokininy. K velmi významným patří i kyselina abscisová a etylén (Hejnák a kol., 2007).

U rostlin neexistuje růstový proces, který by byl regulován pouze jedním fytohormonem. Neexistuje ani fytohormon, který by ovlivňoval jen jeden růstový proces (Procházka, Šebánek a kol., 1997).

Rostlinné hormony se od živočišných hormonů odlišují v mnoha aspektech. Fytohormony jsou v rostlině syntetizovány na více místech, na rozdíl od hormonů živočišných, které jsou vytvářeny ve specifických žlázách s vnitřní sekrecí. Fytohormony jsou výrazně méně specifické než živočišné hormony: každý fytohormon má vliv na několik často odlišných procesů. To platí i naopak, na týž proces má vliv větší počet různých látek. Mechanismus účinku fytohormonů je však velmi blízký mechanismu, kterým působí hormony živočišné (Procházka a kol., 1998).

Mechanismus účinku hormonů

Vždy musí být nejprve hormon navázán na receptor, kterým je bílkovina. Receptor může být umístěn na membráně, takže po navázání hormonu je signál přenášen do buňky systémem druhých posílů. Nebo může dojít k proniknutí hormonu do buňky, kde se naváže na rozpustný receptor v cytoplazmě. Poté pronikne do jádra, kde zapříčiní změnu v expresi některých genů (Procházka a kol., 1998).

3.8.1 Auxiny

Existence auxinu byla dokázána ve dvacátých letech 20. století, je tak nejdéle známým rostlinným hormonem. Objev započal již Charles Darwin, ale až F. W. Wentovi se podařilo objasnit podstatu tohoto jevu. Stalo se tak při práci s koleoptilemi ovsa. Zjistil, že jejich špičky vytváří látku, která proniká do agaru a stimuluje růst. Odtud mají auxiny své jméno, *auxein* znamená v řečtině růst, zvětšovat se (Procházka, Šebánek a kol., 1997). Fytohormon auxin má zásadní roli v celém vývoji rostlin včetně embryogeneze (Hayashi, 2015).

Struktura auxinu byla objevena až o pár let později, kdy byla jako první identifikovaná kyselina indolyl-3-octová (IAA). Dále byly v rostlinách objeveny kyselina indolyl-3-máselná (IBA) a 4-chlor-IAA, nebo také neindolický auxin kyselina fenyl-octová (PAA) (Hejnák a kol., 2007).

Auxiny jsou produkovány zejména ve vzrostném vrcholu stonku a v mladých listech. Také mohou vznikat v kambiu, kde napomáhají vzniku dřeva a lýka, nebo v oplozeném vajíčku, ve kterém zabezpečují přeměnu semeníku na plod (Hejnák a kol., 2007).

Transport auxinů vytvořených ve vzrostném vrcholu je bazipetální (od vrcholu dolů) rychlostí asi $0,01 \text{ m}\cdot\text{h}^{-1}$. Mnohem rychleji se pohybují auxiny, které vznikly v mladých listech – $0,1$ až $0,25 \text{ m}\cdot\text{h}^{-1}$. Ty se pohybují bazipetálně i akropetálně (odspodu nahoru) lýkem lodyhy. Auxiny dále postupují až do kořenů, kde jsou v kořenové špičce enzymaticky odbourány (Hejnák a kol., 2007).

Byly nalezeny i syntetické látky s růstovými účinky IAA. Společným znakem těchto auxinů je aromatický kruhový systém, který má na postranním řetězci umístěnou karboxylovou skupinu na určitém místě. Syntetické auxiny, které byly dosud objeveny, jsou slabé organické kyseliny (Procházka, Šebánek a kol., 1997).

Syntetické auxiny se dají rozdělit do pěti skupin:

- Indolové kyseliny
- Naftalenové kyseliny
- Chlorfenoxykyseliny
- Benzoové kyseliny
- Deriváty kyseliny pikolinové (Procházka, Šebánek a kol., 1997).

Hlavní fyziologické účinky auxinů

- Stimulace prodlužovacího růstu – auxin vyvolává stimulaci růstu obvykle při koncentraci $10^{-7} - 10^{-5} \text{ mol.l}^{-1}$. Při vyšší koncentraci může dojít k inhibici růstu. To se stává často jako následek vyšší produkce etylénu. Účinek auxinů působí i na regulaci tropismů (orientace organismu podle podnětu či podráždění). Gravitace nebo jednostranné osvětlení způsobuje nerovnoměrnou laterální produkci IAA, což zapříčiňuje nerovnoměrný růst a ohyb (Procházka a kol., 1998).
- Apikální dominance – auxin je produkován převážně v apikální oblasti a dál je transportován bazipetálně, což je důležité pro udržení apikální dominance, kdy nedochází k větvení rostliny. Svoji roli má auxin i v regulaci opadu listů a plodů. V momentě, kdy je zastaven transport IAA přes buňky opadavé zóny, dochází k opadnutí listu nebo plodu. Transport auxinu je důležitý také pro zachování polarity buněk, orgánů i celé rostliny.
- Stimulace zakořeňování – aplikací auxinů na rostlinu dochází ke stimulaci vzniku adventních kořenů, na segmentech stonků (Procházka, Šebánek a kol., 1997).
- Stimulace dělení buněk – auxiny podporují nejen růst buněk, ale také dělení. To můžeme pozorovat na jaře u pupenů, které produkují auxiny, čímž dochází ke stimulaci buněčného dělení kambia a vývoje cévních svazků. Auxin rovněž hraje roli v diferenciaci buněk díky svému vlivu na polaritu. Dále je významný pro vyvíjející se

plody. V nezralých semenech je syntetizována IAA, která se hromadí v plodu a tím zvyšuje jeho schopnost koncentrovat asimiláty (Procházka, Šebánek a kol., 1997).

3.8.2 Gibereliny

Struktura giberelinů byla objasněna v padesátých letech 20. století, ale jejich existence byla již známá od let třicátých. Byly známy jako účinné látky houby, která způsobovala choroby rýže. Při napadení se podstatně urychluje prodlužující růst rostlin, který má za následek etiolizaci, poléhání a případně až úhyn rostliny. Houba vyvolávající tuto chorobu se jmenuje *Gibberella fujikuroi*, odtud mají gibereliny své jméno (Procházka a kol., 1998).

V extraktu z houby byla ve třicátých letech identifikována účinná látka, kyselina giberelová, tehdy nazývaná jako giberelin A. O dvacet let později byla kyselina giberelová a jiné látky jí podobné nalezeny i v rostlinných pletivech. Poté byl zaveden systém jejich číslování, podle kterého má kyselina giberelová označení GA3 (Procházka, Šebánek a kol., 1997). V dnešní době je známo již více než 100 různých derivátů základního giberelinového skeletu (Hejnák a kol., 2007).

Gibereliny vznikají převážně v kořenových špičkách, v semenech a v nejmladších listech. Doposud existuje pouze jejich nativní forma. V rostlině jsou transportovány ve floému i ve xylému, což svědčí o jejich tvorbě v kořenech (Procházka, Šebánek a kol., 1997).

Hlavní fyziologické účinky giberelinů:

- Stimulace prodlužovacího růstu – gibereliny stimulují prodlužovací růst podobně jako auxiny. Stimulace se však týká pouze nadzemních částí rostlin, na růst kořenů nemají gibereliny obvykle vliv. Auxiny dokážou stimulovat pouze segment rostliny, který přišel o přirozený zdroj auxinu. Oproti tomu gibereliny aktivují prodlužovací růst stonku u intaktních rostlin (Procházka a kol., 1998).
- Jarovizace – aplikací giberelinů lze eliminovat požadavek jarovizaci. Předpokládá se, že na syntézu nebo metabolismus giberelinů má vliv nízká teplota.
- Indukce kvetení – u dlouhodobých rostlin, které vytváří ve vegetativním stavu přizemní listovou růžici, dovedou gibereliny indukovat kvetení. Aplikací giberelinů

na rostlinu dochází také k ovlivnění pohlaví květů. U mnoha rostlin se zvýší tvorba samčích květů.

- Stimulace klíčení – gibereliny jsou důležitý endogenní regulátor klíčení a tím pádem také dormance (klidový stav semen) (Procházka a kol., 1998).

3.8.3 Cytokininy

Zásadní krok k objevení cytokininů vyšel z explantace dřevě stonků tabáku, při které byla objevena látka kinetin. Po testování biologické aktivity kinetinu byly cytokininy definovány jako látky, které v přítomnosti auxinů stimulují buněčné dělení (Procházka, Šebánek a kol., 1997). Syntéza DNA předcházející cytokinezi (dělení buněk) poškozených tkání může sice být vyvolána již vlivem auxinů, ale vlastní dělení buněk jednoznačně podněcují cytokininy (Babiánek, 2015). Jako první byl v roce 1964 v nezralém endospermu kukuřice objeven zeatin. Dnes je známo přes 30 cytokininů a všechny jsou odvozeny od čtyř základních substitucí adeninu v poloze N-6, což je podmínka biologické aktivity (Procházka, Šebánek a kol., 1997). V rostlině jsou cytokininy přítomny buď volně nebo konjugovaně, ale jen volná forma je hormonálně aktivní (George a kol., 2008). Cytokininy mohou být součástí molekul tRNA, kdy se vždy nachází vedle 3' konce antikodonu (Procházka, Šebánek a kol., 1997).

