

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra rostlinné výroby



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

Diplomová práce

Autor práce: Aneta Kusá

Obor studia: Rostlinná produkce

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

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne 8. dubna 2018

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Jaroslavu Urbanovi, Ph.D. za ochotu, cenné rady, odborné vedení a podporu při zpracování této diplomové práce.

Největší díky patří mé rodině, která mě po celou dobu mého studia podporovala.

Využití biologicky aktivních látek v technologii pěstování cukrové řepy

Souhrn

Využívání biologicky aktivních látek v zemědělství se stává běžnou praxí. Aplikace biostimulátorů poskytuje celou řadu výhod, od lepšího příjmu a využití živin po ochranu rostlin před stresem.

V letech 2015 – 2017 byly založeny maloparcelové pokusy s cukrovou řepou v řepařské oblasti na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU Praha v Červeném Újezdě. Pokus byl založen za účelem prozkoumání vlivu aplikace biologicky aktivních látek na kvantitativní a kvalitativní ukazatele cukrové řepy. Na porost cukrové řepy byly během vegetace foliárně aplikovány biologicky aktivní látky pod komerčním označením TS Licit, TS Sentinel a TS Impuls od firmy TRISOL farm s.r.o. Jedná se o tekuté přípravky na bázi biologicky aktivních látek se stimulačním účinkem. Přípravky obsahují zejména aminokyseliny, huminové látky a jejich soli, výtažky z mořských řas a poměrně nízký obsah mikroelementů. TS Licit a TS Sentinel byly aplikovány před uzavřením porostu a TS Impuls ve fázi 6 pravých listů. Do pokusu byla použita odrůda Geller, která se vyznačuje středně vysokým výnosem bulev a nízkým až velmi nízkým obsahem melasotvorných látek.

Porosty ošetřené biologicky aktivními látkami vykazovaly pozitivní výsledky především u výnosových ukazatelů, u kterých byl zaznamenán jednoznačný přínos aplikace. Listové preparáty navýšily výnos oproti kontrolní variantě u výnosu bulev, výnosu polarizačního a bílého cukru a výnosu bulev při 16% cukernatosti ve všech ročnících u všech hodnocených variant. Navýšení výnosu u kvantitativních ukazatelů vůči kontrolní variantě bylo v průměru o 4 %, vyjma výnosu chrástu, u kterého byly naměřeny variabilní výsledky. Aplikace listových přípravků přinesla také ekonomický přínos. Nedá se jednoznačně určit, který přípravek byl nejefektivnější z hlediska výnosových ukazatelů, ale z hlediska ekonomického se projevil nejpříznivěji TS Impuls, u kterého bylo dosaženo oproti kontrolní variantě navýšení zisku o 2 732 Kč.ha⁻¹. Vliv přípravků se projevil především u kvantitativních než kvalitativních parametrů. Porosty ošetřené biologicky aktivními látkami nezaznamenaly výrazné zlepšení u melasotvorných látek. U teoretické výtěžnosti a cukernatosti se průměrné výsledky hodnocených variant téměř rovnali kontrolní variantě a nebylo tak dosaženo výrazného navýšení.

Rozdíly ve výnosu a kvalitativních parametrech nebyly statisticky průkazné, avšak aplikací přípravků byly zvýšeny zisky o 2 554 - 2 732 Kč.ha⁻¹. Realizované pokusy potvrdily pozitivní vliv biologicky aktivních látek na výnosové ukazatele cukrové řepy. Z výsledků jasně vyplývá přínos využití biologicky aktivních látek při pěstování cukrové řepy.

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

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

Summary

The use of biologically active substances in agriculture is becoming a common practice. Application of biostimulators provides some benefits, from improved intake and utilisation of nutrients to plant protection from stress.

In the years 2015-2017, small-scale experiments with sugar beet in the beet-growing area were established at the Research Station of FAPPZ ČZU Praha in Červený Újezd. The experiment was set to investigate the impact of the application of biologically active substances on quantitative and qualitative indicators of sugar beet. The biologically active substances applied foliarly on sugar beet during vegetation are known under the trade designation TS Licit, TS Sentinel and TS Impuls from farm TRISOL s.r.o. These are liquid preparations based on biologically active substances with a stimulating effect. The preparations contain in particular amino acids, humic substances and their salts, seaweed extracts and a relatively low content of microelements. TS Licit and TS Sentinel were applied before plant closure and TS Impuls in the phase of 6 true leaves. The Geller variety, which is characterised by a medium-high yield of beets and a low to a very low content of molasses, has been used in the experiment.

Biologically active substances showed positive results mainly on yield indicators that showed a clear benefit of application. Leaf formulas increased yields compared to the control variant for root yield, polarisation and white sugar yield and yield of roots at 16% sugar content in all years for all evaluated variants. The increase of the yield for the quantitative indicators compared to the control variant was 4% on average, except for the yield of the shield, for which the variable results were measured. Applying foliar preparations has also brought economic benefits. It is not possible to precisely identify which product was the most efficient in terms of yield indicators, but from the economic point of view, TS Impulse was the most favourable, with increase of CZK 2 732 per hectare compared to the control option. The effects of the products were manifested mainly in quantitative rather than qualitative parameters. Plants treated with biologically active substances did not experience significant improvement in molasses. For theoretical yield and sugar content, the average results of the evaluated variants were almost equal to the control variant and no significant increase was achieved.

Differences in yield and qualitative parameters were not statistically conclusive, but the profits were increased by 2 554 - 2 732 CZK / ha. Realized experiments confirmed the positive

effect of biologically active substances on sugar beet yield indicators. The results clearly show the benefit of the use of biologically active substances in sugar beet cultivation.

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

Obsah

1	Úvod	9
2	Vědecké hypotézy a cíle práce	10
3	Přehled literatury (literární rešerše)	11
3.1	Význam a využití cukrové řepy	11
3.2	Historie pěstování cukrové řepy v České republice.....	11
3.3	Biologie cukrové řepy (<i>Beta vulgaris</i> L. ssp. <i>vulgaris</i> var. <i>Altissima</i>).....	12
3.4	Morfologie cukrové řepy	13
3.4.1	Bulva.....	13
3.4.2	Listy	13
3.4.3	Květy a plod	14
3.5	Kvalita cukrové řepy.....	14
3.5.1	Technologická jakost cukrové řepy.....	15
3.5.2	Chemické složení cukrové řepy.....	16
3.6	Výnosové prvky cukrové řepy	18
3.6.1	Struktura porostu	18
3.6.2	Průměrná hmotnost bulvy.....	19
3.6.3	Cukernatost.....	19
3.7	Faktory ovlivňující výnos cukrové řepy	19
3.7.1	Výživa a hnojení.....	19
3.7.2	Vlivy počasí.....	20
3.7.3	Kvalita sřezu bulev	21
3.7.4	Utuzení půdy	21
3.7.5	Plevelné spektrum	22
3.7.6	Půdní prostředí a vhodný výběr odrůd	22
3.7.7	Délka vegetace.....	23
3.7.8	Choroby	24
3.7.9	Škůdci	24
3.8	Stres rostlin	25
3.8.1	Vodní stres a vysoká intenzita tepla cukrové řepy	27
3.9	Biologicky aktivní látky.....	27
3.9.1	Obecně platné zásady ošetření porostu.....	29
3.9.2	Přehled biologicky aktivních látek	29
3.9.2.1	Látky nefytohormonální povahy	29
3.9.2.2	Látky fytohormonální povahy.....	32
4	Materiál a metody	38
4.1	Charakteristika pokusného stanoviště.....	38
4.2	Metodika řešení.....	39
4.2.1	Varianty pokusu.....	40

4.2.2	Přehled pracovních operací	40
4.3	Charakteristika počasí na pokusném stanovišti	42
4.4	Charakteristika odrůdy Gellert.....	45
4.5	Charakteristika použitých biologicky aktivních látek	45
4.5.1	TS Impuls	45
4.5.2	TS Licit.....	46
4.5.3	TS Sentinel	46
4.6	Statistické zpracování výsledků.....	47
5	Výsledky	48
5.1	Hodnocení výnosových ukazatelů cukrové řepy	48
5.1.1	Výnos bulev cukrové řepy	48
5.1.2	Výnos chrástu cukrové řepy	50
5.1.3	Výnos polarizačního cukru cukrové řepy.....	51
5.1.4	Výnos bílého cukru cukrové řepy.....	53
5.1.5	Výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost cukrové řepy	55
5.2	Hodnocení kvalitativních ukazatelů cukrové řepy.....	57
5.2.1	Cukernatost cukrové řepy	57
5.2.2	Obsah α -aminodusíku cukrové řepy.....	59
5.2.3	Obsah draslíku cukrové řepy	60
5.2.4	Obsah sodíku cukrové řepy	62
5.2.5	Teoretická výtěžnost cukrové řepy.....	63
5.3	Ekonomické zhodnocení použitých přípravků	65
6	Diskuse.....	66
7	Závěr	69
8	Seznam použité literatury	72

1 Úvod

Cukrová řepa se řadí mezi nejpěstovanější plodiny světa díky rozsáhlým možnostem jejího využití. Disponuje vysokými růstovými možnostmi a kvůli své výkonnosti se řadí v řepařských oblastech k nejproduktivnějším plodinám mírného pásma. Hlavní účel pěstování cukrové řepy je výroba cukru. Cukrová řepa dosahuje výnosu bulev okolo 80 – 110 t.ha⁻¹ s výtěžností bílého cukru 12 – 15 t.ha⁻¹. Cukr, jakožto základní sladidlo v lidské výživě, představuje strategickou surovinu. Poptávka po cukru je ovlivněna rostoucí kupní silou světové populace a neustále se zvyšujícím počtem spotřebitelů konzumující toto energeticky bohaté přírodní sladidlo. Kontinuálně se zvyšující spotřeba cukru by měla iniciovat pěstitelé k rozšiřování ploch této produkční plodiny. Tento trend je vnímán i společnou zemědělskou politikou, která se snaží podpořit pěstování citlivých komodit, kam je v současném dotačním období 2015 – 2020 řazena i cukrová řepa. V roce 2017 se osevní plochy cukrové řepy v České republice pohybovaly na úrovni 66 000 hektarů.

Uplatnění cukrové řepy lze nalézt v potravinářském průmyslu i mimo něj. Lze ji využít jako obnovitelný zdroj energie (bioetanol a bioplyn), potravinářský líh, krmivo či hnojivo. Nepotravinářské využití také může pozitivně přispět k využití nadprodukce či zajistit vyváženější strukturu pěstovaných plodin v České republice a celkově tak diferenciovat rostlinnou výrobu. V nepříznivém období by diferenciací odrůd měla lépe napomoci vyrovnat se s možnými negativními klimatickými a přírodními podmínkami.

Technologie pěstování této široce využitelné plodiny je velice náročná a vysoce intenzivní. I přes velikou snahu pěstitelů zajistit nejlepší podmínky pro pěstování cukrové řepy výběrem správného pozemku, odrůdy, vyváženého hnojení, atd., se zde nachází celá řada limitujících faktorů. Neustálá diskuze o tom, jak dochází ke změnám klimatických podmínek, které způsobují extrémní výkyvy počasí, řadě pěstitelů způsobuje značné obavy. Je nezbytně nutné počítat s tímto faktem a zajistit rostlinám dostatečnou ochranu. Extrémní projevy počasí mohou u rostlin způsobit stres, který se negativně projeví na snížení výnosu a celkové produkci cukru, která může výrazně ohrozit konkurenceschopnost našich zemědělců na evropském trhu. Pěstitel má možnost eliminovat tyto faktory vhodnými opatřeními, ke kterým se řadí využití vhodných biologicky aktivních látek. Jedná se o látky přírodního či syntetického původu, které mohou rostlinám napomoci k lepšímu příjmu živin, zvýšení odolnosti vůči stresovým vlivům či rychlejší regeneraci poškozeného porostu. Látky je možno aplikovat v různých fázích růstu a vývoje rostlin. Tyto preparáty mají napomoci pěstiteli zvýšit nejen výslednou produkci, ale také kvalitu cukrové řepy.

2 Vědecké hypotézy a cíle práce

Vědecké hypotézy:

1. Využití biologicky aktivních látek v technologii pěstování cukrové řepy příznivě ovlivňuje výnosové ukazatele cukrové řepy.
2. Využití biologicky aktivních látek v technologii pěstování cukrové řepy příznivě ovlivňuje kvalitativní ukazatele cukrové řepy.
3. Aplikace biologicky aktivních látek je ekonomicky efektivní.

Cíl práce:

Cílem diplomové práce je posouzení vlivu biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní ukazatele cukrové řepy. Dílčím cílem práce je vyhodnocení ekonomické efektivity.

3 Přehled literatury (literární rešerše)

3.1 Význam a využití cukrové řepy

Jedná se o strategickou plodinu s mnohostranným využitím. Hlavní využití z cukrové řepy připadá na produkci sacharózy neboli cukru. Obsah sacharózy v kořeni bulvy se pohybuje okolo 16 – 18 %. Sacharóza se využívá jako energetická potravina či jako přídatná látka v potravinách. Cukrová řepa společně s cukrovou třtinou představují základní zdroj cukru. Řada vyspělých zemí se snaží nahradit běžně požívaný cukr v lidské výživě různými umělými sladidly. Ovšem tyto uměle vyráběná sladidla nepokryjí celosvětovou spotřebu cukru a představují minoritní zdroj cukru.

Během zpracování cukrové řepy vznikají hodnotné vedlejší produkty. Jedná se o melasu, řepné řízky či saturační kaly využívané jako hodnotné hnojivo. Řepné řízky se využívají jako krmivo ve formě lisovaných pelet či siláží. Využití melasy spočívá především v produkci lihu, bioplynu, výrobě krmiv, bezdusíkatých organických kyselin – např. kyseliny citronové nebo kyseliny mléčné a mnoho dalších. Může být využita také jako substrát pro produkci některých enzymů, koenzymů, vitaminů a další (Šárka, 2012).

Za vedlejší produkt lze považovat i chrást, který společně s posklizňovými zbytky představují hodnotné hnojivo. Cukrová řepa si také našla uplatnění v oblasti fytoenergetiky, což by mohlo vést k novým možnostem pěstování této energetické plodiny a rozšířit tak její plochy. Cukrová řepa je vhodná plodina na produkci nejen bioetanolu, ale také bioplynu. Využití cukrové řepy k výrobě bioetanolu použitého jako příměsí do pohonných hmot přispívá k udržitelnému rozvoji, který má pozitivní energetické, ekologické a sociální dopady (Pulkrábek a Urban, 2011). Jedná se o plodinu s pozitivním agronomickým a ekologickým aspektem.

3.2 Historie pěstování cukrové řepy v České republice

Pěstování cukrové řepy v České republice má dlouholetou tradici. Právem byla cukrová řepa označována jako královna polí, jež se podílí na produkci tzv. bílého zlata. Jednalo se především o období po první světové válce, kdy Česká republika byla tehdy součástí Československé republiky a podílela se na celkové evropské produkci řepného cukru z 15 – 20 % (Smrčka a kol., 2012).

Již na počátku 19. století jsou zdokumentovány pokusy s pěstováním cukrové řepy, které však nedosahovaly příznivých výnosů. V roce 1831 došlo k velkému obratu, v Dobrovicích

se podařilo vytvořit velkou průmyslovou kampaň. Změna vedla k enormnímu rozvoji tohoto odvětví právě na našem území, které bylo tehdy součástí Rakouska – Uherska. Toto úspěšné období bylo doprovázeno především ekonomickou svobodou a volným obchodem. Následující úspěšné období nastává ve 20. století, a to díky malému množství bariér omezující vznik nových ekonomických konexí. Tato úspěšná éra byla postupně ohrožována v druhé polovině 20. století, kdy se postupně začaly prosazovat ochranná opatření. Opatření spočívaly především v podpoře méně výkonných zemí, které se snažily o podporu vlastní produkce. Pro české pěstitele a výrobce to znamenalo určitá znevýhodnění, a to především po finanční stránce. Na druhou stranu tato změna přinesla určitá pozitiva v oblasti odbornosti a technologii zpracování. Příchod druhé světové války a následujícího období založeného na plánovaném zemědělství vedlo k výraznému oslabení tohoto historicky úspěšného období (Smrčka a kol., 2012).

3.3 Biologie cukrové řepy (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris* var. *Altissima*)

Cukrová řepa je společně s dalšími významnými plodinami jako špenát, mangol řapíkatý, zahradní a krmná řepa součástí *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*. Cukrová řepa patří do čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*). Tato čeleď původně pochází z oblasti kolem Středomoří (Draycott, 2006). Divoká řepa (*B. vulgaris* ssp. *maritima*) a řepa vytrvalá *Beta perennis*) jsou považovány za plané předchůdce kultivované řepy. Cukrová řepa patří do čeledi *Chenopodiaceae*, rod *B. vulgaris* zároveň zahrnuje několik kultivovaných forem *Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*, například listovou či červenou řepu. Rod *Beta* je nadále rozdělen do čtyř sekcí - *Beta*, *Corollinae*, *Nanae* a *Procumbentes*. Cukrová řepa se pěstuje po celém světě s cílem získat bulvy, jež se sklízí na konci prvního vegetačního období s nejvyšším zastoupením v oblastech s teplým a mírným podnebím s dostatečným množstvím srážek (OECD, 2001).

Kultivované formy cukrové řepy jsou dvouleté hospodářské plodiny pěstované pro kořeny, sklizené na konci prvního vegetačního období. V prvním roce vegetace dochází k epigeickému klíčení a vývoji lysé růžice tmavých lesklých listů se silnými řapíky. Tvorba listů se děje po celou dobu vegetace a zároveň dochází k akumulaci sacharózy do kořene (Cooke and Scott, 1993). V následujícím roce se tvoří z osy srdéčka hlavní lodyha a z pupenů v úžlabí vedlejší lodyhy s generativními orgány (Jůzl a Elzner, 2014). Dvouleté využití cukrové řepy je pro produkci osiva, avšak kořeny v druhém roce ztrácejí obsah sacharózy a zároveň se zvyšuje se podíl ligninu. Cukrovka musí projít vernalizací na konci prvního roku. Tím se snižuje účinnost sklizně, ale i samostatná výtěžnost cukru (Cooke and Scott, 1993). Její předností spočívají ve schopnosti akumulovat značné množství cukru v kořeni. Bulva je tvořena řepnou dřeví a šťávou (Jůzl a Elzner, 2014).

3.4 Morfologie cukrové řepy

Cukrová řepa v prvním hospodářském roce tvoří bulvu s listovou růžicí, v následujícím roce květenství.

3.4.1 Bulva

Konkrétní odrůda a varieta má vliv na utváření bulvy. Tvar je zpravidla větvenovitě protáhlý s kuželovitým tvarem. Délka a tvar mají vliv na konkrétní využití a mechanickou sklizeň. Někdy může dojít k výskytu tzv. celerovitého kořenu, jehož tvorba je nežádoucí. Růst takového kořene je zapříčiněn nedostatečnou hloubkou, pevným podorničím, nerovnoměrností orničního profilu, kamenitou půdou atd. (Jůzl a kol., 2000). Obsah sacharózy v jednotlivých partiích bulvy není rovnoměrný. Nejmenší obsah je ve střední části hlavy, postranních kořincích a okrajových částech krku a kořene (Hřivna, 2014). 70 % kořenové hmoty se nachází do hloubky 30 cm. Barva vzešlých kořenů má pestré zbarvení v různých odstínech od bílé či žluté po oranžovou až červenou (OECD, 2001).

Bulva jakožto zásobní orgán je složena ze tří hlavních částí:

- **Hlava (epikotyl)** - Z celkové hmotnosti bulvy tvoří asi 4 %. Jedná se o zkrácený stonek, na kterém jsou listy a vegetační pupeny. V této části je obsaženo nejméně cukru a nejvíce škodlivých necukrů. Hlava je společně s listovou růžicí během sklizně odstraněna.
- **Krk (hypokotyl)** - Zaujímá okolo 6 % z celkové hmotnosti kořene. Tvoří přechod mezi hlavou a kořenem. Nevyskytují se na něm žádné listy ani vlásečnicové kořínky.
- **Kořen (radix)** - Tvoří 70 % celkové hmotnosti. Na rozdíl od krku zde vyrůstají postranní kořínky. Tvar má větvenový charakter a je zakončen až 2 metry dlouhým tzv. ocáskem. Na příčném řezu kořenu se nachází pokožkové, vodivé a základní pletivo (Hřivna, 2014).

Jako každá rostlina, i cukrová řepa je složena z rostlinných buněk. Průměr řepných buněk je okolo 50 mikrometrů. Na jednom mm³ v kořeni se nachází okolo 16 000 buněk. Tyto buňky se skládají z buněčné stěny, která má především ochrannou funkci a je tvořena převážně z celulózy a pektinu. Dále z protoplazmy (buněčné membrány), jež obsahuje bílkoviny a je nepropustná pro sacharózu, a vakuoly, v níž se ukládá sacharóza společně s necukernými látkami (Asadi, 2007).

3.4.2 Listy

Listy z hlediska velikosti, tvaru a barvy jsou velice rozmanité hlavně díky vlivu odrůdy. Zpravidla jsou lesklé tmavě zelené, někdy načervenalé a tvoří radiální růžici s asimilačním

aparátem (OECD, 2001). Jedna rostlina průměrně za sezónu vytvoří okolo 40 – 45 listů se silnými řapíky a zvlněnou čepelí. Po vzházení vyrostou vstřícně postavené děložní lístky, které následně opadnou. Pravé listy na hlavě bulvy jsou uspořádány kruhovitě. Vnější strana je obrostlá nejstaršími listy a střed tvoří nejmladší srdéčkové listy. Během sklizně má cukrovka okolo 22 - 30 zelených listů (Jůzl a Elzner, 2014). Pravé listy se od děložních liší tvarem a specializovanější funkcí. Zdravé listy jsou důležité nejen pro růst cukrové řepy, ale také pro tvorbu sacharózy. Sacharóza je nejprve syntetizovaná v listech a poté je přesunuta do kořenových buněk pomocí floému (Asadi, 2007).

3.4.3 Květy a plod

Řepa je cizosprašná plodina s oboupohlavními květy (Jůzl a Elzner, 2014). Květenství se tvoří až druhý rok po zasetí. Za určitých okolností se může vytvořit již v prvním roce vegetace. Reprodukční fáze cukrovky nastává prodlužováním lodyhy z osy srdéčka, která dorůstá 1,2 – 1,8 m. U základu lodyhy se tvoří veliké řapíkaté listy s malými, které postupně směrem nahoru přecházejí v přisedlé. Na hlavní lodyze z úžlabních pupenů vyrůstají vedlejší lodyhy a na nich generativní orgány, nejprve poupata, která se později přemění v květy. Tyto květy jsou malé, přisedlé a jednotlivě oddělené nebo ve shlucích a později vytváří řepná klubíčka (CFIA, 2012).

Květy se sestávají z pěti zelených okvětních lístků srostlých na spodní části květu. Cukrovka kvete po dobu 30 – 40 dní a plody dozrávají postupně. U jednoklíčkových odrůd jsou květy uspořádány odděleně, u víceklíčkových se tvoří shluk několika květů. Plodem je řepné klubíčko, které je tvořeno souborem 2 – 7 nepravých plodů (kulovitá nažka), společně uzavřených v okvěti (Rybáček a kol., 1985).

3.5 Kvalita cukrové řepy

Cukrová řepa se používá nejčastěji pro produkci krystalického cukru. Účinnost zpracování v továrně je výrazně ovlivněna kvalitou kořenů. Kvalitu kořenů je možno definovat jako kombinaci chemických, biologických a fyzikálních vlastností mající vliv na zpracování cukru. Určitá hranice kvality má vliv především na výrobní náklady. Kvalitou se nejčastěji myslí hlavně chemické složení (Hoffmann, 2010). Pelikán a kol. (1999) posuzuje kvalitu cukrovky ze dvou hledisek, které ovlivňují výsledný produkt. První hledisko bere v potaz vnější vlivy. Za ty se považují přítomnost kamenů, zahlinění, bulvy poškozené během sklizně, velikost budev, zdravotní stav a množství vyběhlic. Vnitřní ukazatel hodnotí především cukernatost,

množství melasotvorných látek (popel, invert, α -aminodusík) a odrůdu. Je tedy jasné, že na výtěžnosti se podílí nejen velikost kořenů, koncentrace cukrů, ale i další necukernaté složky.

V průběhu vegetace dochází v kořeni k postupnému vývoji kvality. Cukr je uložen v parenchymatické tkáni mezi kambiálními kruhy, které jsou vytvořeny v kořeni již na začátku vegetační sezóny. Brzy na jaře jsou v kořeni obsaženy také vysoké hladiny necukerných složek. Koncentrace sacharózy a draslíku má během růstu inverzní vztah, neboť sacharóza nahrazuje draslík a sodík v buněčné vakuole. Obsah necukerných složek v kořeni je od srpna poměrně nízký, na rozdíl od cukru, jehož obsah se pozitivně zvyšuje až do konce října (Hoffmann, 2010).

3.5.1 Technologická jakost cukrové řepy

Technologickou jakost lze charakterizovat na základě všeobecně platné definice jako komplex biologických, chemických, fyzikálně chemických a mechanických vlastností řepné bulvy. Tyto vlastnosti mají vliv na rentabilní výtěžnost bílého cukru ovlivněnou skladováním a zpracováním. Biologické vlastnosti zahrnují především tvar, velikost a hmotnost bulvy, vyžralost, zdravotní stav a odolnost vůči chorobám. Chemické parametry zahrnují hlavně obsah sacharózy, necukrů, ke kterým se řadí sodné a draselné soli, dusíkaté látky a redukující cukry neboli invert. Fyzikálně chemické vlastnosti se zabývají pH, turgorem buněčné šťávy a obsahem barevných látek. Mechanické vlastnosti popisují především pružnost, pevnost a odpor vůči řezání (Zahradníček a Pulkrábek, 2001). Z výše uvedené definice tedy vyplývá, že sklizeň cukrovky by měla být provedena v období, kdy je nejlepší poměr cukrů vůči necukrům. Toto období nastává na podzim, když chrást postupně žloutne, zasychá, ohýbá se do stran, listy jsou menšího vzrůstu společně s kratšími řapíky. Technologickou jakost lze vyjádřit pomocí cukernatosti, výtěžnosti bílého cukru, zbytkem cukru v melase a samostatnou výrobností (Pulkrábek a kol., 2007).

Technologickou jakost neuvádí tedy jenom cukernatost a chemické složení. Cukernatost, rozpustný popel, α -aminodusík a MB faktor jsou jedny z nejdůležitějších parametrů hodnotících technologickou jakost. MB faktor slouží ke zhodnocení vyžralosti cukrovky, čím vyšší vyžralost, tím vyšší jakost. Při nižší vyžralosti se zhoršuje samostatná výtěžnost cukru, který je tak převeden do melasy (Hřivna a kol., 2012). Je vyjádřen jako poměr množství vyrobené melasy v procentech na 100 kg vyrobeného bílého cukru. Nižší obsah necukrů, vyšší pH a nižší hodnota MB vyjadřuje vyšší jakost. Cukernatost neboli digesce vyjadřuje v procentech obsah sacharózy v bulvě (Pulkrábek a kol., 2007). Veškerý cukr v bulvě se nedá absolutně vytěžit. V řepě jsou přítomny určité látky, které mají za následek snížení výtěžnosti. Z toho důvodu vzniká melasa neboli cukerný sirob, ze kterého není již možno vykristalizovat

cukr běžnými způsoby. Jedná se o melasotvorné látky, ke kterým řadíme rozpustné popeloviny a α -aminodusík. V rozpustných popelovinách se hodnotí konduktometricky stanovený rozpustný sodík a draslík vyjádřeny v mmol.100g⁻¹ řepy. Tyto hodnoty nesmějí přesáhnout hranici 0,5 u obou sledovaných parametrů. Hodnoty α -aminodusíku jsou také vyjádřeny v mmol.100g⁻¹ řepy s běžnými hodnotami od 1 – 2. Výrazný vliv na obsah škodlivého dusíku mají vysoké dávky dusíkatých hnojiv. Vysoký obsah melasotvorných látek je zastoupen především v řepné hlavě (Chochola, 2010).

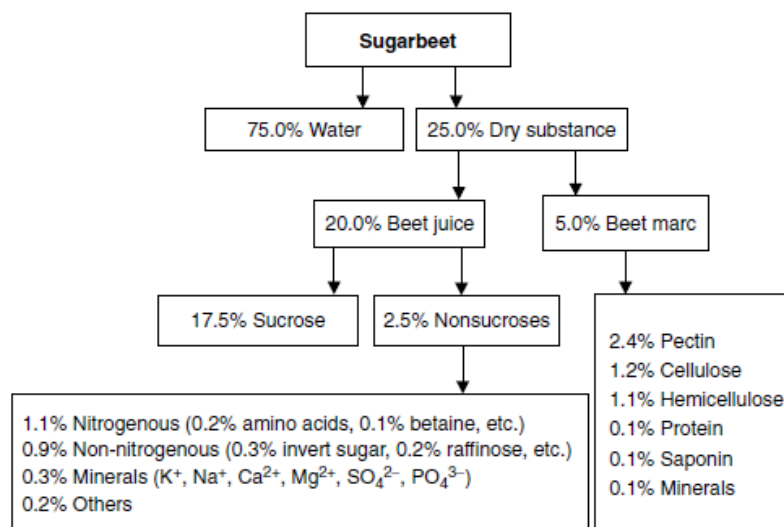
Na technologické jakosti se podílí řada vlivů, které ovlivňují finální zpracování. Jedná se o faktory, jež farmář jako takové nemůže vždy ovlivnit. Jedná se o prostředí, půdu, povětrnostní podmínky, setí, choroby, škůdci, plevele a výživu (Hřivna a kol., 2012). Bulva má být tedy zdravá, v nezavádlém stavu, nenamrzlá, bez listové růžice. Povrch by měl být čistý, hladký, bez známek poranění, nescvrklý, odolný proti poškození, bez chrástu, zelených pupenů a výskytu hnilob (Pulkrábek a kol., 2007).

3.5.2 Chemické složení cukrové řepy

Uhlík, vodík a kyslík patří k základním prvkům, které tvoří cukrovou řepu. Součástí jsou také ostatní prvky, které jsou nezastupitelnou složkou strukturních tkání či jednotlivých biochemických reakcí. K těmto prvkům patří dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík, síra, sodík, bór, měď, železo, chlór, mangan, molybden a zinek. Každý z těchto prvků je pro rostlinu potřebný v rozdílné míře. Například dusík tvoří až několik procent sušiny, protože je součástí proteinů a nukleových kyselin (Draycott, Christenson, 2003).

Cukrová řepa se skládá z 23 – 24 % sušiny, zbytek tvoří voda. V sušině se nachází okolo 5 % nerozpustného podílu neboli dřene. Ta je tvořena celulosou, hemicelulosou, pentozany, ligninem, bílkovinami, pektinovými látkami a některými dalšími organickými látkami. Zbytek jsou rozpustné látky v řepné šťávě, kde nejvyšší zastoupení má sacharóza (okolo 16 – 18 %) a rozpustné necukry se zastoupením okolo 2,5 %. K rozpustným necukrům se řadí monosacharidy fruktosy a glukosy, oligosacharidy rafinózy, organická kyselina šťavelová, jablečná, citrónová, mléčná, saponiny, bílkoviny, aminokyseliny, amidy, betain a popeloviny (Kadlec, 2000). Na obrázku č. 1 je znázorněno chemické složení cukrové řepy.

Obrázek 1 Chemické složení cukrové řepy (Asadi, 2007)



Sacharóza se tvoří v listech během fotosyntézy a následně pomocí vodivých pletiv je transportována do bulvy. Představuje významnou část v řepné šťávě. Skládá se z molekuly glukózy a fruktózy. V nepříznivých podmínkách může dojít k jejímu rozkladu na původní složky a vytvořit tak invert. Invertní cukr je směsí glukózy a fruktózy, jehož koncentrace ve zdravé, vyvrálé a čerstvé bulvě se vyskytuje v malém zastoupení (0,05 – 0,2 %). Obsah stoupá u namrzlých řep a nadměrně seříznutých bulev. Podléhá alkoholickému a mléčnému kvašení a zároveň zvyšuje obsah necukerných látek v melase. V menší míře je v řepné bulvě zastoupen trisacharid rafinosa (Pelikán a kol., 1999).

Většina cukru se nachází uprostřed kořene, obsah cukru se rychle snižuje směrem k hlavě, ale pomalu směrem ke špičce kořene. Obvykle je v řepné šťávě obsaženo více glukózy než fruktózy. Obsah rafinózy se v závislosti na lokalitě výrazně liší. Pokud je v cukrové řepě obsaženo více sacharózy, má zároveň nižší koncentraci rafinózy (Asadi, 2007). Následně je z cukrové řepy získáno okolo 12,5 – 14,5 % bílého cukru, 5,5 % sušených řízků a 4,5 % melasy (Prugar a kol., 2008).

Negativní dopad nesacharidů během zpracování je přičítán několika vlivům. Ostatní látky, jiné než cukrové povahy, zvyšují cukr v melase, podporují rozpustnost sacharózy a omezují krystalizaci. Což způsobují především aminokyseliny a amidy (Hoffmann, 2010). Během difúze přechází jejich dusík do řepné šťávy a je součástí nežádoucího škodlivého dusíku. Dále popeloviny brání krystalizaci sacharózy a tím dochází k nadměrné tvorbě melasy. V cukrové řepě se jich nachází okolo 0,7 %, z nichž se nejvíce vyskytuje draslík. Nejškodlivější minerální látky jsou chloridy, dusičnany a uhličitany (Pelikán a kol., 1999).

3.6 Výnosové prvky cukrové řepy

Cukrová řepa patří k fotosynteticky nejvýkonnějším plodinám mírného pásma a řadí se k vysoce bioenergetickým rostlinám. Zakládání porostu cukrovky se provádí jednoklíčkovým osivem na konečnou vzdálenost. Porost cukrové řepy nemá žádnou schopnost nahradit chybějící rostliny. V současné době se v zemědělských podnicích hustota porostu pohybuje okolo 90 000 – 100 000 jedinců na hektar (Šroller a Pulkrábek, 2001).

Produkce řepy je ovlivněna čistým výkonem asimilace na jednotku plochy, velikostí listové růžice, délkou trvání fotosyntetické aktivity a možností ukládat asimiláty do kořene. Srážky výrazně ovlivňují množství listů, jejich svěžest a dlouhověkost. Na produkci listové růžice má zároveň vliv i výživa, doba založení porostu a hustota. Listová plocha svého maxima dosahuje v druhé polovině srpna (Pulkrábek a Šroller, 2000).

Pulkrábek a kol. (2007) uvádí, že tvorba výnosu se děje po celou dobu vegetace od založení porostu až po finální sklizeň, avšak s rozdílnou intenzitou. Celkový výnos cukru z hektaru je tvořen třemi základními faktory:

- počet bulev na jednotku plochy
- průměrná hmotnost bulvy
- cukernatost

3.6.1 Struktura porostu

Nejdůležitější faktor, jenž je zemědělec do určité míry schopen ovlivnit, je kvalitní struktura porostu bez vyššího výskytu mezer či shluků jednotlivých rostlin. V současnosti se uplatňuje výsevní vzdálenost v řádku 18–21 cm s 45 cm roztečí. Společně s kvalitou porostu je třeba brát v potaz také délku vegetačního období, během kterého probíhá transport asimilátů z listů do bulev (Pulkrábek a kol., 2007).

Celkový výnos cukru je výrazně ovlivňován hustotou porostu. Na tuto problematiku bylo provedeno značné množství pokusů, kterými bylo prokázáno, že zvyšující hustota porostu od 50 000 do 90 000 jedinců vede ke zvýšení výnosu cukru. Tento pozitivní trend je způsoben nejen zvýšeným výnosem jednotlivých bulev, ale zároveň lepší technologickou kvalitou zpracovatelnosti (Skalický a Bradna, 2008). K tomuto faktu také pozitivně přispívá vysoká kvalita jednoklíčkového osiva dosahující vysokou klíčivostí nad 93 %, kvalitní předseťová příprava pozemku a odolné odrůdy s polní vzcházivostí okolo 75 – 80 %, stejně jako vhodný výběr pozemku s včasným zapravením hnojiv. Méně ovlivnitelné faktory jako jsou vhodné klimatické podmínky, kdy se teploty pohybují okolo 20 °C při 80 – 85 % relativní vlhkosti

s 60 – 80 % půdní vlhkostí (Šroller a Pulkrábek, 2001). A na závěr dobrá úroveň sklízecí techniky zajišťuje vysoce kvalitní sklizeň porostů, kde hustota nepřesahuje 110 000 jedinců na hektar (Skalický a Bradna, 2008).

3.6.2 Průměrná hmotnost bulvy

Ali et al. (2014) uvádí, že hmotnost kořene se pohybuje od 0,9 do 3 kg. Ta je závislá na stanovišti, půdní úrodnosti, vlhkosti a délce vegetačního období, zdravotním stavu a další. Avšak průměrná hmotnost kvalitní bulvy by se měla pohybovat okolo 600 – 800 g, aby bylo dosaženo optimálního chemicko-technologického složení a zároveň pozitivně korelovala s tvarem dané bulvy s obsahem cukru okolo 16 – 18 % (Zahradníček a Pulkrábek, 2001). Fyzikálně mechanické vlastnosti jsou důležité především během sklizně, transportu, manipulace, skladování a zpracování, a to hlavně na řezačkách (Prugar a kol., 2008). Až po dostatečném nárůstu listové růžice dochází v druhé polovině vegetace k růstu kořene. To je zpravidla od konce července do poloviny září. Následně je růst kořene již pozvolný, avšak zvyšuje se obsah sušiny a tím i koncentrace cukru (Pulkrábek a Šroller, 2000).

3.6.3 Cukernatost

Když byla v 18. století vyšlechtěna bílá slezská cukrová řepa z řepy krmné, obsahovala přibližně 6 - 8 % sacharózy. Díky silnému a opakovanému výběru došlo ke zvýšení obsahu cukru na 15 - 18%, což zajistilo zvýšení výnosu rafinády. Tento pozitivní trend je oprávněně přisuzován používáním hybridních jednoklíčkových odrůd. Dnes se však již nepředpokládá další nárůst cukernatosti z energetických a osmotických bariér. Z teoretického ani praktického hlediska není možné dosáhnout výnosu cukru nad 24 % (Wolf a kol., 2002).

3.7 Faktory ovlivňující výnos cukrové řepy

Na finální výnos cukrovky se podílí řada faktorů, které se vzájemně ovlivňují či doplňují. Každoročně se na snížení výnosů podílí řada biotických a abiotických činitelů. K nejvýznamnějším vlivům patří: ročník, stanoviště, doba setí a sklizně a odrůda.

3.7.1 Výživa a hnojení

Cukrovka je považována za strategickou plodinu s dobrými produkčními vlastnostmi, ale zároveň se řadí k plodinám náročným na výživu a dobrou půdní strukturu. Aby bylo dosaženo uspokojivých konkurenčně schopných výnosů, je třeba respektovat celou řadu

pravidel. Nezastupitelnou roli hraje výživa a hnojení. Cukrovka vyžaduje pro růst a vývoj nejen základní prvky jako N, P, K, Ca, ale je také náročná na stopové prvky.

Výživa zajišťuje chod všech možných fyziologických a biochemických procesů. Zemědělec musí respektovat náročnost cukrovky na živiny a zajistit tak vyváženou výživu, aby nedošlo nejen ke snížení celkového výnosu či zhoršení technologické kvality, ale i poškození životního prostředí. Proto je potřeba mít dostatečnou znalost o vlastnostech půdy, dynamice a spotřebě živin či fyziologických požadavcích (Pačuta a kol., 2015).

V případě, že dojde ke krátkodobé absenci výživy v důsledku nedostatečného hnojení na pozemku, kde jsou jinak dobré zásoby, není výrazně ovlivněna zásoba živin. Je důležité, aby byla dobrá úrodnost zajišťována permanentně, jelikož cukrovka na minerální hnojiva reaguje pozvolna. Absence některých prvků, ať už makro či mikroprvků, má vliv na výnos kořene, cukernatost a čistotu cukerné šťávy. Dusík patří k hlavním stavebním kamenům zajišťující předpokládaný výnos. V případě jeho nedostatku se objevují odspoda světle zelené listy, které pozvolna žloutnou, až zcela odumírají. To vede k tomu, že tyto rostliny mají menší asimilační plochu a postupně strádají v růstu. Nedostatek dusíku dále vede k celkovému snížení výnosu kořene (Bittner, 2012a). Zároveň však nadbytečné dávky dusíku vedou ke snížení cukernatosti. Zvyšující dávky nemají vliv na zvýšení počtu buněk v kořeni. Také dochází ke zvýšení koncentrace draslíku, sodíku a α -amylázy. Minimální hodnota obsahu dusíku v řepných listech je $0,04 \text{ g/cm}^2$. Pro dosažení této úrovně rostlina odčerpá minimálně $120 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ (Hlisnikovský a kol., 2014).

3.7.2 Vlivy počasí

K možným neovlivnitelným abiotickým faktorům neodmyslitelně patří vlivy počasí. Cukrovka je vysoce citlivá na nedostatek srážek, a to především na lehkých písčítých půdách (Bittner, 2012b). V řepařských oblastech je velice častý výskyt nerovnoměrného rozložení srážek vedoucí ke vzniku sucha (Prugar a kol., 2008). Poškození kroupami v období počátku června mají fatální následky na výnos cukru a bulev, pokud dojde k silnému poškození po zapojení porostu. I přes vysokou produkční schopnost cukrovky nahradit poškozené listy novými dojde ke ztrátám od 10 % až do 40 %. Takto poškozené listy jsou ideálním místem pro napadení patogenními organismy (Bittner, 2012b). Ochrana proti krupobití je velice omezená až nemožná. Možné je přihnojit daný porost či prokypřit. Dále je možné využít regenerační prostředky založené na růstových hormonech (Muška a Jakl, 2010).

Silné deště mohou vytvořit půdní škraloup, který brání na začátku vegetace vzcházení mladých rostlinek. Dlouhotrvající deště vedou k přesycení půdy vodou, což vede k postupnému

žloutnutí až hnilobě rostlin. Pomocí plečkování je možné podpořit přívod kyslíku do půdy. Příchod mrazů v nevhodném vegetačním období, jako je fáze děložních lístků, vede k úhynu. Proto je důležité brát v potaz, že cukrovka je náchylná na jarní mrazíky, ale může být také poškozena na podzim na skládkách (Bittner, 2012b).