Dalo by se říci, že cytokininy vznikají, byť v omezeném množství, v každé buňce, jelikož bývají součástí tRNA. Jejich místo vzniku je přesto lokalizováno. Místo jejich syntézy a také nejvyšší koncentrace je v kořenových vrcholech, odkud se pohybují xylémem do nadzemní části rostlin. Cytokininy tvořící se v pupenech jsou transportovány směrem opačným.

Mezi nejznámější cytokininy řadíme zeatin, dihydrozeatin, izopentylaminopurin a izopentyladenin. Ze syntetických cytokininů se velice často experimentálně používají benzyladenin a benzylaminopurin (Procházka a kol., 1998).

Hlavní fyziologické účinky cytokininů

- Buněčné dělení – vliv cytokininů se uplatňuje při některých reakcích v buněčném cyklu. Důležitou roli hrají při replikaci DNA ve fázi S mitózy – urychlují přepis DNA, zkracují replikony a synchronizují buněčné dělení v pletivech.
- Regenerace orgánů – základem regeneračních procesů in vitro je sloučení účinku cytokininů a účinku auxinů. Průběh regenerace závisí na poměru jednotlivých koncentrací cytokininů a auxinů. Lze dosáhnout regenerace celé rostliny, a to pozvolnými změnami koncentrací.
- Apikální dominance – cytokininy potlačují apikální dominanci, což znamená, že působí opačným způsobem než auxiny. Stimulují větvení lodyh.
- Zpomalení stárnutí – cytokininy mají schopnost bránit odbourávání chlorofylu a zpomalovat rozklad proteinů, DNA a RNA ve stárnoucích pletivech.
- Zvýšení síly sinku – zvýšením síly sinku dochází k nárůstu konečné biomasy orgánů. Aplikujeme-li cytokininy na rostlinu, dojde k pohybu značených aminokyselin a cukrů na místo aplikace. Cytokininy mají také vliv na udržení vysoké metabolické aktivity pletiv. Mezi další účinky cytokininů patří: tvorba chlorofylu a škrobu, stimulace diferenciacie plastidů, iniciace tvorby semen, inhibice zakořeňování a zvýšení tolerance vůči extrémním podmínkám prostředí (Procházka a kol., 1998).

3.8.4 Kyselina abscisová

Bylo zkoumáno, proč mladé plody bavlníku často brzy opadávají. Vyšlo najevo, že za to mohou zvláštní látky, které byli označeny jako abscisin I a abscisin II (abscise znamená opad). V té době byl získán extrakt z javoru klenu extrakt, který při nanesení na vrchol letorostů javoru způsoboval přechod do dormance (odpočinek). Ukázalo se, že dormin, který urychluje vstup rostliny do dormance, je totožný s abscisinem II. Ten byl pro svou kyselou povahu přejmenován na kyselinu abscisovou. Kyselina abscisová vzniká především v kořenových špičkách a v dospělých listech. Tvoří se rychleji při nedostatku vody a za krátkého dne.

Hlavní fyziologické účinky kyseliny abscisové

- Inhibice prodlužovacího růstu – aplikací kyseliny abscisové dochází v rostoucích pletivech a orgánech ke snížení jejich růstu. V tomto ohledu působí kyselina abscisová jako antagonistka k účinkům auxinů a giberelinů.
- Stimulace opadu – kyselina abscisová stimuluje buňky opadavé zóny, čímž dochází k jejich zvýšenému růstu a urychlení opadu.
- Urychlení stárnutí – ve zralých pletivech stimuluje degradační procesy.
- Regulace dormance – u semen inhibuje předčasné vyklíčení. Na délku dormance má vliv koncentrační poměr kyseliny abscisové/giberelinům.
- Regulace vodního režimu rostlin – pokud schází rostlině voda, tak v zavádajícím listu prudce stoupne tvorba kyseliny abscisové, a tím dojde k uzavření průduchů a zvýšení hydraulické vodivosti kořenů. Redukcí negativních vlivů nedostatku vláhy, tedy i dalších stresů, které nedostatek vláhy vyvolává, je abscisová kyselina považovaná za významný faktor obrany rostlin proti stresu (Procházka a kol., 1998).

3.8.5 Etylén

Již na konci 19. století se vědělo, že na některé procesy rostlin má vliv svítiplyn. Jeho aktivní složkou je etylén a působí především na opad listů. Že je etylén tvořen samotnými rostlinami, bylo dokázáno ve třicátých letech. V té době se již vědělo o jeho účincích a byl využíván k defoliaci (odlistění) a dozrávání ovoce (Procházka a kol., 1998). Etylén je jediný hormon, který má plynné skupenství. Většina etylénu proniká do mezibuněčných prostor a později průduchy do atmosféry. Etylén vzniká ve všech částech rostliny a jeho prekurzorem je aminokyselina methionin (Procházka, Šebánek a kol., 1997).

Hlavní fyziologické účinky etylénu

- Stimulace radiálního růstu a inhibice prodlužovacího růstu – etylén při velmi nízkých koncentracích brání prodlužovací růst a stimuluje růst radiální.
- Urychlení zrání plodů – tvorba etylénu se mnohonásobně zvyšuje při dozrávání plodů, čímž jsou indukovány procesy zrání. Etylén stimuluje také stárnutí a opad květů, plodů a listů.

- Tvorba etylénu ve stresových podmínkách – tvorba etylénu stoupá ve stresových podmínkách rostlin. Tato reakce je takřka univerzální. Nastává při nadbytku a nedostatku vody, při teplotních výkyvech, poranění, zasolení i napadení patogeny. Není dosud objasněn fyziologický význam zvýšené tvorby etylénu ve stresových podmínkách (Procházka a kol., 1998).

4 Materiál a metody

Pokusy byly založeny na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU Praha v Červeném Újezdě. Pěstitelská technologie odpovídala zásadám pěstování cukrové řepy v zemědělské praxi (podzimní příprava půdy, hnojení PK, předseťová příprava, organizace porostu atd.). Jednocením a okopávkou byla upravena hustota porostu na optimálních 100 000 ks.ha⁻¹. Velikost jedné parcely byla 12 m². Každá varianta měla tři opakování.

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Výzkumná stanice FAPPZ ČZU Praha a její pokusné plochy se nachází v katastru obce Červený Újezd směrem na západ od Prahy. Rozprostírají se na 50°04' severní šířky a 14°10' východní délky. Průměrná nadmořská výška obce je 405 m nad mořem. Nejvyšším bodem je vrchol mírného svahu na jižním okraji intravilánu obce, který má 420 m nad mořem. Na jihovýchodním okraji území se nachází vysoká terénní deprese s nejnižším bodem 390 m nad mořem. V ostatních částech obce převládá rovinný terén, který podmiňuje dobrý zásak srážkových vod.

Zájmové území je součástí Bělohorské plošiny. Pozemek je zařazen do řepařské výrobní oblasti. Pokusné pozemky výzkumné stanice jsou situovány na východní straně katastru obce.

Na sprašovém substrátu se tvoří převážně hnědozem, méně hnědozemě illimerizované, černozemě illimerizované a hnědozemě slabě oglejené. Hloubka ornice je 28 – 40 cm. Ornice je šedohnědá, hlinitá, drobtovitá, s ojedinělými úlomky opuky, se středním až silným prokořeněním a biologickou činností. Půda má mírný obsah humusu, půdní reakce je neutrální a koloidní komplex je plně nasycen. Zájmové území není odvodňováno vodními toky. Substráty mají dobrou vododržnost i vnitřní drenáž.

Klima v Červeném Újezdu je mírně teplé a suché. Průměrný roční úhrn srážek činí 549 mm (standardní klimatologický normál 1961 – 1990). Průměrná roční teplota vzduchu je 7,7 °C. Průměrná teplota vzduchu za teplý půlrok (1.4. – 30.9.) je na tomto stanovišti 13,9 °C a průměrný úhrn srážek 361 mm. Za chladný půlrok (1.10. – 31.3.) je průměrná teplota

vzduchu 1,5 °C a průměrný úhrn srážek 188 mm. První mrazivý den přichází v průměru 11. října. Na jaře se ojediněle vyskytují mrazíky koncem dubna.

4.2 Metodika a řešení

V realizovaném pokusu byl sledován vliv biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní ukazatele cukrové řepy.

Do pokusu jsme zařadili přípravky TS Impuls, TS Licit, TS Sentinel, TS Vin a TS Silva.