Sucho a vysoká teplota má negativní vliv nejen na cukrovku, ale i ostatní rostliny, kdy dochází ke ztrátě turgoru a vadnutí. Spojení sucha s vysokou intenzitou slunečního záření vede k úžehu listů a snížení asimilační plochy. Dojde zároveň ke snížení výnosu bulev, ale zvýší se podíl cukru, betainu a α -aminodusíku v bulvě, což zhoršuje celkovou výtěžnost. Sucho také podporuje napadení mšicemi a padlím (Bittner, 2012b). Výrazný vláhový schodek vede k degradaci cukru a vzniku neprospěšného invertního cukru. V některých nepříznivých letech cukrovka může odumřít rovnou na poli, při čemž vzniká alterovaná řepa. Během toho dochází k degradaci a prokvašení cukru v kořeni (Hřivná a kol., 2013).

3.7.3 Kvalita sřezu bulev

Dalším možným faktorem, jenž snižuje výnos, je kvalita sřezu bulev. V případě hlubokého sřezu dochází ke snížení a nevyužití výnosu ponechaného na poli. Naopak pokud jsou bulvy nedostatečně seříznuté, později se to promítne v horší zpracovatelnosti. V obou případech je kvalita sřezu ovlivněna vyšší hustotou porostu společně s vyšším zastoupením mezerovitosti a nevhodně zvolené pojezdové rychlosti (Skalický a Bradna, 2008). Špatné seříznutí ovlivňuje intenzitu dýchání a dochází k biologickému spalování sacharózy (Pelikán a kol., 1999).

3.7.4 Utužení půdy

Utužení půdy představuje jeden z činitelů ohrožující technologickou jakost cukrovky a celý hospodářský výnos, jelikož se jedná o plodinu tvořící výnos pomocí podzemních orgánů. Kořeny rostlin rostou pomaleji, nedochází k jejich prodlužování a je omezen růst do spodních vrstev půdy (Javůrek a Vach, 2008). V důsledku toho dochází k opožděnému a nestejnomylnému vzcházení mladých rostlinek, deformaci bulev, nedostatečnému zakořenění a nevyrovnanosti porostu. Všechny tyto negativní jevy vedou ke snížení kvality sklizně a celkového výnosu, a to až o 30 %. Záleží na dalších interagujících faktorech (vlhkost půdy, agrotechnika, počasí). Zároveň dojde ke zvýšení obsahu dusíkatých látek (Zahradníček a Pulkrábek, 2001). Marinello at al. (2017) uvádí, že utužená ornice vede ke snížení listové plochy, akumulaci sušiny a celkového počtu rostlin. Délka a rozložení kořenu v půdním profilu může být snížena až o 50 %.

3.7.5 Plevelné spektrum

Na snížení výnosu se také podílí celé spektrum plevelů, které jsou obtížně hubitelné v porostu cukrovky. Zároveň se jedná o jednu z nejnákladnějších položek technologie pěstování. Česká republika vykazuje poměrně vysoké náklady za tuto operaci, což snižuje konkurenceschopnost vůči zahraničním pěstitelům. To je způsobeno především špatným načasováním aplikace herbicidních přípravků na přerostlé plevele, která vede k následnému zvýšení dávek (Chochola a Pavlů, 2013). Jedná se o plodinu vysoce citlivou vůči působení herbicidů. V případě nedodržení aplikačních zásad, použití herbicidu do jiných plodin, nedostatečně vyčištěného postřikovače či reziduálním působení herbicidů ze skupiny sulfonylmočoviny, se projeví u rostlin herbicidní stres a to opět vede ke snížení výnosu (Bittner, 2012c). Pokud dojde v rané růstové fázi k projevu herbicidního stresu na jeden den, tak se celková sklizeň posouvá téměř o tři dny později (Peza, 2009). Velkou komplikací pro zemědělce je poměrně úzký seznam registrovaných herbicidů pro regulaci plevelů. Na polích se nejčastěji vyskytují merlíky, ježatka kuří noha, laskavec, pcháč rolní, pýr plazivý a další. Výskyt plevelů má za následek nižší dopad slunečního světla a nižší využití vody a živin, a to především v první polovině vegetace. V první polovině vegetace je pro cukrovku obtížnější překonat tyto deficity. Na počátku vegetace má nízkou konkurenční schopnost způsobenou pomalým vzházením, což podporuje růst plevelů. Později je více konkurenceschopná a vzházejícím plevelům je v rámci možností odolná. Vyšší zastoupení plevelné hmoty a chrástu na skládkách podporuje intenzitu dýchání a snižuje tak cukernatost. Díky moderním sklízecům jsou i středně zaplevelené porosty sklizeny, aniž by se to promítlo na výnosu (Jursík a kol., 2013).

3.7.6 Půdní prostředí a vhodný výběr odrůd

Vliv půdního prostředí hraje klíčovou roli při tvorbě výnosu. Cukrovka je charakteristická vysokými nároky na půdu. Vhodné jsou humózní, středně těžké až těžké půdy s dobrou strukturou a biologickou aktivitou. Optimální pH se pohybuje mezi 6,2 – 7. Vápnění je vhodné provádět k předplodině (Richter a Škarpa, 2013). K vhodným půdním typům se řadí hnědozem, černozem, luvizem a fluvizem s vyrovnaným vláhovým režimem (Pulkrábek a kol., 2007). Pro zajištění optimálního růstu odčerpá za vegetaci okolo 600 mm vody a řadí se tak v Evropě k polním plodinám, jež efektivně hospodáří s vodou. Na jeden kilogram sušiny spotřebuje okolo 200 litrů, kdežto brambory až 600 litrů (Lorenz, 2003).

V technologii pěstování hraje správný výběr hybridní odrůdy klíčovou roli. Cílem je maximální využití výnosového potenciálu a zajištění ekonomické udržitelnosti. Výkonnější

odrůdy díky současnému šlechtění dosahují mnohem uspokojivějších výsledků, než tomu bylo před dvaceti lety. K tomu také nahrává vyšší koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře (Honsová, 2013).

Půlkrábek a kol. (2007) dělí odrůdy do tří skupin podle výnosu bulvy a cukernatosti:

- Výnosový typ – vyšší výnos kořene, nižší výnos cukru (16 – 17 %)
- Normální typ – střední až vyšší výnos bulvy a cukru
- Cukernatý typ – nižší výnos kořene, vysoká cukernatost (17 – 18 %)

Z toho vyplývá, že existuje negativní korelace mezi výtěžností kořene a koncentrací cukru. Tato skutečnost je způsobena tím, že veliké parenchymatické buňky uchovávají více vody a necukerných složek než malé buňky (Hoffmann, 2010). Cukerné odrůdy vykazují nižší intenzitu dýchání (Pelikán a kol., 1999).

Většina odrůd se řadí k přechodným typům mezi normálním a cukerným typem (Půlkrábek a kol., 2007).

Pro správný výběr odrůd v jednotlivých řepářských oblastech nám napomáhá Seznam doporučených odrůd cukrové řepy, jenž slouží k poskytnutí informací o konkrétních vlastnostech a přednostech odrůdy, aby byla pěstována ve vhodných pěstebních podmínkách (Chochola a Pavlů, 2013). Při výběru dané odrůdy je třeba se zaměřit obzvláště na toleranci či rezistenci a následně na výnosnost (Honsová, 2013). Registrované odrůdy jsou jednoklíčkové, zpravidla hybridního charakteru, téměř jedna polovina odrůdového sortimentu tvoří triploidní hybridy (Prugar a kol., 2008).

3.7.7 Délka vegetace

Včas založený porost představuje nejdůležitější úkon pro zvýšení budoucích výnosů. Proto se zemědělci snaží prodloužit vegetaci pomocí včasného výsevu. V České republice se výsev provádí od 20. března do 15. dubna (Honsová, 2013). Cukrová řepa roste nejrychleji v období, kdy se teplota půdy a vzduchu pohybuje v rozhraní 15 – 25 °C.

Pozdně založený porost znamená možné riziko projevující se zhoršeným vzcházením rostlin až snížením výnosu. Zpožděný výsev vede ke snížení výnosu kořene průměrně za den o 300 kg.ha⁻¹ a 50 kg.ha⁻¹ bílého cukru. Včasné zasetá rostlina má tak delší čas na zrání a dosažení lepší technologické kvality (Petkeviciene, 2009).

Včasný termín založení porostu se také pozitivně projevuje na hustotě porostu. I přes možná rizika, která jsou spojena s ranějším setím, se jeví jako výhodnější varianta (Honsová, 2013). Rané setí může vést k určitým komplikacím, konkrétně příchod pozdních mrazíků, nízké teploty nevhodné pro vzcházení, zpracování ještě nevyzrálé půdy. Přizemní mrazíky okolo

mínus 6 °C jsou pro mladé rostlinky neúnosné. V posledních letech jsou v měsících březnu a dubnu zaznamenávány problémy spojené se suchem častěji, než tomu bylo dříve, což je způsobeno především zvyšujícími se teplotami (Chochola a Pavlů, 2013). Termín založení porostu je tedy důležitější než termín sklizně. Tvorba výnosu cukru se tvoří do poloviny října, proto delší vegetační doba zajišťuje lepší vyžralost a cukernatost (Pulkrábek a kol., 2007).

Sklizeň se provádí v technologické zralosti, kdy průměrné teploty dosahují 5 °C. Sklizeň patří k poměrně náročným a dlouhotrvajícím úkonům. Cukrová pole se vyznačují, na rozdíl od ostatních plodin, poměrně dlouhým fotosyntetizujícím obdobím, a to až 120 dní. Výnos kořene je vegetační délkou ovlivněn od 1 – 10 % a výtěžnost cukru od 9 – 22 % (Potopová a kol., 2015). Možným řešením této problematiky je vyšlechtit ozimé odrůdy cukrovek. V září by byl proveden výsev a sklizeň by proběhla následující podzim. Předpokládá se navýšení výnosu až o 26 %. Listové aparáty současných odrůd jsou limitovány v růstu díky vysokému slunečnímu záření v květnu a červnu (Pulkrábek a kol., 2014).

3.7.8 Choroby

Všechny choroby cukrové řepy snižují výnos kořene a koncentraci cukru. Použití vhodných tolerantních odrůd, včasný výsev a vhodná předplodina vedou ke snížení výskytu možných chorob. Zároveň aplikace syntetických fungicidů představuje stále jednu z neúčinnějších metod kontroly chorob. Důležitý je výběr odpovídajícího fungicidu, aplikace doporučené dávky a vhodné načasování provedení zásahu na základě monitoringu. Fungicidní ochrana je neúčinnější na začátku výskytu choroby (Avižienytė et al., 2016). Zároveň fungicidní ochrana eliminuje rozšíření, avšak existuje riziko, že může dojít k poškození kvality kořene (Hoffmann, 2010). Produktivita plodin závisí hlavně na fotosyntéze, proto je velice důležité mít zdravé listy. Mezi významné listové choroby patří virová mozaika řepy, skvrničnatka řepná, větevnatka, padlí, rez a další. Například skvrničnatka řepná (*Cercospora beticola* Sacc.) patří k celosvětově rozšířeným houbám. Choroba snižuje výnos kořene, cukernatost a zvyšuje obsah melasotvorných látek. Při epidemickém výskytu v České republice může být výnos bulev snížen až o 16 – 25 % a cukernatost o 0,5 – 1 % (Bittner a Běhal, 2010).

3.7.9 Škůdci

Cukrovka je útočištěm řady jedinců z třídy hmyzu, avšak škody způsobují pouze někteří zástupci. Ožirají jak nadzemní, tak i podzemní části rostliny nebo vysávají rostlinné šťávy. Proti škůdcům, kteří se na ní vyskytují, se brání rychlou regenerací. Proto je ohrožena především na začátku vegetace během vzcházení, v pozdějších vývojových fázích není natolik ohrožena.

Výskyt škod způsobených od daného druhu jsou závislé na různých faktorech. Například vyšší teplota v létě a na podzim vede k možnému přemnožení maločlence čárkovaného a dřepčíka rdesnového v příštím roce. Někteří jedinci škodí pouze v určitých oblastech. Ochrana se provádí na základě insekticidního moření, v případě enormního výskytu pomocí postřiků. K preventivnímu opatření patří hluboká orba a likvidace posklizňových zbytků (Šefrová, 2015).

3.8 Stres rostlin

Prostředí okolo rostlin je charakteristické různými vnějšími vlivy, které jsou pro jejich růst, vývoj a rozmnožování vhodné nebo naopak vůbec. V tomto případě jsou rostliny nuceny se přizpůsobit okolním podmínkám (Hnilička a Středa, 2016). Nevýhoda rostlin spočívá v jejich odkázanosti na dané místo, kde se nacházejí. Mají omezenou schopnost se vyhnout nepředvídatelným a nevhodným podmínkám daného prostředí (Gaspar et al., 2002).

Na rostliny působí celá řada faktorů z vnějšího prostředí a vyvolává u nich stres, který negativně působí na růst a vývoj. Stres lze charakterizovat jako nepříznivé vnější vlivy působící na určité organismy vedoucí k různým fyziologickým změnám. Dochází k poškození zdravého metabolismu, které vyústí v nečekaný výkyv či omezení běžné funkčnosti. V důsledku toho dochází k napadení organismu určitou chorobou, výskytu zranění či ovlivnění fyziologické činnosti, a projevuje tak odpověď rostliny na nepříznivé podmínky vyvolané okolím (Kukla a Kuklová, 2013). Po negativním působení vnějšího prostředí na rostliny, dochází u rostlin k obranným reakcím, které se snaží zabránit možnému poškození a narušení její rovnováhy. Stresory mají za následek poškození životních pochodů, snížení kvality daného produktu až úplné odumření jedince či celé populace. Stres se tedy na rostlině odráží ve formě anatomicko – morfologických a funkčních změn (Hnilička a Středa, 2016).

Stresové faktory komplexně znamenají souhrn přírodních podmínek, které vedou v rostlinách k funkčním změnám. Takto vyvolaný stres následně omezuje růst, fyziologickou aklimatizaci, přirozenou adaptaci a produktivitu. Stresové vlivy mohou být původu abiotického či biotického, avšak v přirozených ekosystémech působí vždy v určité kombinaci, nikoli odděleně. Biotický stres je způsoben živými organismy, jako jsou například viry, houby, bakterie atd. Abiotický stres je způsoben fyzikálními a chemickými vlivy. K fyzikálním faktorům patří intenzita UV záření, abnormální teploty, utužená půda, povětrnostní podmínky atd. Chemický stres je zapříčiněn kontaminací pesticidů, toxinů, ovzduší, neoptimální pH, salinita a další.

Životní prostředí má nejvýznamnější vliv na zemědělskou produkci na celém světě. Výskyt určitých negativních vlivů v prostředí jako je teplota, slanost a sucho a jejich vzájemná

kombinace zvyšuje závažnost problémů, kterým rostliny musí čelit (Gaspar et al., 2002). Nejčastějšími stresovými faktory v zemědělství je nerovnoměrný přísun vody, extrémní teploty, nízká relativní vlhkost, vysoké zastoupení solí v půdě, krupobití, vítr, pesticidy a celkově špatné hospodaření nedodržující dané zásady (Kukla a Kuklová, 2013).

Během vývoje si rostliny vyvinuly určité mechanismy, které jim napomáhají se bránit. Důležité je včasné zareagování rostlin na stresový faktor a efektivní přizpůsobení se. Po rozpoznání dochází u rostlin pomocí konstitutivních bazálních obranných mechanismů k aktivaci obranných komplexních signalizačních kaskád. Po vystavení rostlin abiotickému či biotickému stresu dochází k aktivaci iontových kanálů a kaskád kinázy. Ty jsou zaktivovány pomocí fytohormonů - kyseliny salicylové, abscisové, jasmonové a ethylenu a reaktivními formami kyslíku - a následné přeprogramování genetických pochodů vede k tvorbě obranných mechanismů zvyšujících toleranci rostlin a minimalizaci biologického poškození způsobené stresem (Rejeb et al., 2014). Tyto signalizační kaskády vyvolávají expresi specifických podmnožin obranných genů, jež vedou ke zformování celkové obranné reakce. V rostlinách jsou obranné geny transkripčně aktivovány různými formami environmentálního stresu nebo patogeny. Vyvolání exprese obranných genů v odpověď proti určitým patogenům je dále závislé na teplotě a vlhkosti, což implikuje existenci komplexní signalizační sítě, která umožňuje rostlinám rozeznat patogeny či environmentální stresy a bránit se proti nim (Velázquez et al., 2011).

Vnější negativní vlivy působí na celou rostlinu, od kořenů až po nadzemní část včetně semen. Rostliny i přes možné výkyvy jsou schopny vytvářet své životní úkony a pomocí kompenzačních procesů je schopna vytvořit nový rovnovážný stav. Pokud není schopna se vyrovnat se zátěží vnějšího prostředí, rostlina odumírá (Bláha a kol., 2003).

V případě působení jednotlivých negativních vlivů dochází ke vzniků stresových reakcí u konkrétní rostliny, která prochází určitými fázemi. Stresová reakce je ovlivněna délkou a mírou intenzity. První fáze se nazývá poplachová, kdy dochází k narušení buněčných struktur a životních funkcí rostlin okamžitě po účinku daného stresu. Poté následuje restituční fáze, během které se uplatňují kompenzační mechanismy, pokud tedy nedošlo k okamžitému usmrcení. Díky těmto mechanismům dochází ke zvýšení odolnosti proti stresovým faktorům ve fázi rezistenční. Pokud je vliv stresu zcela neúnosný a dlouhotrvající, tak odolnost rostlin klesá a nastává fáze vyčerpání. Po ukončení stresové reakce se projeví u rostliny určité známky adaptační schopnosti (Bláha a kol., 2003).

3.8.1 Vodní stres a vysoká intenzita tepla cukrové řepy

Hlavním problémem v našich podmínkách je nedostatek srážek a jejich nerovnoměrné rozložení během roku. Růst a celková produktivita cukrové řepy je ovlivňována zejména vodním deficitem a vysokou intenzitou tepla. K negativním vlivům se řadí především nedostatečný úhrn srážek, který by se měl pohybovat v rozmezí 550 – 650 mm za rok. Během měsíce června, kdy probíhá nejvyšší intenzita tvorby bulvy, je potřeba dostatečné množství vody. Hloubka kořene výrazně eliminuje poškození způsobené deficitem vláhy (Hřivna a kol., 2013).

Dosažení výnosu cukrové řepy je z velké části ovlivněno fotosyntetickou produktivitou, která je ovlivněna její rychlostí a velikostí a délkou trvání asimilačního aparátu. Půdní nebo atmosférické sucho výrazně ovlivňuje délku trvání asimilačního aparátu. Převaha transpirace vody nad jejím příjmem vede k projevu vodního stresu. Rostliny postupně uvadají, uzavírají průduchy s cílem zabránění transpirace. To zároveň vede ke sníženému přístupu oxidu uhličitého do listů, což zpomaluje rychlost fotosyntézy. Vysoké teploty na rozdíl od půdního sucha mají okamžitý vliv na listy a průduchy. Půdní sucho se projevuje postupně. Postupné snižování obsahu vody v půdě způsobuje v kořeni zvýšenou produkci kyseliny abscisové. Má se za to, že právě tato kyselina zajišťuje přenos signálu mezi kořenem a listem. Během sucha, ABA vytvořena v kořenech, je následně převedena do listů, kde společně s nově vytvořenou kyselinou v listech zajišťuje uzavírání průduchů. Na druhou stranu se zde pravděpodobně uplatňují i cytokininy. Po jejich transportu z kořenu do listů mají vliv na prodloužení délky otevření průduchů. Zároveň se podílejí na inhibici ABA a omezují tak samostatné uzavření jednotlivých průduchů (Hejnák, 2010). Pro lepší překonání stresových faktorů a vyšší schopnosti regenerace jsou na cukrové řepě prováděny výzkumy zabývající se touto problematikou, jež zkouší kombinace vodní závlahy s živinami či použití regulátoru růstu v porostu.

3.9 Biologicky aktivní látky

Během posledního desetiletí došlo k výraznému nárůstu používání biologických stimulantů v zemědělství. Biostimulátory rostlin lze charakterizovat jako účinné látky či mikroorganismy, jež po aplikaci na rostlinu či rhizosféru mají zajistit lepší příjem a využití živin, odolnost vůči abiotickému stresu a kvalitu produktu. Biostimulátory představují rozmanitou skupinu přípravků z různých zdrojů (Brown and Saa, 2015). Účinné látky jsou získávány z organických materiálů zahrnujících huminové látky, komplexní organické

materiály, peptidy, aminokyseliny, anorganické soli, extrakty z mořských řas, chitin, deriváty chitosanu a další látky obsahující dusík (Nardi et al., 2016). Biologicky aktivní látky nemají přímý vliv proti škůdcům, proto nejsou považovány za pesticidy.

Nejdůležitější období pro vegetaci jsou letní měsíce, které rozhodují o konečném výnosu cukrové řepy. Toto období není nikterak dlouhé, proto je důležité využít každý den. Je potřeba zamezit pozdním výsevkům, vyhnout se herbicidním stresům, suchu či ztrátě asimilační plochy listů způsobené poškozením listů. Na největší produkci asimilátů se u cukrové řepy podílí 10. až 20. list. Hlavním cílem je zamezit poškození těchto nejcennějších asimilačních listů a udržet jejich životnost a produktivitu co nejdéle. Tyto faktory vedou k výrazně negativním projevům na celkovém výnosu. Proto jsou na trhu prostředky, které umožní postiženým rostlinám vyrovnat se s těmito nepříznivými faktory (Peza, 2009).

Prostřednictvím listových či kořenových stimulátorů vyrobených na bázi biologicky aktivních látek lze eliminovat výše zmíněné vlivy. Biologicky aktivní látky obsahují nejen výživové složky, ale i látky ovlivňující růst a vývin nadzemních a podzemních částí rostliny. Ovšem tyto přípravky nelze považovat za náhražky hnojiv, i když mohou obsahovat některé možné živiny a podporovat tak vyšší účinek působení biologicky aktivních látek obsažených v konkrétním přípravku. Biologicky aktivní látky mohou být jak syntetického, tak přírodního charakteru s pozitivním vlivem na životní funkce rostlinných těl. Je však nezbytně nutné si uvědomit, že tyto látky nejsou schopny nahradit možné deficity způsobené špatnou agrotechnikou či nedostatečnou výživou. Jedná se o přípravky doplňkové, nikoliv hlavní. Hlavním cílem používání těchto přípravků je podpora metabolických funkcí, podpora adaptace na abiotické i biotické stresy, zvýšení regeneračních schopností po následném působení možných stresů a podpora příjmu živin z půdy (Pačuta, 2013). Cílem aplikace je tedy zvýšit nejen výnos ale také kvalitativní parametry. Například listové preparáty obsahující biostimulátory ve formě aminokyselin nebo mořských řas a jsou schopny eliminovat vliv sucha, tepla a dalších možných povětrnostních faktorů vedoucí k redukci úrody (Pačuta a kol., 2017).

V České republice jsou biopreparáty registrovány v registru hnojiv vedeným ÚKZÚZ pod označením pomocné rostlinné přípravky. Z obecné charakteristiky vyplývá, že se jedná o látky obsahující menší zastoupení účinných živin. V praxi jsou velice často tyto stimulátory aplikovány společně s listovou výživou. Aby bylo dosaženo uvedeného výsledku daného přípravku, je nezbytně nutný přísun stimulační látky do rostlinných pletiv a následná translokace na požadované místo působení, během něhož nesmí dojít k metabolické inaktivaci (Trčková, 2010). V současnosti lze narazit na více jak 400 přírodních či syntetických látek, jež umožňují snížit nežádoucí vlivy způsobené abiotickými či biotickými stresy. Jejich využití

se uplatňuje nejvíce z toho důvodu, že pro šlechtitele je velice náročné z hlediska času, peněz ale i nedostatku vhodných genotypů vyšlechtit nové odrůdy odolné vůči působení stresorů. V mnohých případech se jedná o přípravky na bázi přírodních složek, proto je možné je využít i v ekologickém hospodaření (Bláha a kol., 2010).

Biologicky aktivní látky u cukrové řepy mají za cíl zvýšit biologickou hodnotu osiva, regulaci růstu a podporu vývoje během vegetace, a vést tak ke zvýšení celkového výnosu současně s cukernatostí. Aplikace vhodným regulátorem růstu v jarním a letním období může zajistit vyšší produkci. Doporučuje se i aplikace regulátoru růstu společně s herbicidním ošetřením, který má zabránit vzniku herbicidního stresu. Možno je také aplikovat letní dávku fungicidu společně s regulátorem růstu. Problém ovšem nastává s výběrem nejvhodnějšího období pro aplikaci, pokud se například jedná o poškození rostlin kroupami (Pulkrábek a kol., 2007).

Regulátory růstu v porostu cukrovky by měli být aplikovány v maximálním růstu, kdy je již vytvořena listová růžice s bohatým a zdravým asimilačním aparátem (Zahradníček a Jarý, 2003). Výše účinnosti je tedy z veliké části ovlivněna množstvím aplikované dávky a termínem samostatné aplikace (Ball and Glover, 1999).

3.9.1 Obecně platné zásady ošetření porostu

Za efektivní využití jednotlivých látek se považuje aplikace na dostatečně vyvinutou listovou plochu. Řepný porost musí vykazovat zdravý stav s minimálním výskytem plevele. Pozemky musí být dobře zásobeny živinami, což je zajištěno správnými půdními, klimatickými a technologickými podmínkami. Po aplikaci daným přípravkem by porost neměl být okamžitě zasažen dešťovými srážkami. Nejvhodnější varianta ošetření připadá spíše na ranější fáze růstu, a to v období pěti až osmi listů, popřípadě lze aplikaci opakovat v období před zapojením řepy v řádku. Nevhodná aplikace se jeví v případě, že porost je napaden houbovými patogeny. Ekonomicky výhodná je společná aplikace aktivních látek s listovými hnojivy, insekticidy či fungicidy (Pulkrábek a kol., 2007).

3.9.2 Přehled biologicky aktivních látek

3.9.2.1 Látky nefytohormonální povahy

Tyto látky pozitivně působí na biosyntézu chlorofylu, fotosyntetickou kapacitu, dýchání, lepší využití živin a lepší odolnost při působení vnějších stresů.

5-amino-levulová kyselina

5-amino-levulová kyselina napomáhá rostlinám růst i za nedostatku světelného záření, zvyšuje odolnost vůči nízkým teplotám či vyšší koncentraci soli v půdě (Rosa, 2007). V rostlinách vzniká pomocí kondenzace glycinu a sukcinyl-CoA v mitochondriích a produkují ji fotosyntetické bakterie. Jedná se o přírodní látku, kterou je možno použít nejen v konvenčním, ale i v ekologickém zemědělství. Díky této látce je možno dosáhnout vyšších výnosů a kvality.

Silice a terpeny

K dalším možným látkám, které eliminují nevhodné stresy, patří silice a terpeny. Tyto látky jsou obsaženy například v jehlicích jedle sibiřské (*Abies sibirica*) (Bláha a kol., 2010).

Extrakt mořských řas

Pozitivní vliv je také zpozorován po aplikaci látek získaných extrakcí z mořských řas. Výtažky z mořských řas jsou produkty využívané pro pěstování rostlin. Hlavní zdroje výtažků jsou získávány z různých druhů řas, které jsou v této oblasti cenné z hlediska výživy. Jednotlivé výtažky působí jako biostimulátory díky obsahu fytohormonů. V řasách se nachází auxiny, cytokininy, gibereliny, kyselina abscisová a etylen (Tuhy et al., 2013). Hlavním zdrojem výtažků jsou hnědé řasy. Pro zajištění jejich vysoké účinnosti je důležité dodržet jejich vzájemný poměr, nikoli celkový obsah (Trčková, 2010). Aplikace těchto výtažků má vést k obohacení půdy stopovými prvky, zlepšení růstu a celkového výnosu. Výzkumy také prokazují, že používání těchto přípravků vede ke zvýšení odolnosti vůči suchu a mrazu. Rostliny po aplikaci jsou více odolné proti poškození od škůdců a patogenů. Zvyšují regeneraci poškozených rostlin. Výtažky z řas mohou být využity nejen listovou aplikací na porost, ale také půdní. Současně lze také namáčet semena do roztoku a pozitivně tak podporovat klíčení (Tuhy et al., 2013).

Sodné soli nitrofenolů

Dále je možné využít sodné soli nitrofenolů. Jedná se o nízkomolekulární fenolické látky, které napomáhají ke zpomalení odbourání auxinů. Pokud jsou tyto látky použity během časných fází a intenzivního růstu dochází zpravidla k podpoře růstu kořenů a diferenciaci rostlin.

Kyselina 2 - aminobenzoová kyselina

Deriváty kyseliny benzoové, a to především kyselina 2 - aminobenzoová kyselina. Tato kyselina je prekurzor auxinu, aby bylo dosaženo auxinové povahy, je nezbytné, aby byla prvně metabolizována na aminokyselinu tryptofan a následně syntetizována na auxin.

Huminové látky

Huminové látky jsou konečné produkty mikrobiálního rozkladu a chemická degradace mrtvé bioty v půdě a jsou považovány za nejhojnější přirozeně se vyskytující organické molekuly na zemi a hlavní složky organické hmoty v půdě (Calvo et al., 2014). Jsou zodpovědné za úrodnost půdy, tím že ovlivňují půdní strukturu, pórovitost a představují hlavní zdroj dostupného organického uhlíku (Nardi et al., 2015). Huminové látky se podle rozpustnosti dělí do tří kategorií, které zahrnují huminové, fulvonové kyseliny a huminy (Calvo et al., 2014).

Huminové látky představují vysokomolekulární sloučeniny, které jsou limitovány svojí velikostí a nejsou tak schopny přejít do rostlinných pletiv. Během aplikace těchto látek společně s nepolárními látkami, ke kterým se řadí například močovina nebo jednomocné ionty, dochází ke snížení rychlosti příjmu a současně je zpomalen proces vysychání. Což se jeví jako velice pozitivní především v teplém a suchém období. Společně s živinami ve formě dvojmocných kationtů vytváří nerozpustné sloučeniny, což výrazně eliminuje jejich příjem. Jejich finální výsledek je z velké části ovlivněn použitou látkou a jejím zpracováním. Jedná se o oxyhumolit, který představuje přírodní látku s vysokým obsahem organických látek a vysokou biologickou činností. Základem je směs alkalických solí huminových kyselin a fulvokyselin. Popřípadě je možné využít také lignohumáty na bázi huminových a fulvových kyselin a jejich solí (Trčková, 2010).

Lignohumáty

Lignohumáty vznikají na základě hydrolyticko – oxidačního rozkladu pomocí lignosulfonátu. Jako prvotní zdroj pro jejich výrobu slouží dřevní produkty. Jejich výroba spočívá v organické syntéze, během níž vznikají jednotlivé organické meziprodukty a ty jsou následně poupraveny do cílové podoby v dokonalé rozpustné formě (Mendelu.cz, 2017).

Lignohumát se skládá z huminových kyselin, které vykazují stimulační a regenerační účinky s obsahem do 50 % a fulvových kyselin přes 50 % a jejich solí. Také se v nich nachází okolo 3 % síry a stopové prvky v chelátové formě. Lignohumáty mají pozitivní vliv na činnost fotosystému a produkci chlorofylu. Což má následně vliv nejen na lepší využití jednotlivých živin v půdě, ale i lepší příjem živin aplikovaných foliárně. Dále dochází k lepšímu růstu kořenů a zvyšuje se tak výnos i jeho kvalita. Vyšší regenerační aktivita po poškození porostu či vyšší odolnost vůči působení chorob a stresů (Zedník, 2011).

Aminokyseliny

Aminokyseliny pro výrobu biostimulantů se získávají chemickou syntézou z rostlinných proteinů (např. řasy, kukuřice a sójové boby) a chemickou či enzymatickou hydrolyzou ze zvířecích proteinů. Rostliny produkují aminokyseliny, ale tato syntéza je vysoce energeticky náročná. Aplikace aminokyselin na porost napomáhá rostlinám šetřit energii a podporuje vývoj zejména v kritických obdobích (Popko et al., 2018).

Představují základní složku každého organismu, slouží nejen pro syntézu bílkovin, ale také vitamínů, nukleotidů a mnoha dalších potřebných sloučenin. Nízké koncentrace těchto látek nemají výrazný vliv na vývojové a růstové procesy rostlin (Trčková, 2010). Napomáhají však k lepšímu příjmu a translokaci živin nezbytných k jejich optimálnímu růstu a vývoji. Přidané hydrolyzáty bílkovin do hnojiv vykazují ochrannou funkci koloidů. To vede k vytvoření stability hnojiva a tvorbě ochranné vrstvy na povrchu tkáně rostlin (Sirbu et al., 2009).

Biologicky aktivní L- α aminokyseliny mají vliv na protein v rostlinách, jenž je odpovědný za antistresové reakce enzymů, včetně Cu/Zn superoxid dismutázy. Na trhu existuje okolo 15 – 20 obchodních přípravků obsahující aminokyseliny. Vedle aminokyselin se v přípravcích nachází celá řada dalších látek, jako jsou huminové látky, extrakty z řas, bylinné výtažky a další (Kuthan, 2016).

Nízkomolekulární peptidy společně s volnými aminokyselinami vytváří jednotný komplex s živinami, a proto jsou součástí tekutých foliárních hnojiv (Trčková, 2010). Tyto hydrolyzáty tedy napomáhají využít dodaná hnojiva, jako je fosfor, draslík a dusík. Pro získání bílkovin je možné využít sóju, obilniny a další komodity, které jsou schopny produkovat polypeptidy, peptidy a aminokyseliny jako je alanin, cystin, histidin, leucin, kyselina glutamová a další (Ashmead and Hsu, 1985).

Dále je možné podle Trčkové (2010) využít směsi různých typů látek přírodního charakteru a huminových kyselin.

3.9.2.2 Látky fytohormonální povahy

Fytohormony jsou rostlinné organické nízkomolekulární látky vyskytující se u rostlin po celou dobu jejího života. Svoji přítomností se podílejí na růstu a vývoji každé rostliny. Jejich hlavní funkce spočívá ve vzájemné komunikaci mezi buňkami, pletivy a jednotlivými orgány. Hormony reagují na signály z vnějšího i vnitřního prostředí a většinou ne samostatně, ale naopak společně s ostatními hormony. Působí buď přímo v místě svého vzniku, nebo jsou

transportovány do ostatních částí. V rostlinách se také nachází látky s vyšší koncentrací na rozdíl od hormonu a vyznačují se svojí regulační aktivitou (Podlešáková a kol., 2012).

U fytohormonů dochází k rychlé metabolické inaktivaci, která je způsobena konjugací či oxidací. To má vliv na snížení obsahu hormonů v aktivní formě v daném místě rostliny. Koncentrace fytohormonů v rostlině je výrazně ovlivněna biosyntézou, inaktivací, degradací a transportem. I přes to že se jedná o přírodní látky, lze je vyrábět synteticky. K základním hormonům se řadí auxiny, cytokininy, gibereliny, kyselina abscisová, etylen, brassinosteroidy a jasmonáty (Koprna a kol., 2012).

Brassinosteroidy

Jedná se o steroidní rostlinné hormony, které podporují dlouhivý růst a stimulují buněčné dělení. Jejich označení je odvozeno od řepky olejky (*Brassica napus* L.), u které byly jako první identifikovány a následně izolovány. V současnosti jich je identifikováno již kolem 70. Jejich označení se také liší z hlediska původu, přírodní jsou označovány jako brassinolidy (BL) a syntetické společně s jejich deriváty jsou nazývány brassinosteroidy (BR). Tyto fytohormony jsou ve vzájemném kontaktu s ostatními hormony v rostlině. Jejich hlavní vliv v rostlině spočívá ve stimulaci auxinu, podporují regeneraci tkání, fotomorfogenesy, diferenciaci cévních svazků, zároveň se podílí na přenosu signálních látek zajišťujících růst, mají vliv na stárnutí a adaptační reakci vůči stresu. Jejich aktivita se také podílí na růstu adventivních kořenů, podpoře růstu samičích květů a zvýšení HTS v některých případech až o 45 %. U cukrové řepy společně ještě u ředkve, obilí a rajčat bylo vyzkoušeno, že brassinosteroidy napomáhají k lepšímu příjmu draslíku a zároveň snižují poutání kadmia, zinku, olova, mědi, cesia či stroncia pocházející ze spadů. Zároveň mají pozitivní vliv na minerální složení dané plodiny. Je také prokázána jejich vhodná aplikace v méně příznivých oblastech s nízkým zastoupením živin, v období sucha, při extrémních teplotách či na poškozený porost (Hradecká a kol., 2009).

Dnes je možno synteticky připravit mnoho brassinosteroidů a použít je tak v polních podmínkách, avšak v České republice to doposud ještě nelze. Jsou to hormony, které vykazují antistresové účinky a jsou v rostlinách zastoupeny ve velice malých koncentracích v závislosti na druhu, stáří pletiva a orgánu. Nejvyšší koncentrace je zastoupena v semenech a pylu dané rostliny. Zároveň lze konstatovat, že mají pozitivní vliv na zvýšení jak výnosů, tak i kvality u řady zemědělských plodin. Pozitivním faktem je, že tyto látky se přirozeně nacházejí v rostlinách, proto po aplikaci nedochází k poškození okolního prostředí. Hlavní nevýhoda těchto látek je jejich vysoká cena a náročná izolace z rostlin, které obsahují velice malé koncentrace. Vhodná alternativa tedy spočívá v syntetické výrobě analogů jednotlivých

brassinolidů. Aplikace brassinosteroidů vyvolává zvýšení obsahu auxinů v rostlinných buňkách za současného snížení cytokininů (Bláha a kol., 2010).

Brassinosteroidy ovlivňují celou škálu dějů v těle rostliny. Mají vliv na růstové a reprodukční procesy, stimulují růst, dělení buněk a růst mladých vegetativních pletiv, podporují kvetení a následné zrání plodů, klíčení semen, tvorbu a růst kořenů, růst pylových látek, jsou součástí diferenciací vodivých pletiv, mají vliv na fotosyntézu či asimilaci uhlíku a fixaci dusíku, podílejí se také na ochraně rostlin vůči abiotickým a biotickým stresům a mnoho dalších (Müsig, 2005). Nízká koncentrace těchto hormonů vede k růstu kořenů, pokud však dojde k překročení určité hranice, projevuje se zde opačný efekt. Pozitivní efekt je také zaznamenán u rostlin ošetřených brassinosteroidy, jež vykazují vyšší schopnost odolávat abiotickým a biotickým stresům. Rostliny jsou schopny lépe zvládat vysoké a nízké teploty, vodní deficit nebo naopak zamokřené půdy. Zároveň jsou odolnější vůči zasoleným půdám či vyšší koncentraci těžkých kovů. Odolnost se projevuje také proti poškození pesticidy nebo herbicidy (Bláha a kol., 2010).

Jejich efekt se výrazně projevuje hlavně na chudých půdách či v marginálních oblastech, současně je vhodné je aplikovat po nevhodných předplodinách. Jeden gram účinného hormonu je získán ze 40 kg pylu, což je pro praxi zcela nepřijatelné (Kohoutová – Hradecká, 2010).

Kyselina jasmonová

Kyselina jasmonová a její deriváty jsou obecně nazývány jasmonáty. Jejich funkce spočívá v regulaci růstu při vnitřních a vnějších změnách působících na rostlinu. Jsou důležitými buněčnými regulátory, které se podílejí na klíčení semen, růstu kořenů, plodnosti, dozrávání ovoce a stárnutí (Khan et al., 2012). Vznikají v důsledku oxidace lipidů. Podílejí se na aktivaci obranného a adaptačního mechanismu (Podlešáková a kol., 2012). Koncentrace kyseliny jasmonové a jejích derivátů se zvyšuje v případě poranění rostlin, působení stresových faktorů či v důsledku napadení patogeny. Po těchto situacích dochází ke zvýšení obsahu kyseliny a jejích derivátů a postupně se šíří celou rostlinou s touto informací (Procházka a kol., 1998). Rostlina napadená hmyzím škůdcem začne produkovat tuto kyselinu či etylen obsahující signalizační molekuly, které slouží jako varování okolním rostlinám. Ty lákají přirozené nepřátele škůdců, kteří danou rostlinu poškodili (Petr, 2013).

Etylen

Jedná se o plynný uhlovodík, který se v buňkách nachází ve velice nízkých koncentracích v rozpustné formě v cytoplazmě. Převážná část tohoto hormonu přechází do mezibuněčného prostoru, následně průduchy vychází do vnějšího prostředí. V cytoplazmě má svoje specifická vazebná místa a svoji účinnost vykonává prostřednictvím vazeb na bílkoviny. Je produkován

téměř všemi částmi rostlin, avšak nejproduktivnější jsou ty rostoucí. Hlavní funkce multifunkčního etyleny spočívá v omezení růstu kořenů, ale i celkově prodlužovacího růstu stonku. Naopak výrazně stimuluje růst radiální, což je dáno změnou směru růstu mikrotubulů a mikro fibril celulózy a ztrácí gravitropické reakce. Působením tohoto hormonu je podporováno také dozrávání některých plodů. Během zrání dochází k několikanásobnému zvýšení hladiny etylenů, což způsobuje intenzivní biochemické procesy zrání. Současně má vliv na stárnutí a opad listů, květů a plodů. Tento hormon v rostlině má tedy vliv nejen na regulaci růstu, ale i stárnutí. V důsledku působení stresových faktorů dochází ke zvýšení jeho hladiny do 60 minut. Na zvýšení mají vliv především teplotní extrémy, vláhové deficity i nadbytky, zasolení, poranění, patogeny či toxické látky. Hlavní využití v zemědělské praxi spočívá ve výrobě regulátoru růstu obsahujících kyselinu 2 - chloretylfofonovou, kdy dochází k rozkládání etyleny v rostlinných pletivech na přirozené látky (Procházka a kol., 1998).

Etylen vyvolává proces stárnutí zejména u citlivých druhů. Expozice rostlin citlivých na etylen způsobuje předčasné příznaky stárnutí, jako je žloutnutí listů, opad nebo vysoušení či nekróza. Odpovědi rostlin na etylen se značně liší mezi druhy a uvnitř druhů a jsou modulovány rozdílnou hormonální citlivostí. Vizuální příznaky stárnutí listů představují degradaci chlorofylu a opad listů (Iqbal et al., 2017).