Při sklizni, která byla provedena ručně, byla na každé parcelce zjištěna hmotnost bulev, chrástu a počet rostlin. Z jednotlivých parcellek byly odebrány vzorky pro technologický rozbor (stanovení cukernatosti, obsahu α -aminodusíku, draslíku a sodíku). Stanovení těchto kvalitativních ukazatelů bylo provedeno ve spolupráci s laboratoří společnosti SynTech Research v Semčicích. Z výsledků těchto ukazatelů byl vypočítán výnos polarizačního cukru, výnos bílého cukru, teoretická výtěžnost a výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost.

Přehled sledovaných parametrů

- a) výnos bulev ($t \cdot ha^{-1}$)
- b) výnos chrástu ($t \cdot ha^{-1}$)
- c) cukernatost (%)
- d) obsah α -aminodusíku ($mmol \cdot 100 g^{-1}$)
- e) obsah draslíku ($mmol \cdot 100 g^{-1}$)
- f) obsah sodíku ($mmol \cdot 100 g^{-1}$)
- g) výnos polarizačního cukru ($t \cdot ha^{-1}$) = $\text{výnos bulev} \times \text{cukernatost} / 100$
- h) teoretická výtěžnost (%) = $\text{cukernatost} - (0,343 \times K + 0,343 \times Na + 0,094 \times \alpha\text{-aminon} + 0,29)$; dle Reinefelda a IIRB
- i) výnos bílého cukru ($t \cdot ha^{-1}$) = $\text{výnos bulev} \times \text{teoretická výtěžnost} / 100$
- j) výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost =
[výnos bulev x (cukernatost – 2,7) / 13,3]

4.2.1 Varianty pokusu

Tabulka 4: Varianty pokusu

Varianta		Termín
1.	Kontrola	-----
2.	TS Impuls (0,5 l.ha ⁻¹)	ve fázi 6 párů pravých listů
3.	TS Licit (0,5 l.ha ⁻¹)	před uzavřením porostu
4.	TS Sentinel (0,25 l.ha ⁻¹)	před uzavřením porostu
5.	TS Vin (0,25 l.ha ⁻¹)	před uzavřením porostu
6.	TS Silva (0,25 l.ha ⁻¹)	před uzavřením porostu

4.2.2 Přehled pracovních operací

Tabulka 5: Pěstitelská technologie 2017

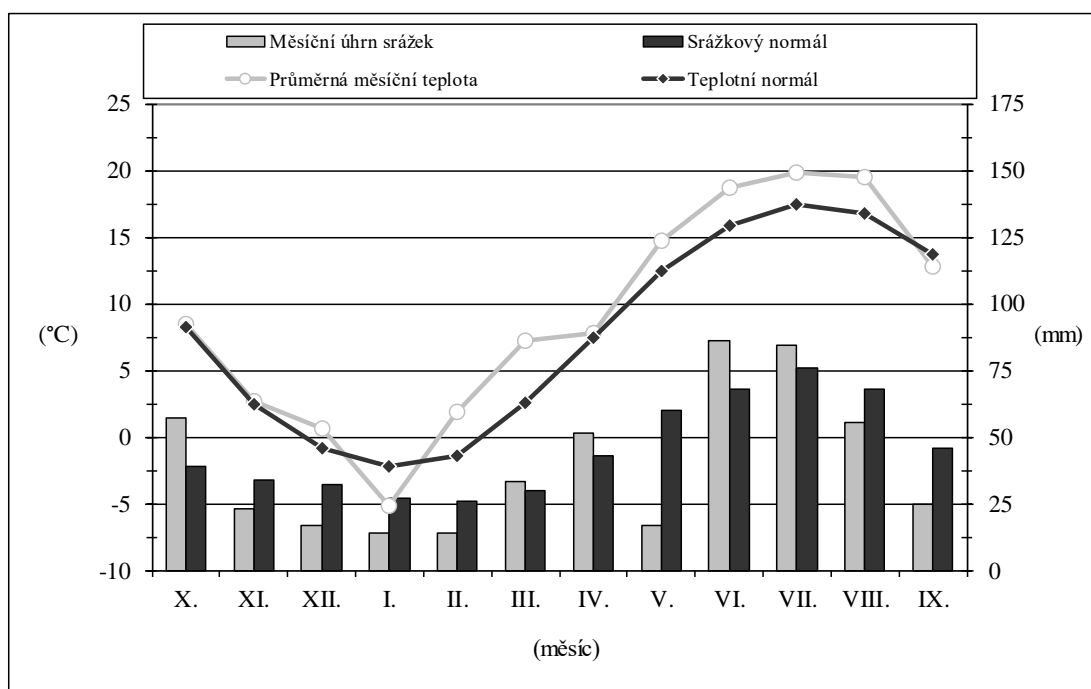
Pracovní operace	Termín aplikace
Setí pokusu	11.4.2017
Hnojení (LAV 27 % N – 92 kg N.ha ⁻¹)	11.4.2017
T1 – herbicidní aplikace	9.5.2017
T2 – herbicidní aplikace	25.5.2017
Úprava hustoty porostu jednocením	29.5.2017
Přihnojení pokusu (LAV 27 % N – 28 kg N.ha ⁻¹)	15.6.2017
Aplikace TS Impuls (0,5 l.ha ⁻¹) – varianta 2	8.6.2017
Aplikace TS Licit (0,5 l.ha ⁻¹) – varianta 3	3.7.2017
Aplikace TS Sentinel (0,25 l.ha ⁻¹) – varianta 4	3.7.2017
Aplikace TS Vin (0,25 l.ha ⁻¹) – varianta 5	3.7.2017
Aplikace TS Silva (0,25 l.ha ⁻¹) – varianta 6	27.6.2017
Ruční sklizeň pokusu a odvoz vzorků na technologický rozbor	11.10.2017

4.3 Charakteristika počasí na pokusném stanovišti

Tabulka 6: Agrometeorologický rok 2016/2017

Agrometeorologický rok 2016/2017	Hodnocení			
	Δt	teplotní	%	srážkové
Říjen	0,3	Normální	146	Nadnormální
Listopad	0,2	Normální	68	Normální
Prosinec	1,5	Normální	52	Podnormální
Leden	-2,9	Podnormální	51	Podnormální
Únor	3,3	Silně nadnormální	53	Podnormální
Březen	4,6	Mimořádně nadnormální	111	Normální
Chladný půlrok	1,1	Nadnormální	84	Normální
Duben	0,4	Normální	119	Normální
Květen	2,3	Nadnormální	28	Silně podnormální
Červen	2,8	Mimořádně nadnormální	126	Nadnormální
Červenec	2,4	Silně nadnormální	111	Normální
Srpen	2,7	Mimořádně nadnormální	82	Normální
Září	-0,9	Normální	54	Normální
Teplý půlrok	1,6	Mimořádně nadnormální	88	Normální
AMT rok	1,4	Silně nadnormální	87	Podnormální

Graf 1: Průběh počasí (2016/2017)



4.4 Charakteristika odrůdy Gellert

Odrůda Gellert je diploidní, typu NC a tolerantní k rizománii. Je vhodná k rané sklizni a odolná proti vybíhání do květu. Proti napadení komplexem listových skvrnitostí je odrůda Gellert méně odolná.

Při pěstování s fungicidním ošetřením je cukernatost vysoká, výnos kořene středně vysoký, výnos polarizačního cukru vysoký, výtěžnost rafinády vysoká a výnos rafinády vysoký až velmi vysoký. Obsah škodlivého dusíku je velmi nízký a celkový obsah popelovin je velmi nízký až nízký.

Při pěstování bez fungicidního ošetření je cukernatost vysoká, výnos kořene středně vysoký, výnos polarizačního cukru středně vysoký až vysoký, výtěžnost rafinády vysoká a výnos rafinády vysoký. Obsah škodlivého dusíku je velmi nízký až nízký a celkový obsah popelovin je velmi nízký až nízký.

4.5 Charakteristika použitých biologicky aktivních látek

4.5.1 TS Impuls

TS Impuls je přípravek určený zejména pro podporu růstu mladých rostlin polních plodin, speciálních plodin a lesních kultur. Díky své schopnosti podporovat vývoj hlavního kořene a tvorbu jemného kořenového vlášení, zvyšuje příjem vláhy a živin. TS Impuls je využíván pro regeneraci porostů po biologickém, chemickém nebo mechanickém poškození. Zvyšuje výkon fotosyntézy a regeneruje pletiva rostlin.

Přípravek TS Impuls obsahuje adaptogeny, směs syntetických auxinů, výtažek z mořských řas a látky se smáčivým účinkem.

4.5.2 TS Licit

TS Licit je přípravek určený zejména pro podporu růstu širokolistých plodin v období hlavního růstu. Obsahuje kombinaci huminových látek, aminokyselin a výtažků z mořských řas, která umožňuje nárůst zelené hmoty rostlin. Díky výtažkům z mořských řas napomáhá také překonávat abiotický stres. Dále přípravek TS Licit obsahuje Mo, B, látky zvyšující hustotu chlorofylu a adaptogeny.