Kyselina abscisová

Kyselina abscisová zkráceně ABA je nejvíce tvořena v dormantních orgánech, které představují pupeny, semena a hlízy. Vyskytuje se avšak i v mladých rychle rostoucích pletivech – listech. Zároveň se tvoří i v kořenových špičkách, avšak v nižších koncentracích. Intenzita tvorby je podmíněna délkou dne a vodní zásobou. Intenzivněji je produkována za krátkého dne a nedostatku vody. Transport kyseliny z kořenů do nadzemních částí je prováděn pomocí xylému, v nadzemní částí se to uskutečňuje floémem. K hlavním fyziologickým účinkům patří inhibice prodlužovacího růstu, kdy dochází k reorientaci mikrotubulů podélně ve směru růstu. V případě zvýšení hladiny ABA dochází k poklesu růstu pletiv a orgánů. ABA funguje jako antagonist auxinů a giberelinů. Dále se podílí na regulaci stárnutí a opadu listů a květů. Zvyšuje růst buněk v opadové zóně a tím dochází k intenzivnějšímu opadu. Důležitým jevem této kyseliny je vliv na dormanci. Vysoký obsah této kyseliny se nachází v dormantních pupenech, semenech a hlízách. Samotné klíčení semen či hlíz nastává až po poklesu ABA na určitou hraniční úroveň. Současně o délce dormance rozhoduje konkrétní poměr ABA a giberelinů. Nejvýznamnější funkce této kyseliny spočívá v regulaci vodního režimu rostlin. Pokud rostlina nemá dostatek vody, dochází díky ABA k uzavření průduchů a zvýšení hydraulické vodivosti kořenů (Procházka a kol., 1998).

V zemědělství by využití tohoto hormonu bylo velice užitečné v boji proti suchu, avšak v praxi nemožné. Hlavní problém se skrývá v tom, že výroba je vysoce finančně nákladná a zároveň se v rostlinných buňkách vyskytuje v omezeném čase a malé koncentraci. Dalším problémem je světlo, na které je velice citlivá a které ji může přeměnit na neaktivní formu. Proto je věnována pozornost syntetickým obdobám ABA, které by se daly použít do porostu proti suchu (Nishimura et al., 2009).

Cytokininy

Přirozené cytokininy jsou deriváty adeninu se substitucí v poloze N6 a s dvojnou vazbou na postranním řetězci. Jejich biosyntéza probíhá především v kořenech v jejich vrcholové části a poté jsou transportovány do nadzemní části prostřednictvím xylému. Jsou vedeny hlavně do listů, odkud jsou převedeny do floému a transportovány do dalších částí. Některé rostlinné části se také mohou v určitých případech podílet na produkci tohoto hormonu. K hlavním fyziologickým činnostem patří buněčné dělení. V dělicích a rostoucích pletivech se nachází nejvyšší koncentrace cytokininu. Na množství cytokininů má vliv např. hladina auxinu a etylenu, kteří jej potlačují. Cytokininy mají vliv na činnosti v buněčném cyklu, stimulují některé z kináz a zvyšují ve fázi S mitózy množství počátků replikace. Cytokininy společně s auxiny mají regenerační účinky u rostlin. Jejich vzájemný poměr určuje průběh regenerace, nadbytek cytokininů vede k regeneraci prýtů, naopak nadbytek auxinů regeneruje kořeny. Při apikální dominanci působí jako antagonisté auxinů. Aplikace cytokininů podporuje větvení stonků a zakládání pupenů. Cytokininy výrazně zpomalují proces stárnutí u rostlin, podporují diferenciaci plastidů, tvorbu chlorofylu (vliv na délku trvání asimilační plochy), škrobu a semen. Aplikace cytokininů do porostu má za následek vyšší metabolickou aktivitu pletiv a současně zvyšuje kapacitu sinku pletiv. Tento jev má za následek vyšší hmotnost biomasy. Zvyšují odolnost vůči stresovým faktorům (Procházka a kol., 1998).

V některých přirozených podmínkách je tvorba cytokininů omezená, proto je vhodné do porostu aplikovat přípravky na bázi cytokininů či jejich prekurzorů. Testovaná látka v porostu cukrovky na bázi biologicky aktivních přípravků byla 6-benzylaminopurin (BAP). Tento cytokinin má pozitivní vliv na biosyntézu sacharózy. Po aplikaci tímto cytokininem se zvýšila cukernatost o 0,5 – 1,1 %. Za optimálních podmínek společně s vyšší cukernatostí bylo dosaženo vyššího výnosu polarizačního cukru. V zemědělské praxi tyto látky nejsou doposud používány z důvodu vysoké realizační ceny (Pulkrábek a Urban, 2007). U obilnin po exogenní aplikaci v době kvetení dochází ke zvýšení výnosu zrna, zvýšení počtu obilek, prodloužení fotosyntetické aktivity. Zároveň je v zrnech zvýšen obsah lepku a minerálních látek a současně lepší asimilace anorganického dusíku z půdy. V současnosti je aplikace

v zemědělské praxi výrazně omezená, nejen z ekonomických důvodů, ale také kvůli negativnímu účinku na kořenový systém (inhibice zakořeňování). Vysoké využití cytokininů komerčně probíhá v oblasti in vitro rozmnožování rostlin jako složky kultivačních médií (Zalabák et al., 2013).

Gibereliny

Gibereliny se vytváří pravděpodobně ve všech rostlinných orgánech. Nejvyšší koncentrace se nachází v rostlinách, kde dochází k aktivnímu růstu a tvorbě nových orgánů. V rostlinách jsou gibereliny transportovány pomocí floému, avšak byly nalezeny i v xylému. Některé komerčních přípravky sloužící na retardaci růstu rostlin fungují na bázi inhibice biosyntézy giberelinů. K hlavním fyziologickým účinkům patří podpora prodlužovacího růstu nadzemních částí rostlin. Důležitou roli také hrají v procesu jarovizace. Aplikace giberelinů vede u dlouhodobých rostlin s přizemní listovou růžicí k přechodu do vegetativní fáze kvetení. Současně jsou schopny ovlivnit pohlaví květů. Po jejich aplikaci u některých rostlin dochází ke zvýšení samčích květů na úkor samičích. Gibereliny patří k významným endogenním regulátorům klíčení ale i dormance semen. Společně s kyselinou abscisovou se nacházejí v embryu semena a jejich vzájemná koncentrace rozhoduje o délce dormance a době vyklíčení (Procházka a kol., 1998). Komerční využití giberelinu se uplatňuje v ovocnářství. Vysoké uplatnění nacházejí při ošetřování hroznů vinné révy, kde dochází k prodloužení plodů i zvětšení jejich hmotnosti. Aplikace giberelinů se také provádí 4 – 6 týdnů před sklizní třešní pro zvětšení plodů. Využití si také našel tento hormon u citrusů. Aplikace má zpomalit stárnutí pokožky u pomerančů a mandarinek. U citronu a limetky naopak podporuje zrání ovoce a jeho růst. Dále se využívají také k podpoře tvorby α – amylázy, která urychluje hydrolyzu škrobu u ječmene (Vince and Zoltán, 2011).

V zemědělské praxi se často využívají přípravky proti poléhání porostu u obilnin na bázi inhibice biosyntézy giberelinů, čímž dochází k redukci délky stébla a celkové výšky rostliny. Používání giberelinů má pozitivní efekt při pěstování cukrové třtiny. Sacharóza třtiny je uložena v parenchymatických buňkách internodií. Po aplikaci giberelinů dochází k prodlužování internodií vedoucí k celkovému zvýšení výnosu produkce cukru (Procházka a kol., 1998).

Auxiny

Jedná se o nejdéle známý fytohormon. Kyselina indolyl-3-oxová neboli IAA byla dlouho považována za jediný přirozený auxin. Později bylo v rostlinách objeveno mnoho dalších indolových sloučenin, které vykazují metabolický vztah k IAA. Látky vykazující podobný regulační růstovou aktivitu nazýváme syntetické auxiny. Auxin je syntetizován ve vrcholu koleoptile, mladých listech, květních orgánech a vyvíjejících se plodech, a to především

v semenech. Hladina auxinů v rostlinách je v přímém vztahu s růstovou intenzitou, ale také stárí jednotlivých orgánů. Nejvyšší zastoupení je u mladých, rychle rostoucích orgánů a poté postupně klesá. Auxiny se podílejí na prodlužovacím růstu, stimulaci tvorby kořenů, což má pozitivní vliv na dostatečné zakořenění rostliny. Dále stimulují buněčné dělení a regulují apikální dominanci (Procházka a kol., 1998).

Syntetické auxiny se využívají komerčně v zemědělství a zahradnictví. V rostlinné výrobě se tento stimulant využívá například ve školkařství pro lepší podpoření zakořenění řízků, podpoře růstu kvalitních adventivních kořenů (Holub, 2002).

Přípravky na bázi biologicky aktivních látek obsahující auxin nachází své uplatnění také při pěstování chmele. Aplikovaný přípravek má napomoci rostlinám vyrovnat se s vláhovým deficitem a měnícími se klimatickými podmínkami (Procházka a kol., 2017). Syntetické auxiny se využívají hlavně k ochraně rostlin před opadem listů a plodů či stimulaci partenokarpie. Podpoření syntézy etylenů díky auxinům vede k rychlejšímu kvetení a dozrávání plodů (Taiz and Zeiger, 2010). Syntetické auxiny si také našli své uplatnění v oblasti herbicidních přípravků. Po jejich aplikaci u rostlin dojde k narušení fytohormonální hladiny a tím dojde k poruše metabolismu rostliny a jejího normálního růstu. Aplikací syntetických auxinů, které jsou na rozdíl od přírodních obtížně degenerovány, se naruší vyvážená hladina. Využití těchto systemických herbicidů je nejčastější u obilnin, kukuřice a porostech trav proti dvouděložným plevelům (Jursík a kol., 2011).

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, předset'ová příprava, organizace porostu atd.). Optimální hustota porostu byla upravena jednocením a okopávkou na 100 000 ks.ha⁻¹. Velikost jedné parcely (varianty) byla 12 m². Každá varianta měla tři opakování.

4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

Pokusné plochy stanice leží v katastru obce Červený Újezd směrem na západ od Prahy a rozkládají se na 50°04' severní šířky a 14°10' východní délky. Průměrná nadmořská výška je 405 m nad mořem. Nejvyšší bod 420 m je vrchol mírného svahu na jižním okraji intravilánu obce, nejnižším bodem je 390 m vysoká terénní deprese na jihovýchodním okraji území.

Na ostatní části území převažuje rovinný terén, který podmiňuje dobré vsakování srážkových vod.

Zájmové území je součástí Bělohorské plošiny. Pozemek je zařazen do řepářské 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, drobtovitá, hlinitá, s ojedinělými úlomky opuky, se středním až silným prokořeněním a biologickou činností. Půda má mírný obsah humusu, půdní reakce je neutrální, koloidní komplex je plně nasycen. Zájmové území není odvodňováno vodními toky. Substráty mají dobrou vododržnost a dobrou vnitřní drenáž.

Červený Újezd spadá do klimatického regionu mírně teplého, suchého. Průměrná roční teplota vzduchu činí 7,7 °C a průměrný roční úhrn srážek je 549 mm (standardní klimatologický normál 1961-1990). Za teplý půlrok (1. 4. - 30. 9.) je na tomto stanovišti průměrná teplota 13,9 °C a průměrný úhrn srážek 361 mm. Průměrná teplota vzduchu za chladný půlrok (1.10. - 31. 3.) je 1,5 °C a průměrný úhrn srážek 188 mm. První mrazivý den se dostavuje v průměru 11. října. Na jaře se vyskytují mrazíky ojediněle koncem dubna.

4.2 Metodika 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 a TS Sentinel.

Sklizeň byla provedena ručně. Při sklizni byla na každé parcele zjištěna hmotnost bulev, chrástu a počet rostlin. Dále byly při sklizni odebrány z jednotlivých parcelek vzorky pro technologický rozbor (stanovení cukernatosti, obsahu α -aminodusíku, draslíku a sodíku). Stanovení těchto kvalitativních ukazatelů bylo realizováno ve spolupráci s laboratoří společnosti SynTech Research v Semčicích. Na základě výsledků těchto ukazatelů byl vypočítán výnos polarizačního cukru, teoretická výtěžnost, výnos bílého cukru 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.100 g⁻¹)

g) výnos polarizačního cukru (t.ha⁻¹) = výnos bulev x cukernatost / 100

h) teoretická výtěžnost (%) = cukernatost – (0,343 x K + 0,343 x Na + 0,094 x α-aminoN + 0,29); dle Reinefelda a IIRB

i) výnos bílého cukru (t.ha⁻¹) = výnos bulev x teoretická výtěžnost / 100

j) výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost = [výnos bulev x (cukernatost – 2,7) / 13,3]

4.2.1 Varianty pokusu

Tabulka 1 Varianty pokusu (2015 – 2017)

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

4.2.2 Přehled pracovních operací

Tabulka 2 Pěstitelská technologie 2015

Pracovní operace	Termín aplikace
Setí pokusu	26.3.2015
Hnojení (LAV 27 % N – 92 kg N.ha ⁻¹)	26.3.2015
T1 – herbicidní aplikace	30.4.2015
T2 – herbicidní aplikace	18.5.2015
Úprava hustoty porostu jednocením	21.5.2015
Přihnojení pokusu (LAV 27 % N – 28 kg N.ha ⁻¹)	3.6.2015
T3 – herbicidní aplikace	5.6.2015
Plečkování porostu	12.6.2015
Aplikace TS Impuls (0,5 l.ha ⁻¹) – varianta 2	17.6.2015
Aplikace TS Licit (0,5 l.ha ⁻¹) – varianta 3	30.6.2015
Aplikace TS Sentinel (0,25 l.ha ⁻¹) – varianta 4	30.6.2015
Ruční sklizeň pokusu a odvoz vzorků na technologický rozbor	21.10.2015

Tabulka 3 Pěstitelská technologie 2016

Pracovní operace	Termín aplikace
Setí pokusu	6.4.2016
Hnojení (LAV 27 % N – 92 kg N.ha ⁻¹)	6.4.2016
T1 – herbicidní aplikace	6.5.2016
T2 – herbicidní aplikace	23.5.2016
Úprava hustoty porostu jednocením	1.6.2016
Přihnojení pokusu (LAV 27 % N – 28 kg N.ha ⁻¹)	1.6.2016
T3 – herbicidní aplikace	8.6.2016
Aplikace TS Impuls (0,5 l.ha ⁻¹) – varianta 2	8.6.2016
Aplikace TS Licit (0,5 l.ha ⁻¹) – varianta 3	30.6.2016
Aplikace TS Sentinel (0,25 l.ha ⁻¹) – varianta 4	30.6.2016
Ruční sklizeň pokusu a odvoz vzorků na technologický rozbor	26.10.2016

Tabulka 4 Pěstitelská technologie 2017

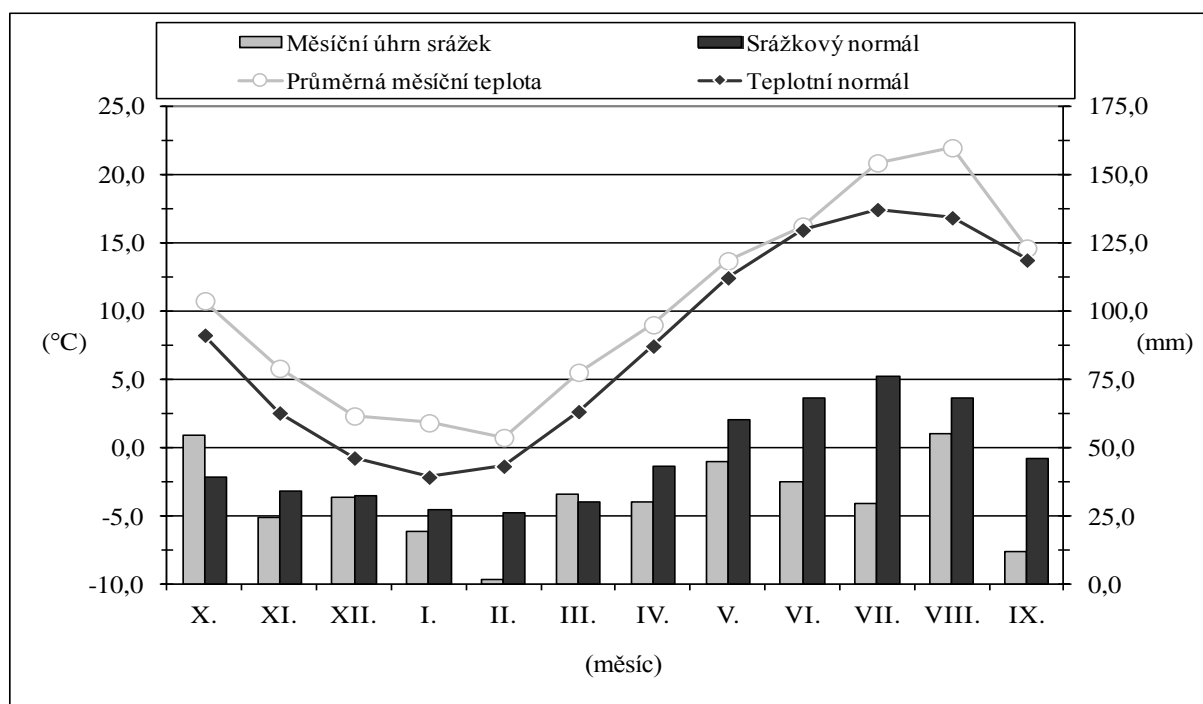
Pracovní operace	Termín aplikace
Setí pokusu	11.4.2017
Hnojení (LAV 27 % N – 92 kg N.ha ⁻¹)	11.4.2017
T1 – herbicidní aplikace	9.5.2017
T2 – herbicidní aplikace	25.5.2017
Úprava hustoty porostu jednocením	29.5.2017
Přihnojení pokusu (LAV 27 % N – 28 kg N.ha ⁻¹)	15.6.2017
Aplikace TS Impuls (0,5 l.ha ⁻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
Ruční sklizeň pokusu a odvoz vzorků na technologický rozbor	11.10.2017

4.3 Charakteristika počasí na pokusném stanovišti

Tabulka 5 Agrometeorologický rok 2014/2015

Agrometeorologický rok 2014/2015	Hodnocení			
	Δt	teplotní	%	srážkové
Říjen	2,5	Silně nadnormální	139	Normální
Listopad	3,3	Mimořádně nadnormální	71	Normální
Prosinec	3,1	Silně nadnormální	99	Normální
Leden	4,0	Silně nadnormální	71	Normální
Únor	2,1	Normální	6	Mimořádně podnormální
Březen	2,9	Nadnormální	109	Normální
Chladný půlrok	3,0	Mimořádně nadnormální	87	Normální
Duben	1,6	Nadnormální	70	Normální
Květen	1,3	Normální	75	Normální
Červen	0,3	Normální	54	Podnormální
Červenec	3,4	Mimořádně nadnormální	39	Silně podnormální
Srpen	5,1	Mimořádně nadnormální	80	Normální
Září	0,9	Normální	25	Silně podnormální
Teplý půlrok	2,1	Mimořádně nadnormální	57	Silně podnormální
AMT rok	2,5	Mimořádně nadnormální	67	Silně podnormální

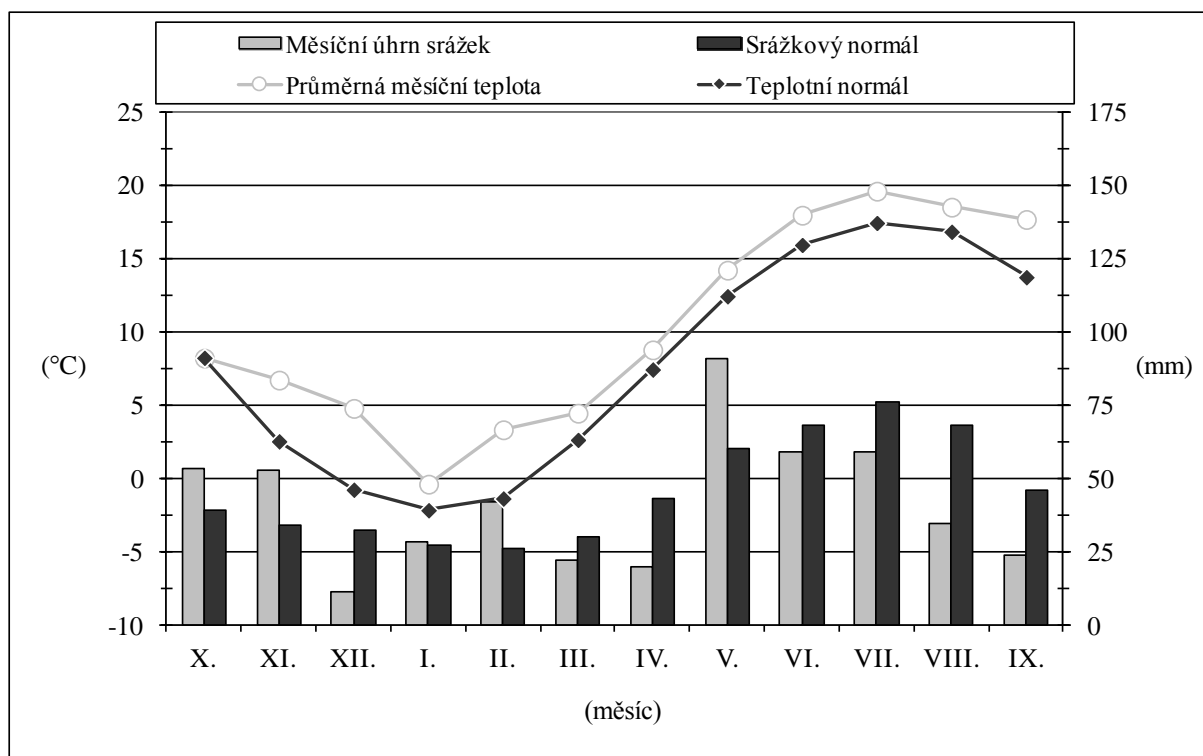
Graf 1 Agrometeorologický rok 2014/2015



Tabulka 6 Agrometeorologický rok 2015/2016

Agrometeorologický rok 2015/2016	Hodnocení			
	Δt	teplotní	%	srážkové
Říjen	0,0	Normální	136	Normální
Listopad	4,2	Mimořádně nadnormální	154	Nadnormální
Prosinec	5,6	Mimořádně nadnormální	35	Silně podnormální
Leden	1,8	Normální	105	Normální
Únor	4,7	Mimořádně nadnormální	160	Nadnormální
Březen	1,8	Normální	73	Normální
Chladný půlrok	3,0	Mimořádně nadnormální	111	Normální
Duben	1,3	Normální	46	Podnormální
Květen	1,8	Nadnormální	151	Nadnormální
Červen	2,0	Nadnormální	86	Normální
Červenec	2,2	Silně nadnormální	77	Normální
Srpen	1,7	Silně nadnormální	51	Podnormální
Září	3,9	Mimořádně nadnormální	52	Normální
Teplý půlrok	2,2	Mimořádně nadnormální	79	Podnormální
AMT rok	2,6	Mimořádně nadnormální	90	Normální

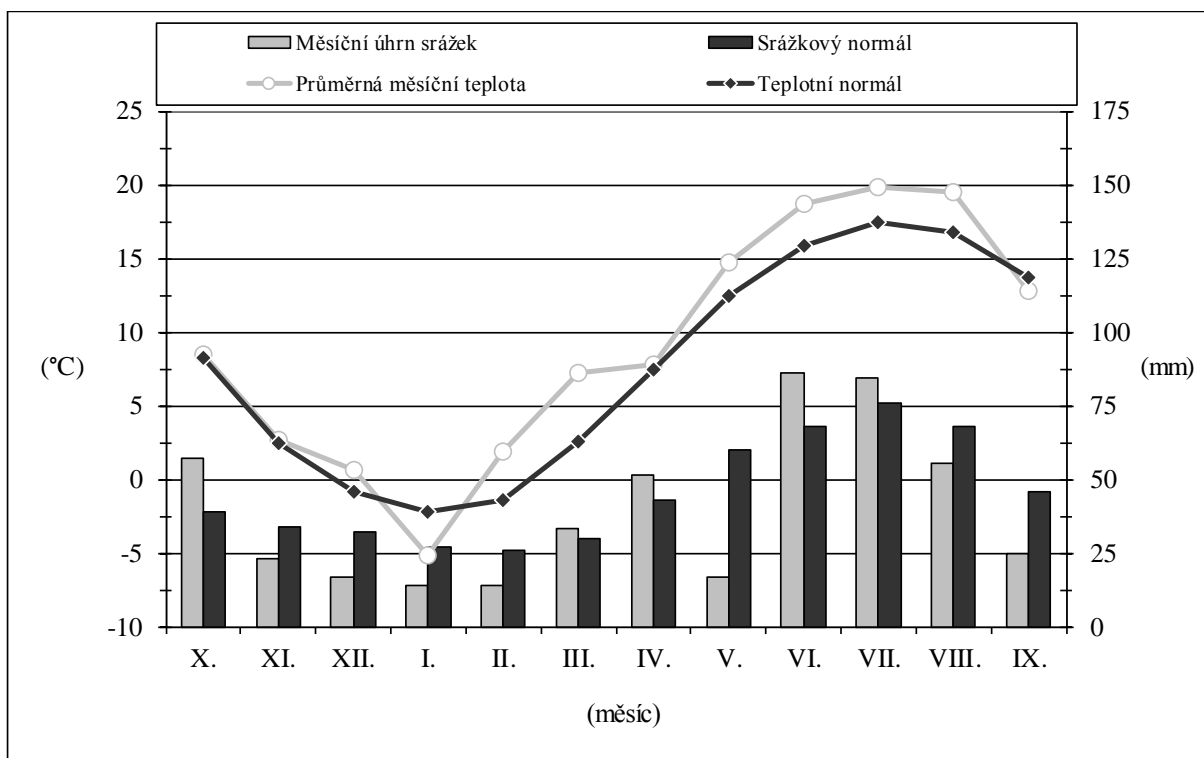
Graf 2 Agrometeorologický rok 2015/2016



Tabulka 7 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 3 Agrometeorologický rok 2016/2017



4.4 Charakteristika odrůdy Gellert

Odrůda Gellert je hybridní diploidní odrůda s tolerancí k rizománii. Z hlediska cukernatosti se jedná o NC typ, vhodný k rané sklizni. Odrůda Gellert je odolná proti vybíhání do květu, méně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí. Uspokojivé výkony produkce jsou dosahovány díky vysoké digesci a výtěžnosti.

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

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

4.5 Charakteristika použitých biologicky aktivních látek

4.5.1 TS Impuls

Přípravek TS Impuls podporuje růst mladých polních plodin, lesních kultur a speciálních plodin. Pozitivně podporuje vývoj hlavního kořene a tvorbu kořenového vlášení, což zvyšuje příjem vody a živin. TS Impuls napomáhá k regeneraci porostů poškozených chemickými, biologickými či mechanickými vlivy. Regeneruje rostlinná pletiva, efektivně zvyšuje výkonost fotosyntézy a napomáhá rostlinám přizpůsobit se stresovým vlivům. Zvyšuje odolnost proti biotickým a abiotickým stresům. Přípravek po aplikaci zvyšuje toleranci k chorobám, napomáhá vyrovnat se s chladem, suchem, zasolením či zamokřením.

Přípravek je vhodný využít v porostech jarního ječmene, pšenice ozimé, řepky a máku. Doporučené dávkování pro mladé rostliny je stanoveno v dávce $0,3 - 0,6 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, zpravidla však $0,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Pro podporu regenerace po poškození porostu je doporučená dávka stanovena ve všech vývojových fázích $0,5 - 0,7 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Tabulka 8 Chemické a fyzikální vlastnosti TS Impuls

Sušina	Min. 20 %
Spalitelné látky v sušině	Min. 50 %
Huminové látky a jejich soli	Min. 12,5 %
Mo	0,75 %
Cu	0,25 %
B	0,2 %
Hodnota pH	8 – 10

Přípravek dále obsahuje adaptogeny, směs syntetických auxinů, které napomáhají k tvorbě kořenové soustavy, nasazování květů a postranních větví, dále výtažky z mořských řas a látky se smáčivým efektem.

4.5.2 TS Licit

Přípravek TS Licit je určený především k podpoře růstu širokolistých plodin a plodin v období intenzivního hlavního růstu. Přípravek obsahuje huminové látky, aminokyseliny, mořské řasy a látky na bázi cytokininů, které podporují intenzivní nárůst zelené biomasy rostliny. Adaptogenní látky napomáhají omezit negativní projevy vnějšího prostředí na porost, a to zejména sucha. Přípravek pozitivně zvyšuje obsah chlorofylu, výkon fotosyntézy a urychluje metabolismus dané rostliny. Současně podporuje zvětšení rostlinných buněk, zpevnění buněčných stěn a zpomaluje stárnutí a odumírání jednotlivých listů. Přípravek je vhodný použít v porostu cukrovky, kukuřice či slunečnice. Doporučené dávkování je stanoveno v období hlavního růstu v závislosti na skutečném stavu porostu v dávce 0,4 – 0,6 l.ha⁻¹, zpravidla však 0,5 l.ha⁻¹.

Tabulka 9 Chemické a fyzikální vlastnosti TS Licit

Sušina	Min. 24 %
Spalitelné látky v sušině	Min. 50 %
Huminové látky a jejich soli	Min. 10 %
Aminokyseliny	Min. 5 %
Hodnota pH	7,5 – 9,5

Dále tento přípravek obsahuje Mo, B, výtažek z mořských řas, látky zvyšující hustotu chlorofylu a adaptogeny.

4.5.3 TS Sentinel

TS Sentinel je přípravek se silnou protistresovou ochranou. Lze jej použít pro podporu vývoje polních plodin a lesních kultur během celé vegetace. Přípravek obsahuje vysoké

množství aminokyselin, které rostlinám slouží jako hlavní zdroj základních stavebních látek. Antistresové látky společně s výtažky z mořských řas napomáhají eliminovat negativní vlivy způsobené vnějším prostředím, především přisušky a nevyrovnané výkyvy teplot. Také napomáhá ke zlepšení výkonu fotosyntézy či účinně zlepšuje průnik živin a účinných látek membránami do rostlin. Účinek se také projevil v oblasti lepšího příjmu živin a vláhy, což pozitivně podporuje celý růst rostliny. Přípravek je vhodný aplikovat především do porostu pšenice, cukrovky a řepky v doporučené dávce, v závislosti na stavu a hustotě porostu, obvykle 0,25 l.ha⁻¹.

Tabulka 10 Chemické a fyzikální vlastnosti TS Sentinel

Sušina	Min. 30 %
Spalitelné látky v sušině	Min. 50 %
Aminokyseliny	Min. 25 %
Hodnota pH	7 – 9

Přípravek obsahuje také výtažky z mořských řas, B, Mo, Fe v chelátové formě, Zn, Mn, Cu ve formě síranů, N a S vázané v aminokyselinách a adaptogenní látky.

4.6 Statistické 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 vícefaktorová analýza či jednofaktorová rozptylu (Multifactor Analysis of Variance, 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_{omin} , která vyjadřuje minimální průkaznou diferenci mezi hodnocenými variantami.

5 Výsledky

Výsledky tří použitých přípravků a jejich hodnocení na základě definovaných ukazatelů vycházejí ze tří pokusných let - 2015, 2016 a 2017. Výnosové ukazatele společně s kvalitativními byly hodnoceny ve třech opakováních. Zpracované výsledky hodnotí nejen průměr jednotlivých ukazatelů během tří let, ale také hodnotí data vztahující se konkrétně k jednotlivým ročníkům. K relativnímu zhodnocení bylo využito procentuální zhodnocení, které porovnává dosažené výsledky z konkrétních let společně s kontrolní variantou. Na závěr byla vyhodnocena ekonomická efektivnost použitých přípravků.

5.1 Hodnocení výnosových ukazatelů cukrové řepy

5.1.1 Výnos bulev cukrové řepy

Výnos bulev cukrové řepy je prezentován v tabulce č. 11 a graficky znázorněn v grafu č. 4.

Průměrné výsledky výnosu bulev za sledované období 2015 – 2017 se u jednotlivých variant pohybovaly v rozmezí 69,39 – 72,38 t.ha⁻¹. Porost ošetřený přípravkem TS Sentinel za sledované tříleté období v průměru dosáhl nejvyššího výnosu, a to 72,38 t.ha⁻¹, tj. nárůst o 4,31 % vůči kontrolní variantě. Nejnižší průměrná hodnota 69,39 t.ha⁻¹ byla zaznamenána u kontrolní varianty.

Celkově nejvyšší výnos bulev za analyzované období 2015 - 2017 byl dosažen v roce 2016. Nejvyšší výnos (88,99 t.ha⁻¹) byl zaznamenán u varianty č. 2 TS Impuls. Nejnižší výnosy byly ze všech sledovaných let dosaženy v roce 2015. Tento negativní fakt byl pravděpodobně způsoben nevhodnými vláhovými podmínkami. Sledovaný rok byl výrazně ovlivněn srážkovým deficitem a mimořádně vysokými teplotami. Celkově nejnižší hodnota byla zaznamenána u kontrolní varianty, a to pouhých 47,80 t.ha⁻¹. Z tabulky lze konstatovat, že kontrolní varianty každoročně vykazovaly nejnižší výnosy bulev.

V roce 2015 se výnosy bulev pohybovaly v intervalu 47,80 až 52,73 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos 52,73 t.ha⁻¹ byl zaznamenán u varianty č. 4 TS Sentinel, tj. navýšení o 10,32 % ve srovnání s kontrolní variantou. Nejnižší výnos byl naměřen u kontrolní varianty ve výši 47,80 t.ha⁻¹.

V roce 2016 byly naměřeny celkově nejvyšší výnosy bulev v intervalu 84,76 až 88,99 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos v tomto roce byl stanoven u varianty č. 2 TS Impuls, a to 88,99 t.ha⁻¹, což je o necelých 5 % vyšší výnos než u kontrolní varianty. Nejnižší výnos byl stanoven u kontrolní varianty (84,76 t.ha⁻¹).

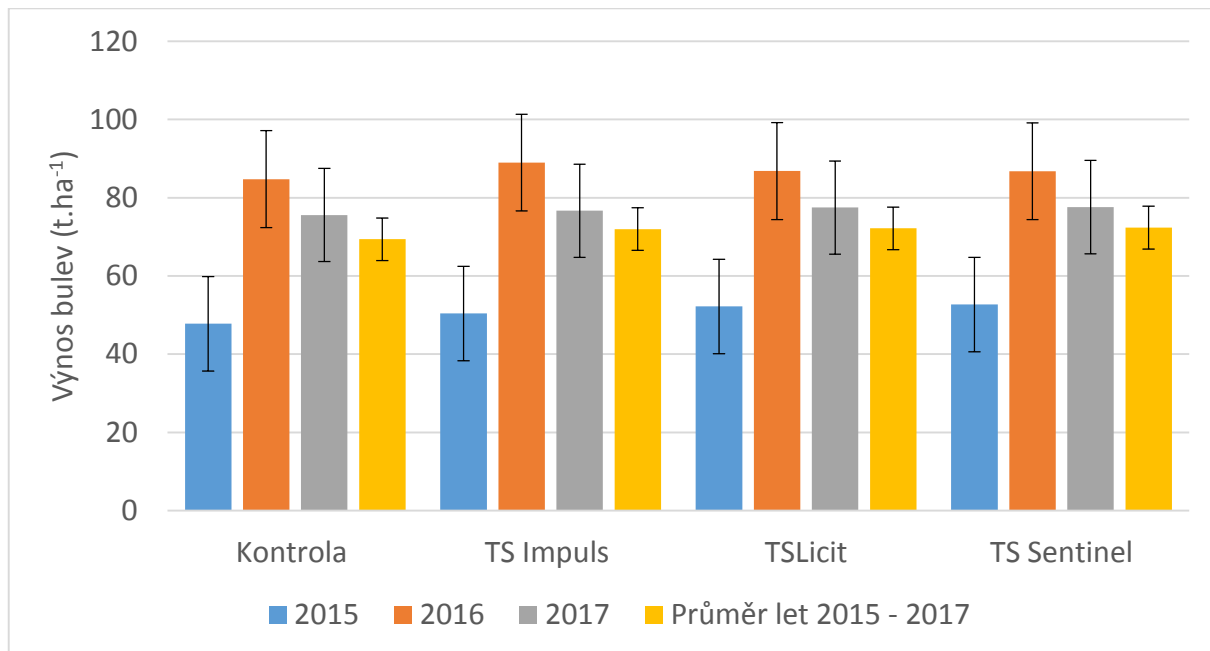
V roce 2017 se výnosy bulev pohybovaly nad hranicí 75 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos byl dosažen u varianty č. 4 TS Sentinel ve výši 77,61 t.ha⁻¹, tj. navýšení oproti kontrolní variantě o 2,66 %. Nejnižší výnos byl naměřen u kontrolní varianty (75,60 t.ha⁻¹).

Analýzou rozptylu nebyl zjištěn mezi sledovanými variantami statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 11 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bulev (t.ha⁻¹)

	2015		2016		2017		Průměr let 2015 - 2017	
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%
1. Kontrola	47,80 a	100,00	84,76 a	100,00	75,60 a	100,00	69,39 a	100,00
2. TS Impuls	50,36 a	105,34	88,99 a	104,99	76,67 a	101,41	72,00 a	103,77
3. TS Licit	52,20 a	109,21	86,82 a	102,43	77,49 a	102,49	72,17 a	104,01
4. TS Sentinel	52,73 a	110,32	86,79 a	102,39	77,61 a	102,66	72,38 a	104,31
F-test	0,79		0,4		0,12		0,98	
p (α)	0,5559		0,7581		0,9429		0,4139	
d _{amin.}	12,0719		12,3822		11,9139		5,45794	

Graf 4 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bulev (t.ha⁻¹)



5.1.2 Výnos chrástu cukrové řepy

Tabulka č. 12 společně s grafem č. 5 charakterizují výnos chrástu cukrové řepy.

Za tříleté období 2015 - 2017 u sledovaných variant dosahovaly průměrné výnosy chrástu hodnot 27,13 až 31,74 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos chrástu byl dosažen u varianty č. 3 TS Licit s výnosem 31,74 t.ha⁻¹, tj. navýšení oproti kontrolní variantě o 7,48 %. Nejnižší výnos byl dosažen u varianty č. 2 TS Impuls, a to 27,13 t.ha⁻¹.

Celkově nejvyšší výnos chrástu za analyzované období 2015 - 2017 byl naměřen v roce 2017. Hodnoty v tomto roce se pohybovaly v rozmezí 35,50 až 44,33 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos 44,33 t.ha⁻¹ byl dosažen u varianty č. 3 TS Licit. Výnosy z roku 2017 byly oproti roku 2015 převýšeny ve všech sledovaných variantách minimálně dvakrát. Jak již bylo zmíněno, rok 2015 byl z hlediska srážek podnormální, v některých měsících až silně podnormální. Je tedy zřejmé, že nejnižších výnosů bylo dosaženo právě v roce 2015.

Rok 2015 byl velice suchý a teplotně nadprůměrný, a to především v letních měsících. Tento vláhový deficit se výrazně promítl na výnosu chrástu daného roku ve všech variantách. Výnosy se pohybovaly v rozmezí 18,37 až 20,08 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos chrástu (20,08 t.ha⁻¹) byl naměřen u varianty č. 2 TS Impuls. Nejnižší výnos byl dosažen u varianty č. 4 TS Sentinel, a to 18,37 t.ha⁻¹, tj. o 7,94 % méně než u kontrolní varianty. Výnosy u jednotlivých variant byly celkově nižší než tříleté průměry.

Rok 2016 byl z hlediska výnosnosti chrástu příznivější než rok 2015. Hodnoty výnosu se pohybovaly v intervalu 25,79 až 31,54 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos byl dosažen u varianty č. 3 TS Licit, u které bylo dosaženo 31,54 t.ha⁻¹, tj. o 5,87 % vyšší výnos než u kontrolní varianty. Naopak nejnižší výnos byl zaznamenán u varianty č. 2 TS Impuls, který dosáhl 25,79 t.ha⁻¹, tj. pokles o 13,43 % vůči kontrolní variantě.

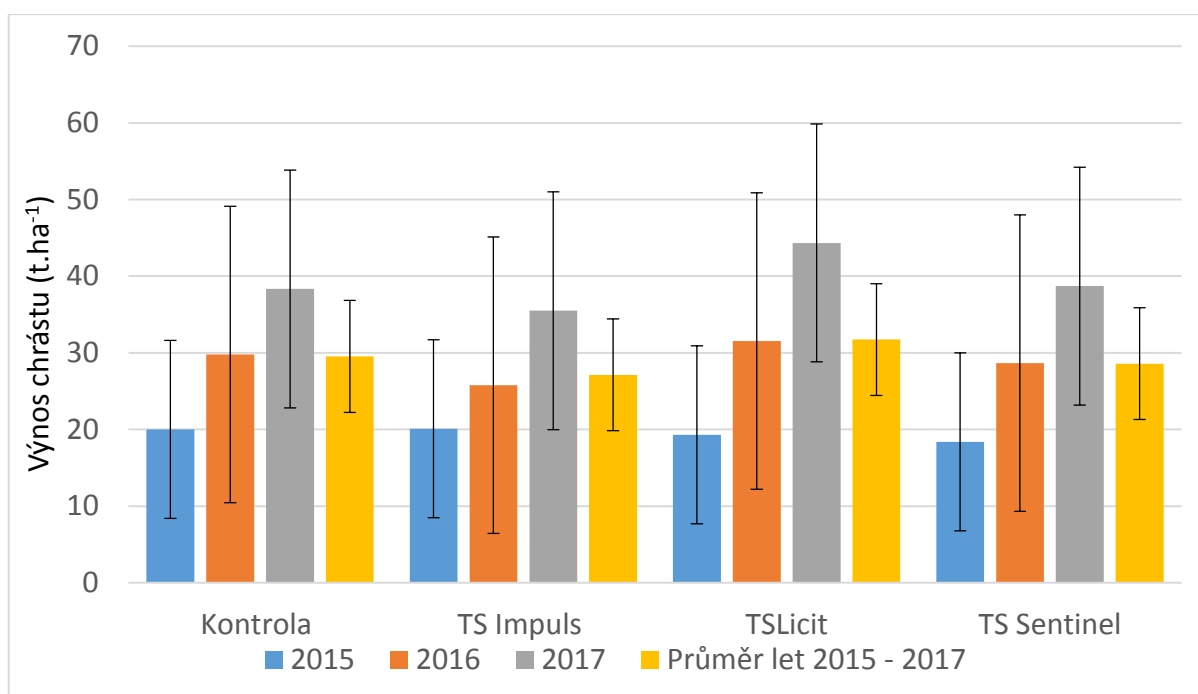
V roce 2017 bylo dosaženo celkově nejvyšších výnosů chrástu. Výnosy se pohybovaly v rozmezí 35,50 až 44,33 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos (44,33 t.ha⁻¹) byl zaznamenán u varianty č. 3 TS Licit, což je o 14,16 % vyšší výnos, než byl dosažen u kontrolní varianty. Nejnižší výnos chrástu poskytla varianta č. 2 TS Impuls, a to v hodnotě 35,50 t.ha⁻¹, tj. pokles vůči kontrolní variantě o 8,58 %.