4.5.3 TS Sentinel

TS Sentinel je přípravek určený zejména pro podporu vývoje rostlin polních plodin a lesních kultur. Používá se v období celé vegetace. Obsahuje velké množství aminokyselin, které dodává rostlinám základní stavební látky, neboť jsou v nich vázané N a S. Dále obsahuje výtažky z mořských řas, které pomáhají rostlinám překonávat abiotický stres.

4.5.4 TS Vin

TS VIN je vyvíjen pro nasazení ve všech fázích vývoje porostu (na mladé rostliny, při regeneraci a před květem, ev. na mladé plody). TS VIN je přípravek nové generace vycházející z jedné strany z bývalého TRISOL VIN (obsah huminových solí, fulvokyselin, extrakt z mořské řasy *Ascophyllum nodosum*, směs auxinů a aminokyseliny) a ovlivněný složením AG070 (vyráběno exkluzivně pro NOVUM CZECH).

Zatím je ve zkouškách, k plnému nasazení bude v příštích letech.

4.5.5 TS Silva

TS Silva je přípravek určený zejména pro podporu růstu a vývoje rostlin polních plodin a lesních kultur. Používá se v období celé vegetace. Obsahuje aminokyseliny, které dodávají rostlinám základní stavební látky, neboť jsou v nich vázané N a S. Huminové látky a výtažky z mořských řas podporují rostliny v překonávání abiotického stresu. Cukerné a huminové složky dodávají rostlinám energii potřebnou pro růst. Přípravek TS Silva také obsahuje stříbro pro podpůrný ozdravný účinek.

4.6 Zpracování výsledků

Výsledky byly hodnoceny pomocí statistického programu Statgraphics Plus for Windows 5.1 (firmy Manugistics - Maryland, USA). Použity byly metody analýzy rozptylu.

Analýza rozptylu

K vyhodnocení výsledků byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (One-Way Analysis of Variance). Pro podrobnější vyhodnocení výsledků analýzy rozptylu byla použita Tuckeyho metoda mnohonásobného porovnávání. Pomocí těchto metod mnohonásobného porovnávání, které umožňují testovat všechny dvojice souborů, jsme zjistili, které z testovaných souborů se od sebe statisticky významně liší. Ve všech hodnoceních byl použit 95% koeficient spolehlivosti ($\alpha = 0,05$). Pro větší přehlednost průkaznosti rozdílů jsou průměrné hodnoty v tabulkách označené písmeny. Průměrné hodnoty označené odlišnými písmeny jsou statisticky průkazně odlišné a naopak, stejná písmena označují varianty, které nejsou průkazně odlišné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ a vyšší. V tabulkách je dále uvedena hodnota F-testu a hodnota $d_{\alpha min.}$, která vyjadřuje minimální průkaznou diferenci mezi hodnocenými variantami.

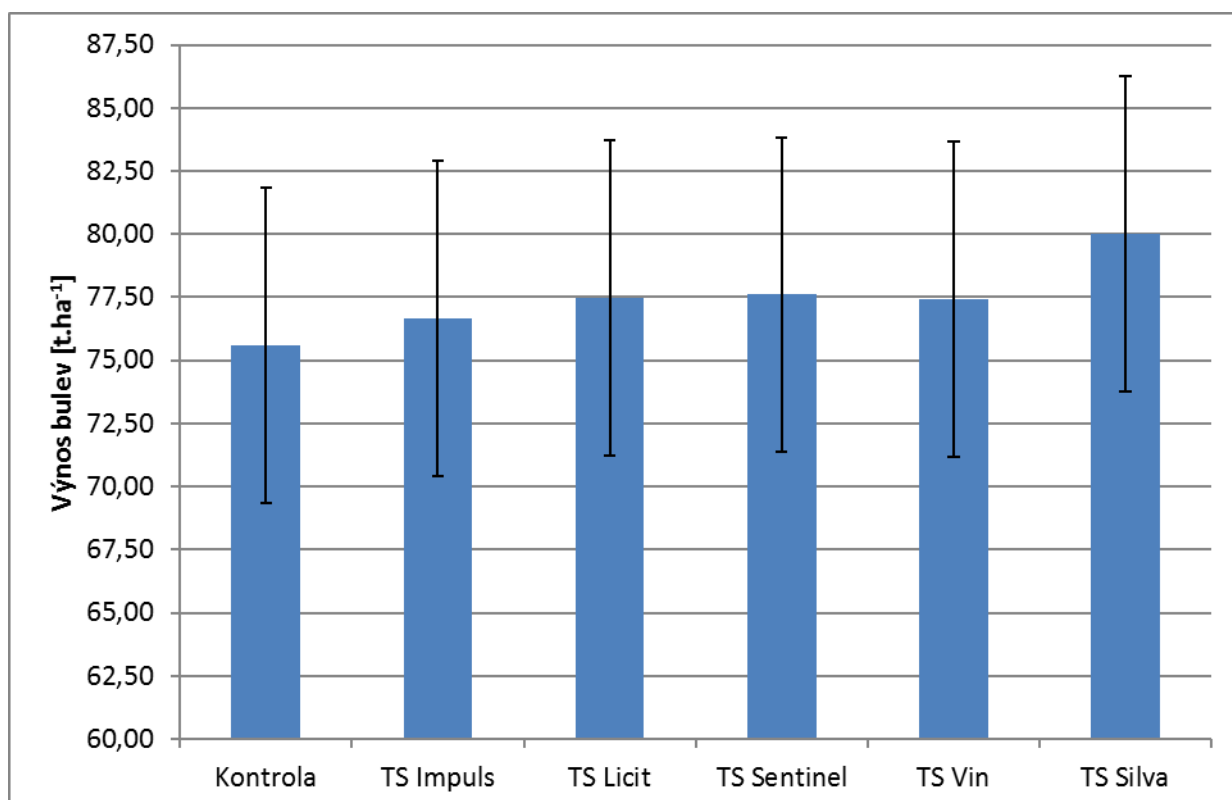
5 Výsledky

5.1 Vyhodnocení vlivu biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní parametry cukrové řepy

Z odebraných vzorků cukrové řepy byly vyhodnoceny následující parametry – výnos bulev ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$), výnos chrástu ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$), cukernatost (%), obsah α – aminodusíku ($\text{mmol}\cdot 100\text{ g}^{-1}$), obsah sodíku ($\text{mmol}\cdot 100\text{ g}^{-1}$), obsah draslíku ($\text{mmol}\cdot 100\text{ g}^{-1}$), výnos polarizačního cukru ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$), teoretická výtěžnost (%), výnos bílého cukru ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a výnos přepočítaný na 16% cukernatost ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$).

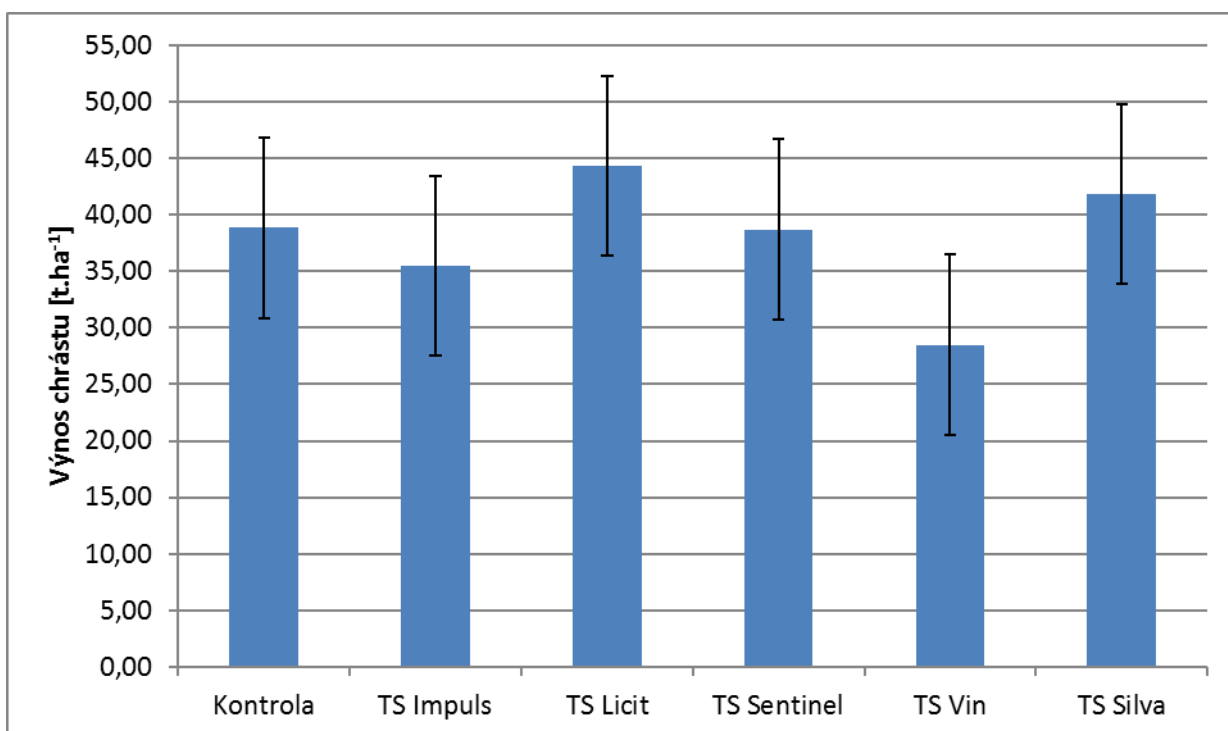
Graf č. 2 (Tab. 7 a 8) znázorňuje výsledky vlivu biologicky aktivních látek na výnos bulev ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Nejvyššího výnosu docílila varianta pokusu ošetřena přípravkem TS Silva, kde průměrný výnos bulev činil $80,02\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Oproti kontrolní variantě je to nárůst o $4,42\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, tj. o 5,85 %. Při použití přípravků TS Licit, TS Sentinel a TS Vin byl výnos bulev téměř shodný. V průměru činil $77,51\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, což byl nárůst o 2,52 %. Přípravek TS Impuls dosáhl nárůstu oproti kontrole pouze o 1,41 %.