Analýzou rozptylu nebyl zjištěn mezi sledovanými variantami statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 12 Vliv biologicky aktivních látek na výnos chrástu (t.ha⁻¹)

	2015		2016		2017		Průměr let 2015 - 2017	
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%
1. Kontrola	19,95 a	100,00	29,79 a	100,00	38,83 a	100,00	29,53 a	100,00
2. TS Impuls	20,08 a	100,62	25,79 a	86,57	35,50 a	91,42	27,13 a	91,87
3. TS Licit	19,33 a	96,86	31,54 a	105,87	44,33 a	114,16	31,74 a	107,48
4. TS Sentinel	18,37 a	92,06	28,67 a	96,24	38,71 a	99,69	28,58 a	96,78
F-test	0,27		0,32		1,14		1,04	
p (α)	0,8899		0,8115		0,3884		0,3891	
d _{amin.}	11,6109		19,3422		15,5195		7,29307	

Graf 5 Vliv biologicky aktivních látek na výnos chrástu (t.ha⁻¹)



5.1.3 Výnos polarizačního cukru cukrové řepy

Informace vztahující se k výnosu polarizačního cukru jsou prezentovány v tabulce č. 13 a graficky znázorněny v grafu č. 6.

Výnos polarizačního cukru se počítá podle obecného vzorce, který je dán jako: $\text{výnos} = \text{bulev} \times \text{cukernatost} / 100$. Je tedy zřejmé, že celkový výnos polarizačního cukru se odvíjí od výnosu bulev a jejich dosažené cukernatosti.

Za tříleté období se průměrné výnosy pohybovaly v rozmezí 13,62 až 14,22 t.ha⁻¹, přičemž varianty č. 2, 3 a 4 dosahovaly téměř shodných průměrných výnosů, a to okolo

14,2 t.ha⁻¹. Varianta č. 2 TS Impuls se projevila jako nejvýnosnější, kdy dosáhla průměrného výnosu 14,22 t.ha⁻¹. Současně tato varianta dosáhla navýšení oproti kontrolní variantě o 4,41 %. Naopak nejnižší průměrný výnos polarizačního cukru (13,62 t.ha⁻¹) za tříleté období byl stanoven u kontrolní varianty. Obecně ve všech sledovaných letech kontrolní varianty dosáhly nejnižšího výnosu polarizačního cukru ze všech hodnocených variant.

Celkově nejvyšší výnos polarizačního cukru za hodnocené období 2015 – 2017 byl dosažen v roce 2016. Varianta č. 2 TS Impuls dosáhla u tohoto výnosového ukazatele výnos 17,49 t.ha⁻¹ a oproti kontrolní variantě se navýšil výnos o 4,48 %. Naopak nejnižší výnosy polarizačního cukru byly celkově dosaženy v roce 2015. V tomto roce byl zaznamenán nejhorší výsledek u kontrolní varianty ve výši 9,23 t.ha⁻¹.

Rok 2015 byl velice suchý a teplotně nadprůměrný především v letních měsících. Tento negativní vliv se výrazně promítl na celkovém výnosu daného roku ve všech variantách. Výnosy se pohybovaly okolo 10 t.ha⁻¹, přesněji v rozpětí 9,23 až 10,13 t.ha⁻¹, což byly nejnižší výnosy ze všech sledovaných let. Nejvyšší výnos byl naměřen u varianty č. 4 TS Sentinel, který dosáhl 10,13 t.ha⁻¹, tj. navýšení oproti kontrolní variantě o 9,75 %. Nejnižší výnos 9,23 t.ha⁻¹ byl zaznamenán u kontrolní varianty.

Z hlediska výnosu polarizačního cukru se rok 2016 projevil jako nejvýnosnější. Výnosy v tomto roce se pohybovaly v rozmezí 16,74 až 17,49 t.ha⁻¹. Nejlépe se projevila varianta č. 2 TS Impuls, která dosáhla výnosu 17,49 t.ha⁻¹, a tím došlo k navýšení o 4,48 % oproti kontrolní variantě. Nejnižší výnos 16,74 t.ha⁻¹ byl naměřen u kontrolní varianty.

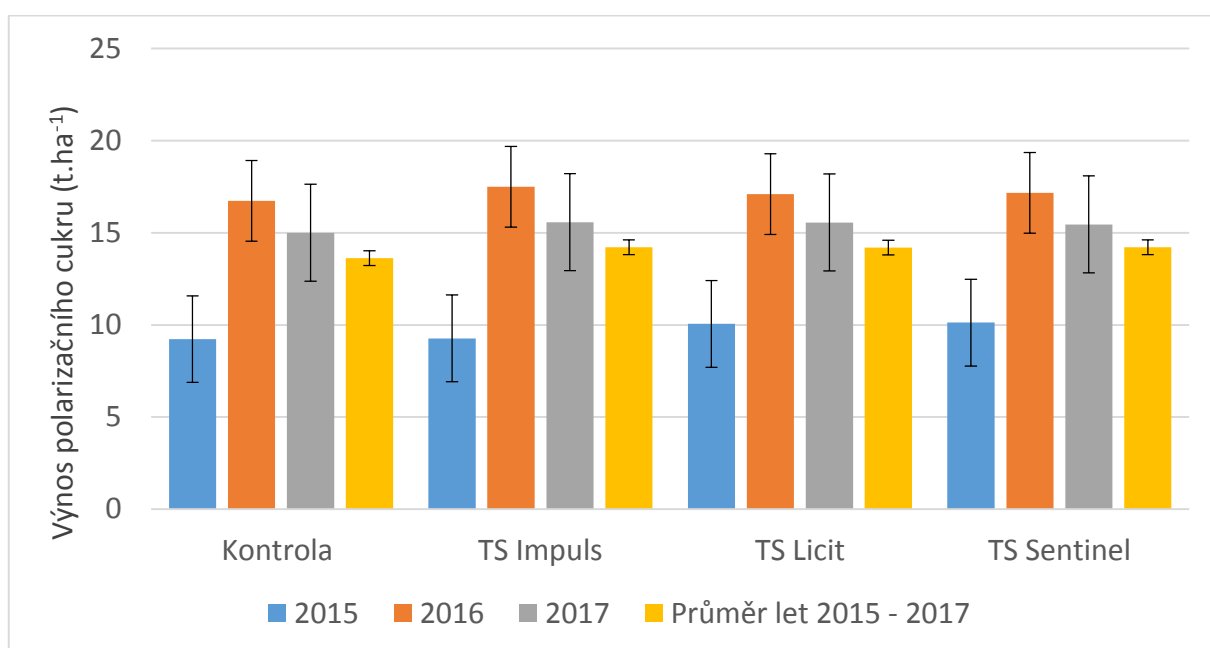
V roce 2017 polarizační cukr dosahoval výnosy v rozmezí 15,00 až 15,57 t.ha⁻¹. Nejlépe se projevila varianta č. 2 TS Impuls s výnosem 15,57 t.ha⁻¹, tj. o 3,76 % navýšení oproti kontrolní variantě. Nejnižší výnos 15,00 t.ha⁻¹ byl dosažen u kontrolní varianty.

Analýzou rozptylu nebyl zjištěn mezi sledovanými variantami statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 13 Vliv biologicky aktivních látek na výnos polarizačního cukru (t.ha⁻¹)

	2015		2016		2017		Průměr let 2015 - 2017	
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%
1. Kontrola	9,23 a	100,00	16,74 a	100,00	15,00 a	100,00	13,62 a	100,00
2. TS Impuls	9,72 a	105,31	17,49 a	104,48	15,57 a	103,76	14,22 a	104,41
3. TS Licit	10,06 a	108,99	17,09 a	102,09	15,56 a	103,73	14,20 a	104,25
4. TS Sentinel	10,13 a	109,75	17,17 a	102,57	15,45 a	102,99	14,21 a	104,33
F-test	0,83		0,42		0,21		0,2	
p (α)	0,5345		0,7429		0,8877		0,8966	
d _{amin.}	2,35178		2,1882		2,63173		0,40156	

Graf 6 Vliv biologicky aktivních látek na výnos polarizačního cukru (t.ha⁻¹)



5.1.4 Výnos bílého cukru cukrové řepy

Tabulka č. 14 a graf č. 7 prezentují data vztahující se k výnosu bílého cukru. Výnos bílého cukru patří k základním výnosotvorným ukazatelům cukrové řepy. Tento ukazatel je vypočítávám podle obecného vzorce, který je definován jako: $\text{výnos} \text{bulev} \times \text{teoretická výtěžnost} / 100$.

Průměrné výsledky výnosů za sledované tříleté období dosáhly hodnoty od 12,52 do 13,05 t.ha⁻¹. Výnos 13,05 t.ha⁻¹ byl dosažen u dvou hodnocených variant, konkrétně se jednalo o varianty č. 2 TS Impuls a č. 3 TS Licit. Obě varianty dosáhly navýšení vůči kontrolní variantě o 4,23 %. Nejnižší výnos byl zaznamenán u kontrolní varianty, který činil 12,52 t.ha⁻¹.

Celkově nejvyšší výnos za hodnocené období 2015 - 2017 byl dosažen v roce 2016 a byl naměřen u varianty č. 2 TS Impuls (16,15 t.ha⁻¹). Oproti kontrolní variantě byl výnos navýšen o 4,26 %. Nejnižší celkový výnos 8,48 t.ha⁻¹ byl zaznamenán v roce 2015 u kontrolní varianty.

V roce 2015 se výnos bílého cukru pohyboval v rozmezí 8,48 až 9,31 t.ha⁻¹. V tomto roce se nejlépe projevila varianta č. 4 TS Sentinel, která dosáhla výnos 9,31 t.ha⁻¹. V porovnání s kontrolní variantou varianta č. 4 TS Sentinel navýšila výnos o 9,79 %, což je vůbec nejvyšší dosažené navýšení vůči kontrolní variantě mezi sledovanými variantami za celé tříleté období. Naopak nejnižší hodnota byla dosažena u kontrolní varianty, a to 8,48 t.ha⁻¹. Výnosy bílého cukru u kontrolních variant každoročně vykazovaly nejnižší výnosy.

Výnosy bílého cukru se v roce 2016 pohybovaly v rozmezí 15,49 až 16,15 t.ha⁻¹. Celkově lze konstatovat, že v roce 2016 byly dosaženy nejvyšší výnosy za tříleté období. Nejvyšší výnos byl naměřen u varianty č. 2 TS Impuls, a to ve výši 16,15 t.ha⁻¹. Nejnižší výnos byl zjištěn u kontrolní varianty, u které dosáhl výnos bílého cukru 15,49 t.ha⁻¹.

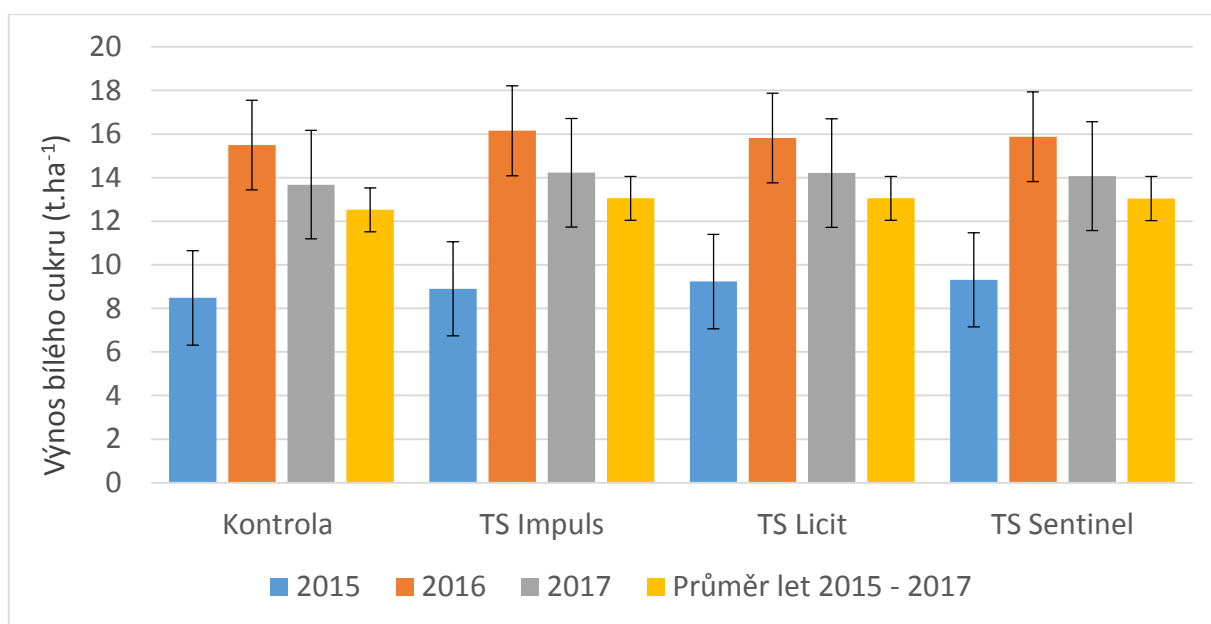
Výsledky z roku 2017 vykazují vyšší výnosy v porovnání s výsledky získanými v roce 2015. Výnosy bílého cukru se pohybovaly v rozmezí 13,68 až 14,23 t.ha⁻¹. Nejlepší výnos 14,23 t.ha⁻¹ byl naměřen u varianty č. 2 TS Impuls, tj. navýšení o 4,02 % oproti kontrolní variantě. Nejhorší varianta v tomto sledovaném roce byla kontrolní varianta s výnosem 13,68 t.ha⁻¹.

Z tabulky lze jednoznačně konstatovat, že analýzou rozptylu nebyl zjištěn mezi sledovanými variantami statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 14 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bílého cukru (t.ha⁻¹)

	2015		2016		2017		Průměr let 2015 - 2017	
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%
1. Kontrola	8,48 a	100,00	15,49 a	100,00	13,68 a	100,00	12,52 a	100,00
2. TS Impuls	8,90 a	104,95	16,15 a	104,26	14,23 a	104,02	13,05 a	104,23
3. TS Licit	9,23 a	108,84	15,82 a	102,13	14,21 a	103,87	13,05 a	104,23
4. TS Sentinel	9,31 a	109,79	15,88 a	102,52	14,07 a	102,85	13,04 a	104,15
F-test	0,84		0,36		0,21		1,05	
p (α)	0,5314		0,7821		0,8861		0,3847	
d _{amin.}	2,16417		2,05834		2,4916		1,0079	

Graf 7 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bílého cukru (t.ha⁻¹)



5.1.5 Výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost cukrové řepy

Výsledky týkající se výnosu bulev přepočtený na 16% cukernatost jsou uvedeny v tabulce č. 15 a graficky znázorněny v grafu č. 8. Tento výnosotvorný ukazatel je stanoven na základě obecného vzorce, který je definován jako: $[\text{výnos bulev} \times (\text{cukernatost} - 2,7) / 13,3]$. Celkový výsledek je ovlivněn konečným výnosem cukrové řepy a její dosaženou cukernatostí.

V průměru sledovaných let 2015 – 2017 se výnosy pohybovaly v rozmezí 88,34 až 92,33 t.ha⁻¹. Ovšem varianty 2 až 4 z hlediska tříletého průměru dosáhly téměř shodných výnosů, a to okolo 92 t.ha⁻¹. Oproti kontrolní variantě, která dosahovala nejnižší výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost, mají vyšší výnos o více než 4 %.

Nejvyšších výnosů bulev přepočtených na 16% cukernatost bylo za tříleté období 2015 - 2017 dosaženo ve všech variantách v roce 2016. Konkrétně varianta č. 2 TS Impuls dosáhla celkově nejvyššího výnosu 113,47 t.ha⁻¹ za sledované období a oproti kontrolní variantě byl navýšen výnos o 4,45 %. Celkově nejnižší výnos byl pak naměřen v roce 2015 u varianty kontrolní. Kontrolní varianty ve všech letech dosahovaly nejnižší výnosy.

V roce 2015 byly naměřeny nejmenší výnosy bulev přepočtené na 16% cukernatost. Obecně v tomto roce nepanovaly příznivé podmínky pro pěstování polních plodin z důvodu vysokých teplot a nedostatku vláhy, a to především v letních měsících. To nepříznivě ovlivnilo výnos a celkově tento hodnocený ukazatel. Výnosy se pohybovaly v rozmezí 59,70 až 65,50 t.ha⁻¹. V porovnání s rokem 2016 byly výnosy nižší skoro o polovinu. Nejvyšší výnos 65,50 t.ha⁻¹ byl dosažen u varianty č. 4 TS Sentinel. U této varianty došlo k nejvyššímu

procentnímu navýšení ze všech možných variant za celé sledované období vůči kontrolní variantě, a to o 9,72 %.

Rok 2016 poskytl výnosy bulev přepočtené na 16% cukernatost v rozmezí 108,64 až 113,47 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos 113,47 t.ha⁻¹ byl zaznamenán u varianty č. 2 TS Impuls, tj. navýšení oproti kontrolní variantě o 4,45 %. Naopak nejnižší výnos ve výši 108,64 t.ha⁻¹ zaznamenala kontrolní varianta.

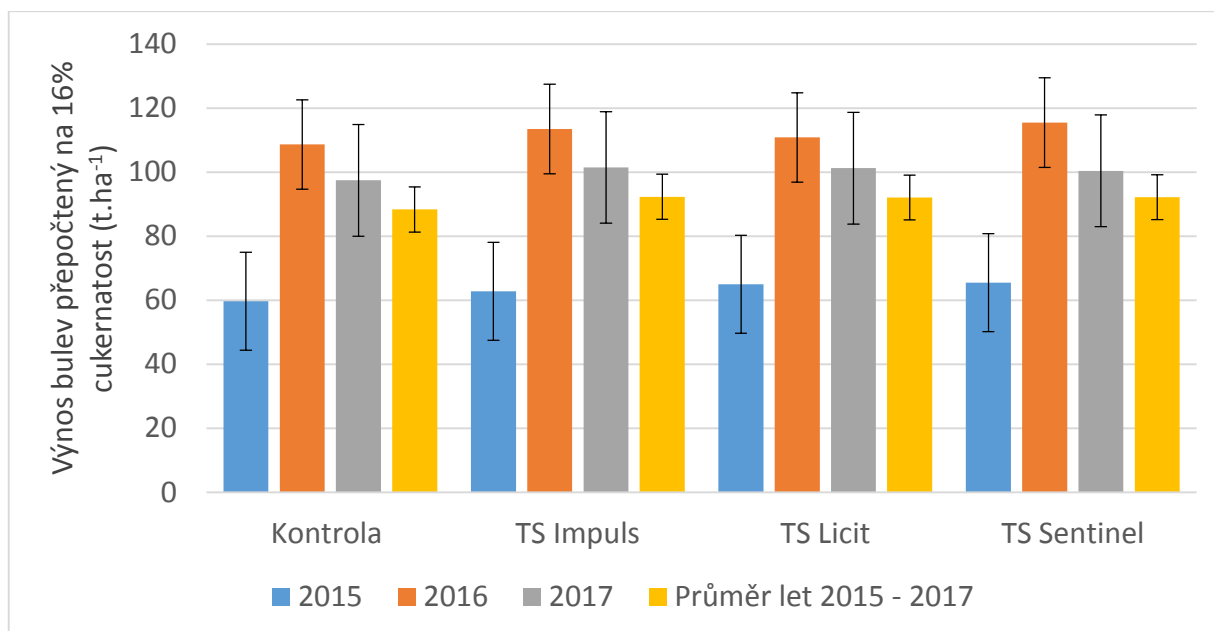
V roce 2017, vyjma kontrolní varianty, byl ve všech variantách dosažen výnos vyšší než 100 t.ha⁻¹, konkrétně 100,43 až 101,49 t.ha⁻¹. Nejlépe z hodnocených variant dopadla varianta č. 2 TS Impuls, která dosáhla výnosu 101,49 t.ha⁻¹ a oproti kontrolní variantě navýšila výnos o 4,14 %.