Graf 2: Výnos bulev ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$)



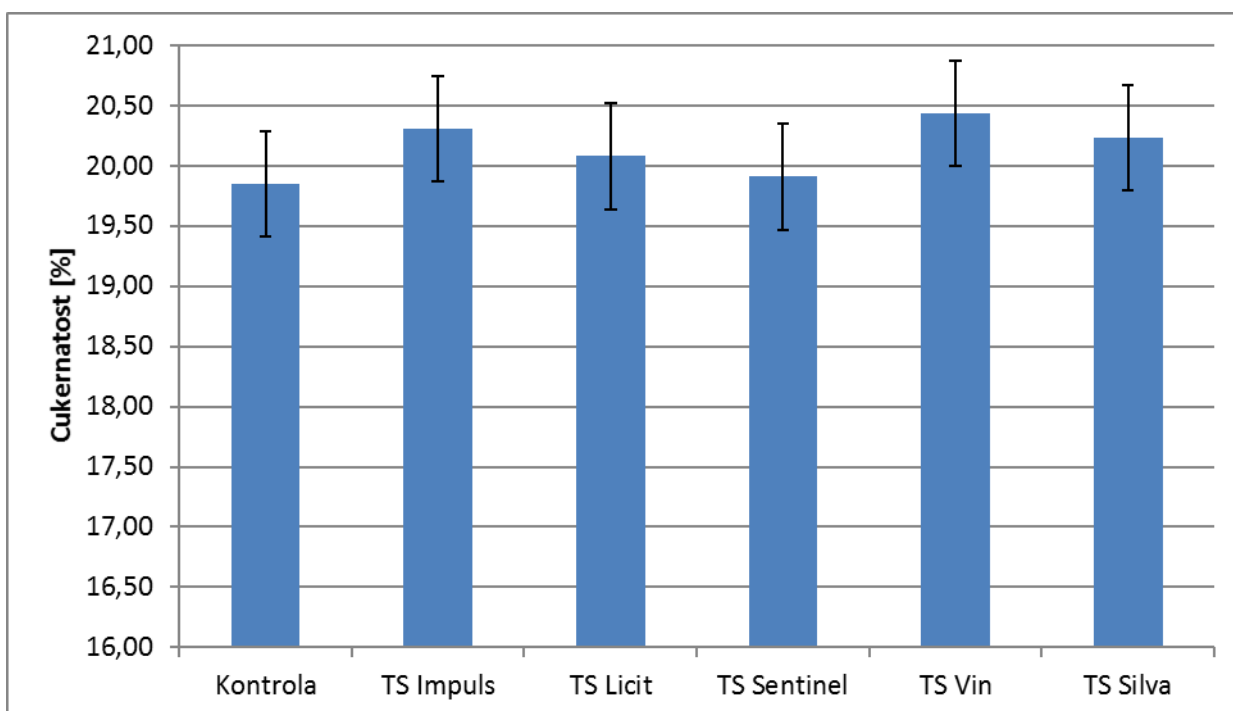
Graf č. 3 (Tab. 7 a 8) prezentuje vliv biologicky aktivních látek na výnos chrástu ($t \cdot ha^{-1}$). Můžeme z něj vyčíst, že nejvyššího výnosu dosáhla varianta pokusu ošetřena přípravkem TS Licit. Výnos chrástu z této varianty činil $44,33 t \cdot ha^{-1}$, což je nárůst oproti kontrolní variantě $5,5 t \cdot ha^{-1}$, tj. o 14,16 %. Nejnižších výsledků dosáhla varianta pokusu ošetřena přípravkem TS Vin, která měla pokles oproti kontrolní variantě o $10,33 t \cdot ha^{-1}$, tj. o 26,61 %.

Graf 3: Výnos chrástu ($t \cdot ha^{-1}$)



Graf č. 4 (Tab. 7 a 8) znázorňuje výsledky vlivu biologicky aktivních látek na cukernatost (%). Nejvyšší cukernatosti docílila varianta pokusu ošetřena přípravkem TS Vin, její cukernatost dosáhla 20,44 %, což je nárůst oproti kontrolní variantě o 0,59 % absolutně, tj. relativně o 2,96 %. Varianty ošetřené přípravky TS Impuls a TS Silva dosahovaly podobných hodnot. Přípravek TS Impuls zaznamenal zvýšení o 0,46 % absolutně (rel. o 2,32 %) a přípravek TS Silva o 0,38 % absolutně (rel. 1,93 %).

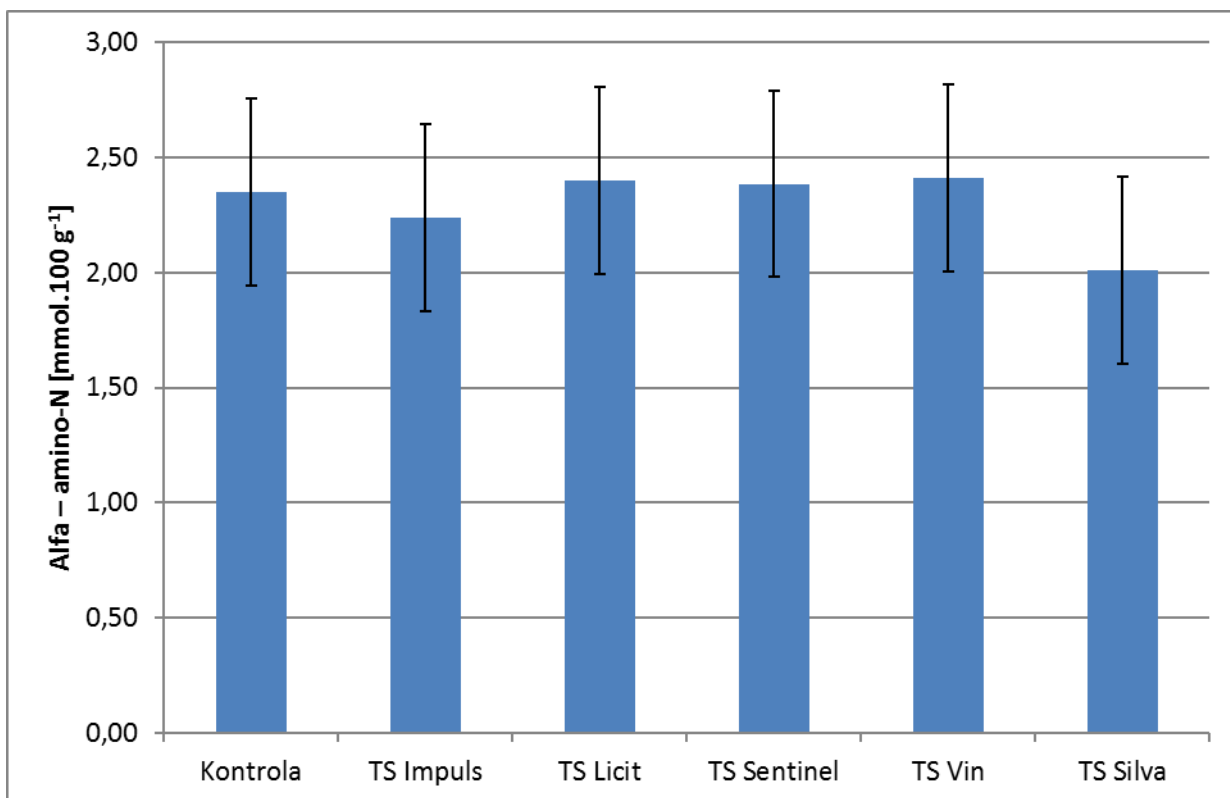
Graf 4: Cukernatost (%)



Grafy č. 5, 6 a 7 (Tab. 7 a 8) vyobrazují množství melasotvorných látek (alfa – amino-N, draslík a sodík) ($\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Jejich přítomnost v cukrové řepě se negativně odráží při získávání bílého cukru.

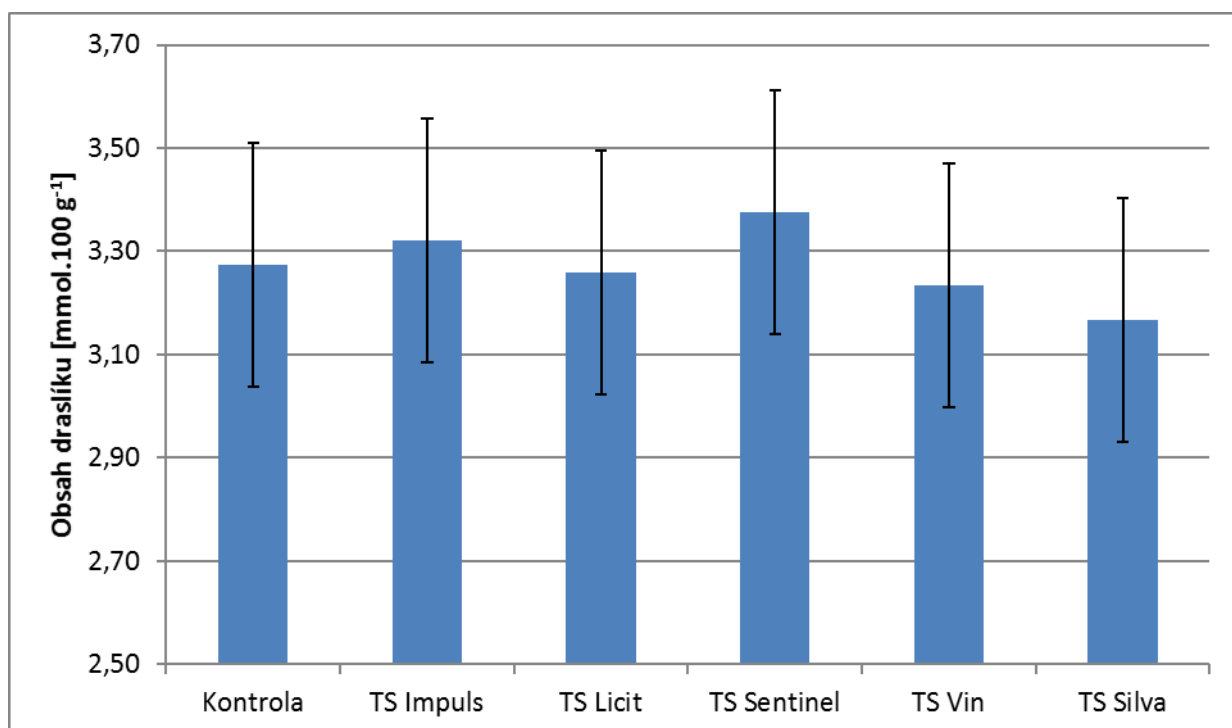
Na grafu č. 5 (Tab. 7 a 8) můžeme vidět, že nejnižšího obsahu α -aminodusíku dosáhla varianta pokusu ošetřena přípravkem TS Silva. Její obsah činil $2,01 \text{ mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, což je pokles oproti kontrolní variantě o $0,34 \text{ mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, tj. o 14,47 %. Nižšího výsledku oproti kontrolní variantě dosáhla i varianta pokusu ošetřena přípravkem TS Impuls, jejíž hodnota klesla o $0,11 \text{ mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, tj. o 4,68 %. Nejvyšších hodnot dosáhly varianty pokusu ošetřeny přípravky TS Vin, TS Licit a TS Sentinel. Jejich hodnoty činily v průměru $2,4 \text{ mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$.

Graf 5: Alfa – amino-N ($\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$)



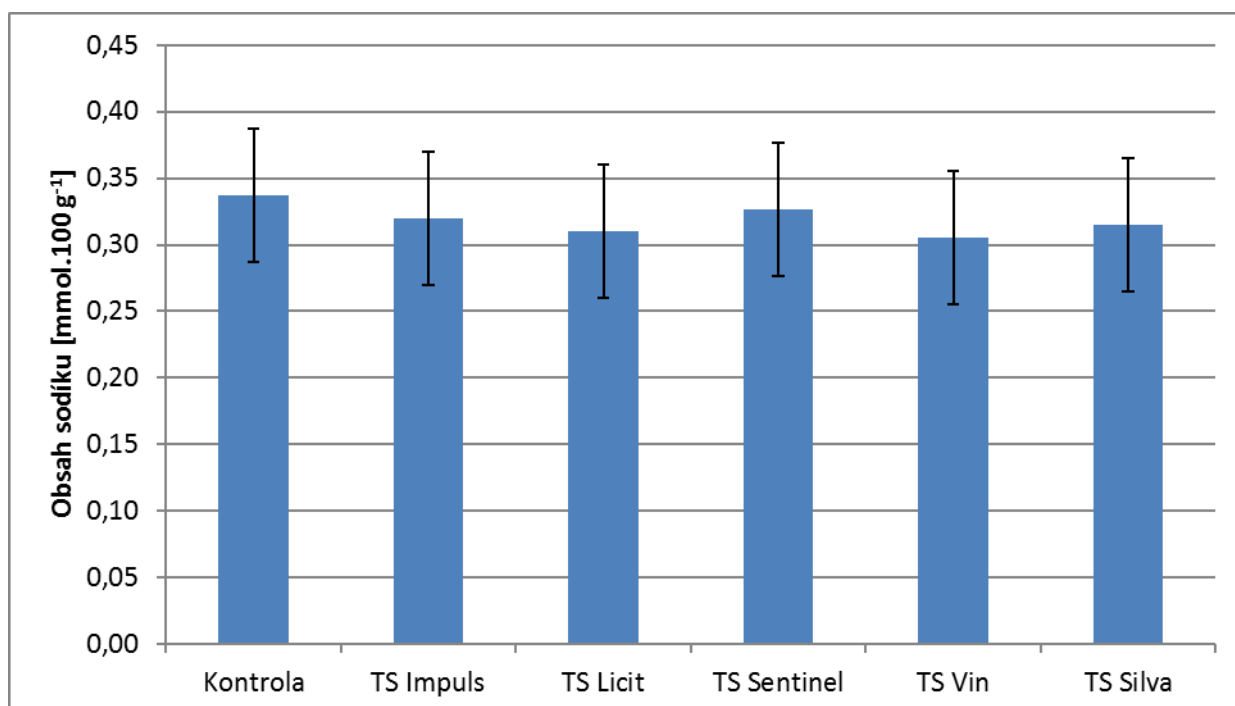
Graf č. 6 (Tab. 7 a 8) uvádí obsah draslíku ($\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Nejnižších hodnot dosáhla varianta pokusu ošetřena přípravkem TS Silva. Obsah draslíku v této variantě činil $3,17 \text{ mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, což je pokles oproti kontrolní variantě o $0,1 \text{ mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, tj. o 3,23 %. Varianty pokusu ošetřeny přípravky TS Vin a TS Licit dosáhly také poklesu oproti kontrolní variantě. Pokles činil v průměru $0,02 \text{ mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, tj. o 0,79 %. Nárůst oproti kontrolní variantě byl zaznamenán u variant pokusu ošetřených přípravky TS Sentinel a TS Impuls. Jejich nárůst byl v průměru $0,08 \text{ mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, tj. o 2,3 %.

Graf 6: Obsah draslíku ($\text{mmol}\cdot 100\text{ g}^{-1}$)



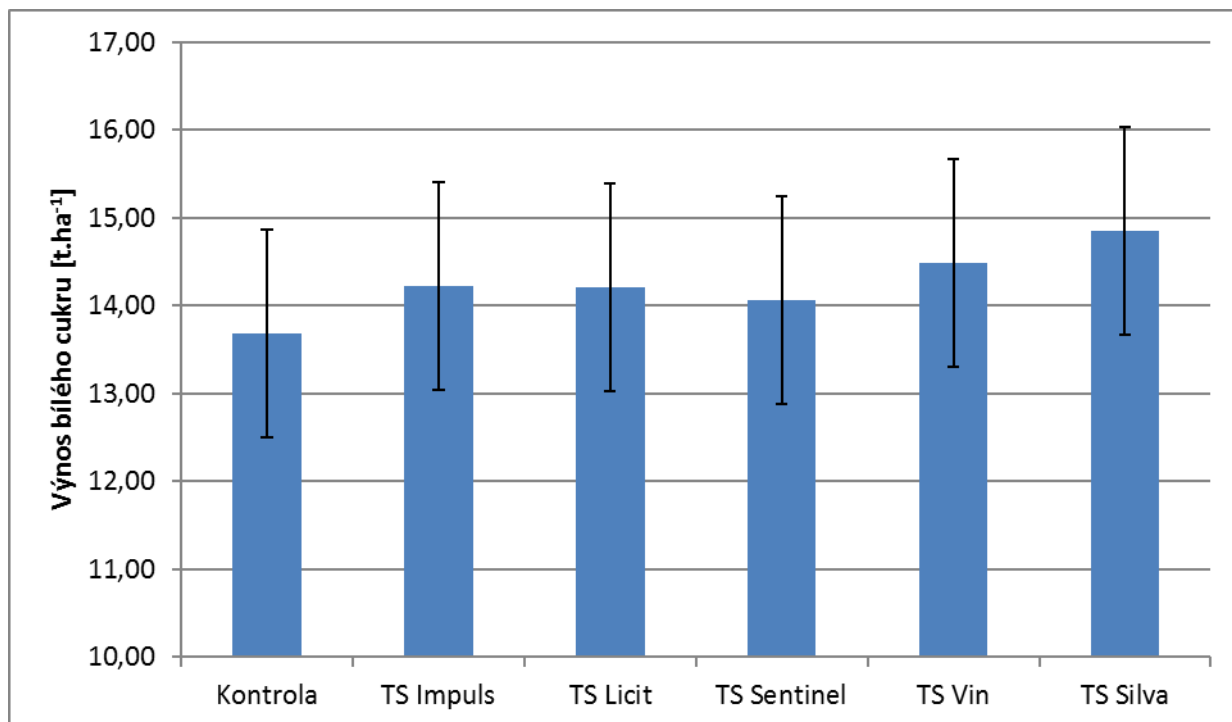
Z grafu č. 7 (Tab. 7 a 8) můžeme vyčíst obsah sodíku ($\text{mmol}\cdot 100\text{ g}^{-1}$). Je patrné, že všechny varianty pokusu dosáhly mírného poklesu oproti kontrolní variantě. Nejvyššího poklesu docílila varianta ošetřena přípravkem TS Vin, jejíž pokles činil $0,03\text{ mmol}\cdot 100\text{ g}^{-1}$.

Graf 7: Obsah sodíku ($\text{mmol}\cdot 100\text{ g}^{-1}$)



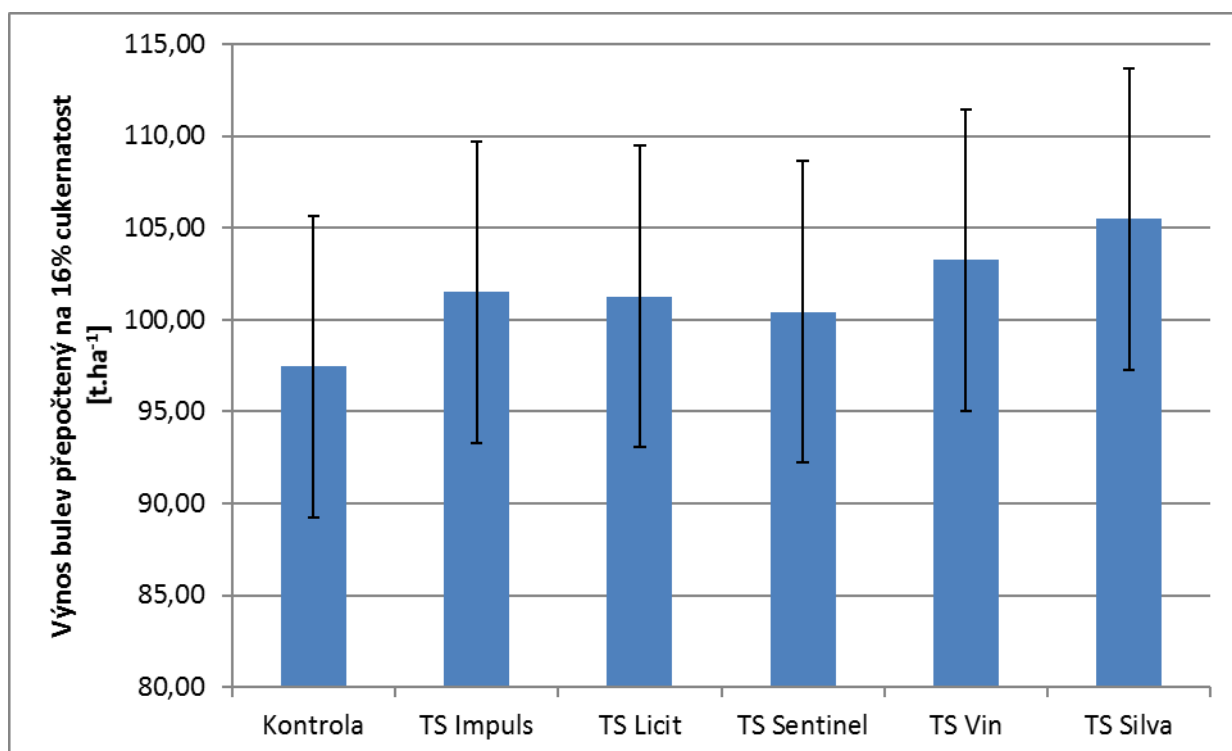
Graf č. 8 (Tab. 7 a 8) znázorňuje vliv biologicky aktivních látek na výnos bílého cukru ($t \cdot ha^{-1}$). Všechny varianty pokusu dosáhly nárůstu oproti kontrolní variantě. Nejvyšší výnos byl zaznamenán u varianty pokusu ošetřené přípravkem TS Silva. Průměrný výnos bílého cukru u této varianty byl $14,85 t \cdot ha^{-1}$, což je nárůst oproti kontrolní variantě o $1,17 t \cdot ha^{-1}$, tj. o 8,54 %. Varianta pokusu ošetřena přípravkem TS Vin dosáhla nárůstu o $0,8 t \cdot ha^{-1}$, tj. o 5,85 %.

Graf 8: Výnos bílého cukru ($t \cdot ha^{-1}$)



Graf č. 9 (Tab. 7 a 8) prezentuje výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost ($t \cdot ha^{-1}$). To je nejvýznamnější ukazatel pro pěstitele, neboť se od něj odvíjí cena cukrové řepy, kterou cukrovar vyplácí. Nárůstu bylo dosaženo u všech variant pokusu. Nejvyššího výnosu dosáhla varianta pokusu s aplikovaným přípravkem TS Silva – $105,47 t \cdot ha^{-1}$. To činí nárůst výnosu oproti kontrolní variantě o $8,01 t \cdot ha^{-1}$, tj. o 8,22 %. Druhá nejvyšší naměřená hodnota byla dosažena u varianty pokusu ošetřené přípravkem TS Vin, kde byl nárůst o $5,79 t \cdot ha^{-1}$, tj. o 5,93 %. Při použití přípravků TS Impuls a TS Licit byl výnos bulev téměř shodný, v průměru činil $101,37 t \cdot ha^{-1}$.

Graf 9: Výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost (t.ha⁻¹)



Tabulka 7: Vliv biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní ukazatele cukrové řepy

Varianta	Výnos bulev t.ha ⁻¹	Výnos chrástu t.ha ⁻¹	Cuker - natost %	Alfa - amino-N mmol.100 g ⁻¹	Obsah draslíku mmol.100 g ⁻¹	Obsah sodíku mmol.100 g ⁻¹	Výnos polar. cukru t.ha ⁻¹	Teoretická výťažnost %	Výnos bílého cukru t.ha ⁻¹	Výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost t.ha ⁻¹
Kontrola	75,60 a	38,83 a	19,85 a	2,35 a	3,27 a	0,34 a	15,00 a	18,10 a	13,68 a	97,46 a
TS Impuls	76,67 a	35,50 a	20,31 a	2,24 a	3,32 a	0,32 a	15,57 a	18,56 a	14,23 a	101,49 a
TS Licit	77,49 a	44,33 a	20,08 a	2,40 a	3,26 a	0,31 a	15,56 a	18,34 a	14,21 a	101,26 a
TS Sentinel	77,61 a	38,71 a	19,91 a	2,39 a	3,38 a	0,33 a	15,45 a	18,13 a	14,07 a	100,43 a
TS Vin	77,43 a	28,50 a	20,44 a	2,41 a	3,24 a	0,31 a	15,82 a	18,70 a	14,48 a	103,25 a
TS Silva	80,02 a	41,81 a	20,23 a	2,01 a	3,17 a	0,32 a	16,19 a	18,56 a	14,85 a	105,47 a
F-test	0,3	2,65	1,56	0,49	0,35	0,27	1,45	0,49	0,52	0,53
p (α)	0,9065	0,0777	0,2434	0,7801	0,8726	0,9209	0,2767	0,7768	0,7553	0,7472
d _{amin.}	12,4722	15,935	0,8793	0,811418	0,472087	0,100157	0,955461	2,50338	2,36445	16,3825

Jednofaktorová analýza rozptylu (n = 18). Průměry označené odlišnými písmeny vyjadřují průkazné rozdíly na hladině významnosti 95 % (α = 0,05) podle Tukeyho metody. Hodnota d_{amin.} odpovídá minimálnímu rozdílu mezi průměry hodnot, který je statisticky průkazný.

Tabulka 8: Vliv biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní ukazatele cukrové řepy (uvedeno relativně v % kontroly)

Varianta	Výnos bulev	Výnos chrástu	Cuker - natost	Alfa - amino-N	Obsah draslíku	Obsah sodíku	Výnos polar. cukru	Teoretická výťažnost	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	100,00	100,00
TS Impuls	101,41	91,42	102,32	95,32	101,43	95,05	103,77	102,54	103,99	104,14
TS Licit	102,50	114,16	101,18	102,13	99,59	92,08	103,70	101,34	103,87	103,89
TS Sentinel	102,66	99,68	100,32	101,56	103,16	97,03	102,99	100,15	102,82	103,04
TS Vin	102,42	73,39	102,96	102,66	98,83	90,59	105,46	103,35	105,85	105,93
TS Silva	105,85	107,67	101,93	85,53	96,77	93,56	107,90	102,54	108,54	108,22

6 Diskuze

Biologicky aktivní látky jsou pomocné rostlinné přípravky, které tvoří různorodou skupinu látek. Trčková (2010) uvádí, že tyto látky nezahrnují významnější množství živin, ale mohou zlepšovat jejich příjem a využití. Aplikace malého množství těchto látek stimuluje růst, dokáže zvyšovat odolnost k nepříznivým vnějším podmínkám a také stimuluje přirozené reakce rostlin. Stimulátory růstu, které se objevují v posledních letech na trhu mají více či méně přírodní původ. Před ošetřením porostu je velice důležité určit vhodný přípravek, správnou dávku a termín aplikace. Uvádí se, že aplikace v nesprávný čas a v nesprávném množství by nebyla opravdovým přínosem. Bezdíčková (2013) uvádí, že je velkým omylem domnívat se, že je stimulátor jako stimulátor a že jejich aplikací nemůžeme nic zkazit.

Tato bakalářská práce je zaměřena na zkoumání účinku pěti vybraných přípravků na výnosové a kvalitativní parametry cukrové řepy. Sledovanými přípravky byly TS Impuls, TS Licit, TS Sentinel, TS Vin a TS Silva. Na výnos bulev, cukernatost, obsah sodíku, výnos polarizačního cukru, výnos bílého cukru a na výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost měly pozitivní vliv všechny přípravky. Výrobce přípravku TS Licit uvádí, že kombinace v něm obsažených látek má pozitivní vliv na nárůst zelené hmoty. To bylo na základě měření potvrzeno. TS Licit dosahoval ve výnosu chrástu nejvyšších hodnot. Oproti kontrolní variantě činil nárůst $5,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, tj. o 14,16 %. Dále se dá z naměřených hodnot odvodit, že přípravek TS Silva je velice prospěšný při využití v cukrové řepě. Tento přípravek dosáhl nejlepších výsledků ve výnosu bulev, obsahu α – aminodusíku, obsahu draslíku, výnosu polarizačního cukru, výnosu bílého cukru a také výnosu bulev přepočteného na 16% cukernatost. Přípravek TS Silva se od ostatních použitých přípravků liší obsahem cukerné složky, která podle výrobce dodává rostlinám energii potřebnou pro růst, a obsahem stříbra, které má podle výrobce podpurný ozdravný účinek. Můžeme tedy předpokládat, že právě tyto dvě složky mají velmi významný vliv. Přípravek TS Vin je sice teprve ve zkouškách, ale i tak dosáhl velmi dobrých výsledků. Lze předpokládat, že najde své uplatnění.

Přípravky TS Impuls, TS Licit a TS Sentinel dosáhly také pozitivních výsledků, ale v porovnání s přípravky TS Vin a TS Silva nebylo zlepšení tak výrazné.

7 Závěr

V bakalářské práci je zpracován přehled literatury o vlivu biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní parametry cukrové řepy. Je zde popsáno, jak přesně na rostlinu biologicky aktivní látky působí, před čím jsou schopny rostlinu ochránit a jak mohou pomoci rostlině překonat působení nepříznivých stresů. Dále je součástí bakalářské práce vyhodnocení vlivu vybraných biologicky aktivních látek v maloparcelkových pokusech. U jednotlivých variant pokusu byl sledován vliv na výnos a jakost cukrovky. Aplikovány byly přípravky TS Impuls, TS Licit, TS Sentinel, TS Vin a TS Silva.

Z hodnocení výsledků jednoletého pokusu vyplývá, že biologicky aktivní látky mají pozitivní vliv na výnosové i kvalitativní parametry cukrové řepy. Na výnos bulev měly pozitivní vliv všechny přípravky. Nejvyššího výnosu bulev dosáhla varianta pokusu ošetřena přípravkem TS Silva, u které činil výnos $80,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, což byl nárůst oproti kontrolní variantě o $4,42 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, tj. o 5,85 %. Na cukernatost měly pozitivní vliv také všechny přípravky. Nejvyšší cukernatosti dosáhla varianta ošetřena přípravkem TS Vin, jehož cukernatost dosahovala 20,44 %, což byl nárůst oproti kontrole o 0,59 % absolutně, tj. o 2,96 % relativně. U obsahu alfa – aminodusíku došlo k poklesu pouze u dvou variant. U varianty ošetřené přípravkem TS Impuls klesl obsah alfa – aminodusíku o 4,68 % a u varianty ošetřené přípravkem TS Silva o 14,47 %. U výnosu bulev přepočtených na 16% cukernatost dosáhl přípravek TS Silva nejvyššího výnosu. Výnos činil $105,47 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, což byl nárůst oproti kontrolní variantě o $8,01 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, tj. o 8,22 %.

Z dosažených výsledků vyplývá, že všechny použité přípravky obsahující biologicky aktivní látky významně přispěly ke zlepšení výnosových i kvalitativních parametrů cukrové řepy.

8 Použitá literatura

- BABIÁNEK, Petr. Cytokininů zlepšují zdravotní stav rostlin. Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin. 2015, roč. 10. č. 2, s. 83.
- BALL, SHANE T. *Defoliant, Desiccants, and Growth Regulators Used on New Mexico Cotton* [online]. 1999. vyd. [cit. 2018-01-16]. Dostupné z: http://aces.nmsu.edu/pubs/_a/a-217.html
- BEZDÍČKOVÁ, A. Možnosti uplatnění biostimulátorů v technologii pěstování obilnin. Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin. Praha: Odeon, 2013, roč. 8, č. 4, s. 90-92.
- CALVO, P., NELSON, L. & KLOEPPER, J. W. *Plant Soil* (2014) 383: 3. doi:10.1007/s11104-014-2131-8
- COLLA GIUSEPPE AND ROUPHAEL YOUSSEF. Biostimulants in Horticulture. *Scientia Horticulturae*. Elsevier, 2015, (196), 1-2.
- 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.
- HAŠKOVÁ, Petra. Mořské řasy na českých polích. Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin. 2015, roč. 10, č. 2, s. 77.
- 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.
- HEJNÁK V. a kol. *Fyziologie rostlin*. [Vyd. 2.]. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2007. ISBN 9788021316676.
- CHOCHOLA, J. Průvodce pěstováním cukrové řepy [on-line]. [cit. 2018-1-6]. Dostupné z <http://www.semce.cz/pruvodce.pdf>
- KUTHAN, Ales. Aminokyseliny a stimulace polních plodin. Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin. 2013, roč. 8, č. 3, 80 - 81.
- 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
- PROCHÁZKA, S. *Fyziologie rostlin*. Praha: Academia, 1998. ISBN 80-200-0586-2.
- PROCHÁZKA, S., ŠEBÁNEK, J. 1997. *Regulátory rostlinného růstu*. Academia. Praha. ISBN: 80-200-0597-8.
- PROKINOVÁ, Evženie. Stimulátory a další pomocné látky v pěstování rostlin. Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin. 2017, roč. 12, č. 7, s. 54-56.
- 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.
- PULKRÁBEK, J. ŠROLLER J., 1993: *Základy pěstování cukrovky*. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR v Praze, 1. vydání, ISBN 80-7105-046-6

RICHTER R. A HŘIVNA L. Význam mimokořenové výživy rostlin [online]. Zemědělec. 27. duben 2008 [cit. 2018-01-12]. Dostupné z <<http://zemedelec.cz/vyznam-mimokorenove-vyzivy-rostlin/>>

RYANT P. Zemědělství: část pedologie a výživa rostlin. MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ. [online]. [cit. 2018-01-23]. Dostupné z: <<http://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/index.pl?cast=71341>>

RYBÁČEK V. Cukrovka. 1. vyd., Praha, SZN, 1985, 480 s.

ŠTRANC. Význam biologicky aktivních látek při pěstování rostlin, tentokrát sóji. *Agromanuál*. 2010, 5(5), 58-59.

TRČKOVÁ, M. Pomocné rostlinné přípravky v praxi [online]. Zemědělec. 30. červenec 2010 [cit. 2018-01-23]. Dostupné z <<http://zemedelec.cz/pomocne-rostlinne-pripravky-v-praxi/>>

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.

VANĚK V. a kol., 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Profi Press. Praha. ISBN: 978-80-86726-25-0.

YAMANE T. *Sugar beet* [online]. [cit. 2018-02-23]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/plant/sugar-beet>