Z tabulky lze jednoznačně konstatovat, že analýzou rozptylu nebyl zjištěn mezi sledovanými variantami statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 15 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost (t.ha⁻¹)

	2015		2016		2017		Průměr let 2015 - 2017	
	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%	t.ha ⁻¹	%
1. Kontrola	59,70 a	100,00	108,64 a	100,00	97,46 a	100,00	88,34 a	100,00
2. TS Impuls	62,80 a	105,19	113,47 a	104,45	101,49 a	104,14	92,33 a	104,51
3. TS Licit	65,00 a	108,88	110,86 a	102,04	101,26 a	103,89	92,12 a	104,27
4. TS Sentinel	65,50 a	109,72	111,50 a	102,63	100,43 a	103,05	92,17 a	104,33
F-test	0,83		0,43		0,23		1,14	
p (α)	0,5334		0,7395		0,8739		0,3497	
d _{amin.}	15,2862		13,9675		17,4251		7,00866	

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



5.2 Hodnocení kvalitativních ukazatelů cukrové řepy

Kvalitativní parametry cukrové řepy zahrnují cukernatost, obsah α -aminodusíku, draslíku, sodíku, a teoretickou výtěžnost.

5.2.1 Cukernatost cukrové řepy

Sledované roky a varianty jsou vyhodnoceny a prezentovány v tabulce č. 16 a graficky znázorněny v grafu č. 9.

V tříletém období se průměrná cukernatost pohybovala v rozpětí 19,63 až 19,75 %. Nejvyšší cukernatost 19,75 % dosáhla varianta č. 2 TS Impuls. Tato varianta dosáhla vůči kontrolní variantě relativní navýšení o 0,62 %. Nejnižší cukernatost 19,63 % byla naměřena u kontrolní varianty.

Nejvyšší cukernatost za sledované období 2015 – 2017 byla dosažena v roce 2017 u varianty č. 2 TS. Impuls, a to 20,31 %. Vůči kontrolní variantě došlo k relativnímu navýšení o 2,32 %. Nejnižší celková cukernatost 19,22 % byla dosažena v roce 2015, konkrétně u varianty č. 4 TS Sentinel.

V roce 2015 se cukernatost pohybovala v intervalu 19,22 až 19,31 %. Nejvyšší hodnota 19,31 % byla naměřena u kontrolní varianty. Pokusné varianty tedy nevykazovaly vůči kontrolní variantě žádné procentní navýšení. Varianta č. 4 TS Sentinel dosáhla nejnižší

cukernatost s hodnotou 19,22 %, což činilo relativní pokles o 0,47 % vůči kontrolní variantě. Naměřená hodnota u této varianty byla dokonce nižší o 0,42 % rel. než celkový tříletý průměr.

V roce 2016 se hodnoty vztahující k cukernatosti pohybovaly v rozmezí 19,66 až 19,79 %. Varianta č. 4 TS Sentinel v roce 2016 dosáhla nejvyšší cukernatosti, a to 19,79 %, tj. relativní navýšení oproti kontrolní variantě o pouhých 0,2 %. Nejnižší cukernatost 19,66 % byla vyhodnocena u varianty č. 2 TS Impuls, což je o 0,46 % rel. nižší než u kontrolní varianty.

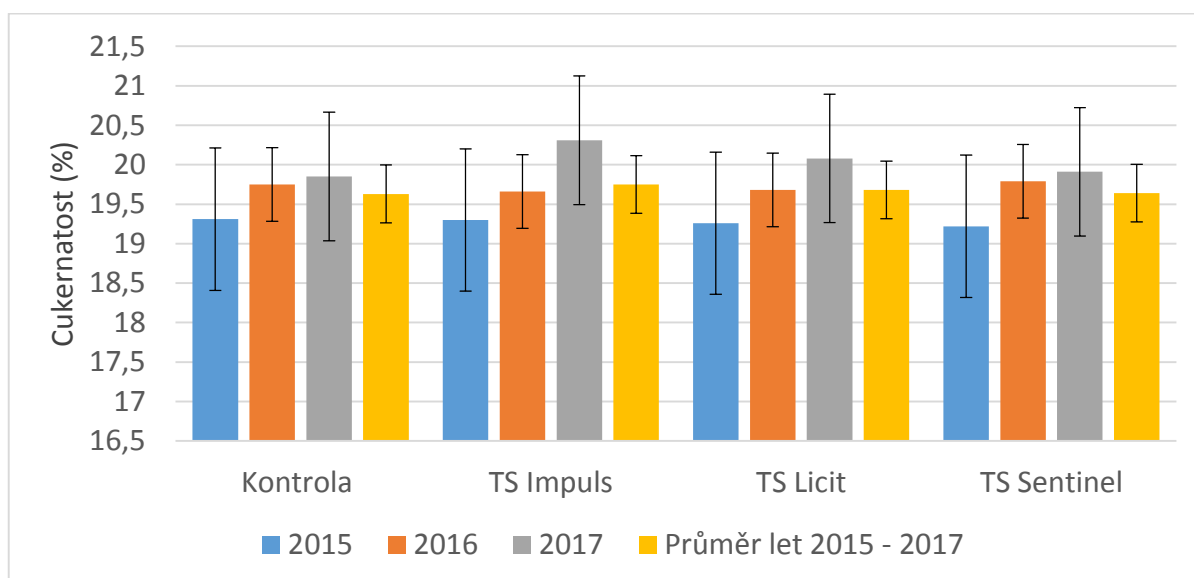
Rok 2017 dosáhl nejvyšší cukernatosti. Konkrétně varianty č. 2 a 3 dosáhly více než 20 % cukernatosti. Nejvyšší cukernatost 20,31 % byla naměřena u varianty č. 2 TS Impuls, tj. o 2,32 % rel. vyšší než u kontrolní varianty. Naopak nejnižší cukernatost byla naměřena u kontrolní varianty a činila 19,85 %.

Analýzou rozptylu nebyl zjištěn mezi sledovanými variantami statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 16 Vliv biologicky aktivních látek na cukernatost (%)

	2015		2016		2017		Průměr let 2015 - 2017	
	%	% rel.	%	% rel.	%	% rel.	%	% rel.
1. Kontrola	19,31 a	100,00	19,75 a	100,00	19,85 a	100,00	19,63 a	100,00
2. TS Impuls	19,30 a	99,95	19,66 a	99,54	20,31 a	102,32	19,75 a	100,62
3. TS Licit	19,26 a	99,74	19,68 a	99,65	20,08 a	101,16	19,68 a	100,22
4. TS Sentinel	19,22 a	99,53	19,79 a	100,20	19,91 a	100,31	19,64 a	100,02
F-test	0,31		0,32		3,31		0,35	
p (α)	0,8654		0,8133		0,3377		0,7912	
d _{amin.}	0,901031		0,466836		0,814756		0,36583	

Graf 9 Vliv biologicky aktivních látek na cukernatost (%)



5.2.2 Obsah α -aminodusíku cukrové řepy

Výsledky týkající se obsahu α -aminodusíku jsou zhodnoceny v tabulce č. 17 a graficky prezentovány v grafu č. 10.

Obsah α -aminodusíku za sledované tříleté období mezi lety 2015 – 2017 dosahoval průměrné hodnoty v rozmezí 1,63 až 1,71 mmol.100g⁻¹. Nejvyšší, ovšem nežádoucí, obsah alfa-aminodusíku byl stanoven u varianty č. 3 TS Licit, který dosahoval hodnoty 1,71 mmol.100g⁻¹, tj. nárůst o 3,01 % oproti průměrné hodnotě kontrolní varianty. Nejnižší obsah α -aminodusíku byl u varianty č. 2 TS Impuls, a to 1,63 mmol.100g⁻¹. Tato varianta vykazovala o 1,81 % nižší obsah než kontrolní varianta.

Celkově nejvyšší obsah α -aminodusíku za sledované tříleté období byl dosažen v roce 2017. Varianta č. 3 TS Licit dosahovala v roce 2017 nejvyššího obsahu α -aminodusíku, a to 2,4 mmol.100g⁻¹. Naopak celkově nejnižší obsah α -aminodusíku 1,27 mmol.100g⁻¹ byl stanoven v roce 2016 u kontrolní varianty.

V roce 2015 se výsledky obsahu alfa-aminodusíku pohybovaly v rozmezí 1,31 až 1,42 mmol.100g⁻¹. Nejvyšší obsah 1,42 mmol.100g⁻¹ byl stanoven u varianty č. 3 TS Licit. To představuje o 5,19 % vyšší obsah, než tomu bylo u kontrolní varianty. Nejnižší obsah alfa-aminodusíku byl naměřen u varianty č. 4 TS Sentinel, která vykazovala 1,31 mmol.100g⁻¹, tj. o 2,96 % nižší obsah než u kontrolní varianty.

V roce 2016 jednotlivé varianty dosahovaly hodnot v rozpětí 1,27 až 1,41 mmol.100g⁻¹. Nejvyšší obsah α -aminodusíku 1,41 mmol.100g⁻¹ byl stanoven u varianty č. 4 TS Sentinel, tj. o 11,02 % více než u kontrolní varianty daného roku. Současně je to nejvyšší procentní navýšení vůči kontrolní variantě ze všech hodnocených variant za všechny roky. Nejnižší obsah alfa-aminodusíku byl naměřen u kontrolní varianty ve výši 1,27 mmol.100g⁻¹.

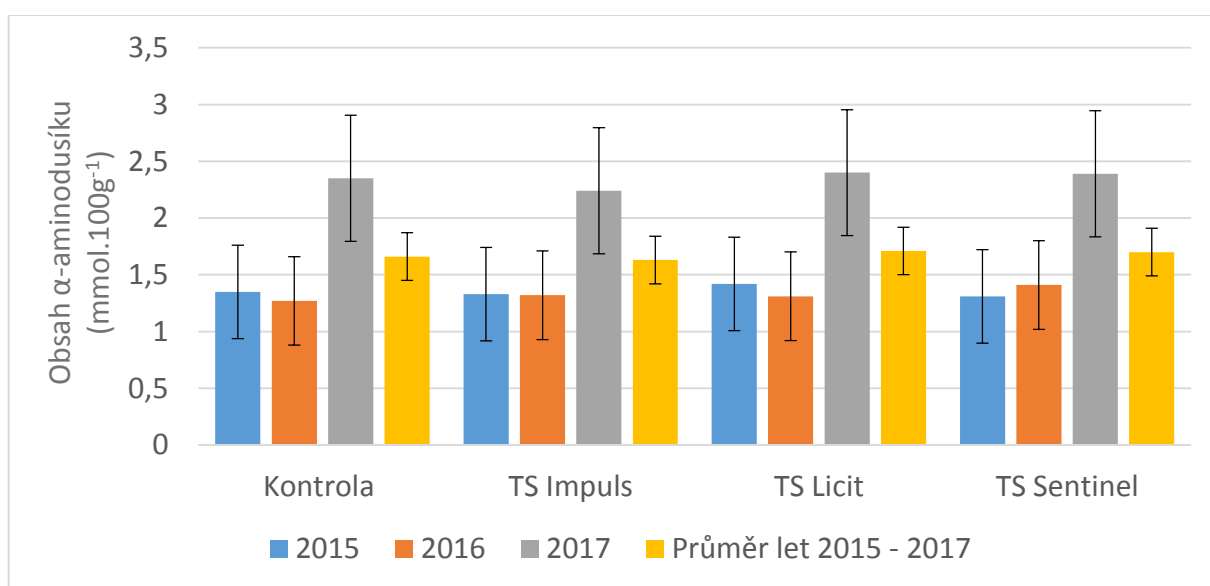
Rok 2017 vykázal nejvyšší hodnoty vztahující se k obsahu alfa-aminodusíku, což je nežádoucí. Rozpětí naměřených výsledných obsahů se pohybovalo od 2,24 do 2,40 mmol.100g⁻¹. Nejvyšší obsah 2,40 mmol.100g⁻¹ byl zjištěn u varianty č. 3 TS Licit, což je o 2,13 % vyšší obsah než u kontrolní varianty. Nejnižší obsah byl naměřen u varianty č. 2 TS Impuls ve výši 2,24 mmol.100g⁻¹, tj. pokles vůči kontrolní variantě o 4,68 %.

Z tabulky jednoznačně vyplývá, že analýzou rozptylu nebyl zjištěn mezi sledovanými variantami statisticky průkazný rozdíl v obsahu alfa-aminodusíku.

Tabulka 17 Vliv biologicky aktivních látek na obsah α -aminodusíku ($\text{mmol}\cdot 100\text{g}^{-1}$)

	2015		2016		2017		Průměr let 2015 - 2017	
	$\text{mmol}\cdot 100\text{g}^{-1}$	%	$\text{mmol}\cdot 100\text{g}^{-1}$	%	$\text{mmol}\cdot 100\text{g}^{-1}$	%	$\text{mmol}\cdot 100\text{g}^{-1}$	%
1. Kontrola	1,35 a	100,00	1,27 a	100,00	2,35 a	100,00	1,66 a	100,00
2. TS Impuls	1,33 a	98,52	1,32 a	103,94	2,24 a	95,32	1,63 a	98,19
3. TS Licit	1,42 a	105,19	1,31 a	103,15	2,40 a	102,13	1,71 a	103,01
4. TS Sentinel	1,31a	97,04	1,41 a	111,02	2,39 a	101,71	1,70 a	102,41
F-test	0,48		0,47		0,35		0,5	
p (α)	0,7475		0,7103		0,7899		0,6844	
d_{amin}	0,412028		0,390539		0,554825		0,209666	

Graf 10 Vliv biologicky aktivních látek na obsah α -aminodusíku ($\text{mmol}\cdot 100\text{g}^{-1}$)



5.2.3 Obsah draslíku cukrové řepy

Obsah draslíku cukrové řepy je zhodnocen a shrnut v tabulce č. 18 a graficky znázorněn v grafu č. 11.

Průměrný obsah draslíku u cukrové řepy za tříleté období dosahoval hodnot v rozmezí 3,05 až 3,18 $\text{mmol}\cdot 100\text{g}^{-1}$. Nejvyšší průměrný obsah byl naměřen u varianty č. 2 TS Impuls. Obsah u této varianty byl stanoven na 3,18 $\text{mmol}\cdot 100\text{g}^{-1}$, což je o 3,58 % vyšší obsah než tomu bylo u kontrolní varianty. Nejnižší obsah draslíku 3,05 $\text{mmol}\cdot 100\text{g}^{-1}$ byl naměřen u varianty č. 3 TS Licit. U této varianty došlo oproti kontrolní variantě ke snížení obsahu o 0,65 %.

Nejvyšší obsah draslíku za analyzované období 2015 – 2017 byl dosažen v roce 2017. Nejvyšší hodnota byla naměřena u varianty č. 4 TS Sentinel, a to konkrétně 3,38 $\text{mmol}\cdot 100\text{g}^{-1}$.

Celkově nejnižší hodnota byla dosažena v roce 2016. Nejnižší obsah draslíku $2,77 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ byl naměřen u varianty č. 3 TS Licit, což je oproti kontrolní variantě snížení o 1,42 %.

V roce 2015 se hodnoty obsahu draslíku jednotlivých variant pohybovaly v rozmezí 3,11 až $3,31 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Nejvyšší obsah $3,31 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ byl zaznamenán u varianty č. 2 TS Impuls, tj. o 6,43 % vyšší obsah oproti kontrolní variantě. U této varianty v tomto roce bylo naměřeno nejvyšší procentní navýšení vůči kontrolní variantě ze všech variant během jednotlivých let. Nejnižší obsah draslíku byl dosažen u kontrolní varianty, a to konkrétně $3,11 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

V roce 2016 hodnocené varianty dosáhly na obsah draslíku v rozmezí 2,77 až $2,92 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Tento rok se z hlediska obsahu draslíku u jednotlivých variant jeví jako nejhodnější. Nejvyšší hodnota byla dosažena u varianty č. 2 TS Impuls, a to $2,92 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$, což je o 3,91 % vyšší obsah než u kontrolní varianty. Nejnižší obsah draslíku $2,77 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ byl dosažen u varianty č. 3 TS Licit, což znamená pokles vůči kontrolní variantě o 1,42 %.

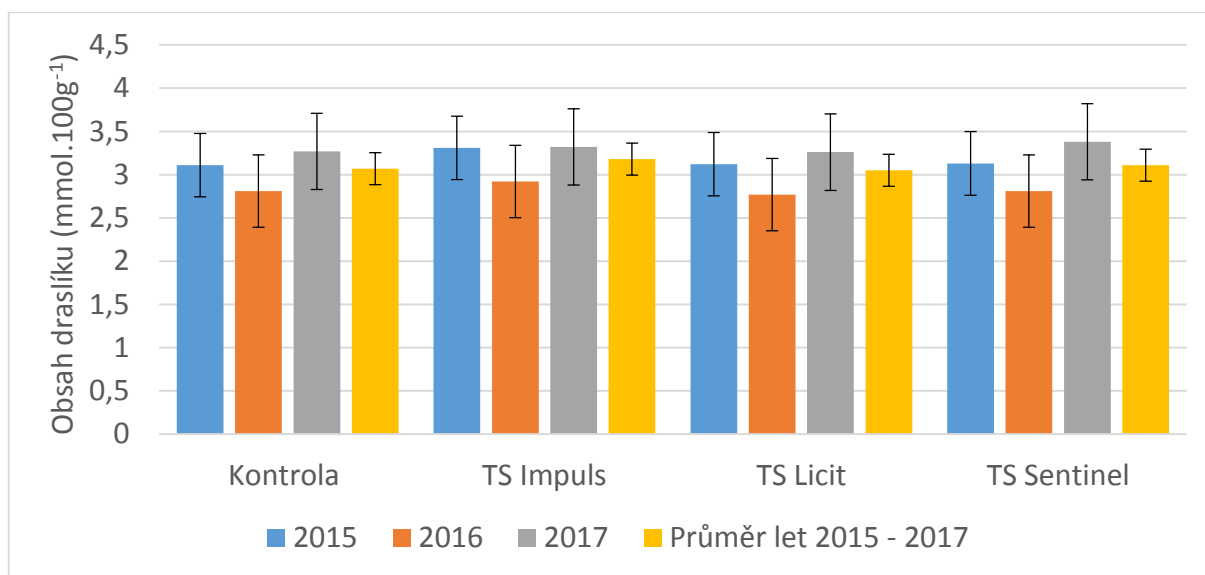
V roce 2017 se hodnoty pohybovaly v intervalu 3,26 až $3,38 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Nejvyšší obsah $3,38 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ byl stanoven u varianty č. 4 TS Sentinel, což je o 3,36 % vyšší obsah draslíku než u kontrolní varianty. Nejnižší obsah ($3,26 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$) byl naměřen u varianty č. 3 TS Licit. Tato varianta obsahovala o 0,31 % nižší zastoupení draslíku než kontrolní varianta.

Analýzou rozptylu nebyl zjištěn mezi sledovanými variantami statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 18 Vliv biologicky aktivních látek na obsah draslíku ($\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$)

	2015		2016		2017		Průměr let 2015 - 2017	
	$\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$	%	$\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$	%	$\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$	%	$\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$	%
1. Kontrola	3,11 a	100,00	2,81 a	100,00	3,27 a	100,00	3,07 a	100,00
2. TS Impuls	3,31 a	106,43	2,92 a	103,91	3,32 a	101,53	3,18 a	103,58
3. TS Licit	3,12 a	100,32	2,77 a	98,58	3,26 a	99,69	3,05 a	99,35
4. TS Sentinel	3,13 a	100,64	2,81 a	100	3,38 a	103,36	3,11 a	101,30
F-test	1,09		0,5		0,29		1,55	
p (α)	0,4135		0,694		0,8726		0,2231	
d_{amin}	0,366511		0,418545		0,440998		0,184472	

Graf 11 Vliv biologicky aktivních látek na obsah draslíku ($\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$)



5.2.4 Obsah sodíku cukrové řepy

Obsah sodíku u cukrové řepy je zhodnocen a shrnut v tabulce č. 19 a graficky znázorněn v grafu č. 11.

Obsah sodíku u cukrové řepy za tříleté období v průměru dosáhl velmi podobných hodnot, konkrétně v rozmezí $0,28$ až $0,29 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Varianty č. 1, 2 a 3 vykazovaly stejný obsah sodíku, a to $0,28 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Nejvyšší, avšak nežádoucí, průměrný obsah byl naměřen u varianty č. 4 TS Sentinel. Obsah u této varianty byl stanoven na hodnotu $0,29 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$, což činí o $2,77 \%$ vyšší obsah, než tomu bylo u kontrolní varianty.

Nejvyšší obsah sodíku za analyzované období 2015 – 2017 byl dosažen v roce 2017. Nejvyšší hodnota byla naměřena u kontrolní varianty, která činila $0,34 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Celkově nejnižší obsah $0,22 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ byl pak dosažen v roce 2015, který byl stanoven u kontrolní varianty.

V roce 2015 se hodnoty obsahu sodíku pohybovaly v rozmezí $0,22$ až $0,24 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Nejvyšší obsah $0,24 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ byl zaznamenán u varianty č. 3 TS Licit, tj. o $9,09 \%$ vyšší obsah oproti kontrolní variantě. U této varianty také bylo naměřeno nejvyšší procentní navýšení vůči kontrolní variantě ze všech variant během jednotlivých let. Nejnižší obsah sodíku byl naměřen u kontrolní varianty, a to $0,22 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

V roce 2016 jednotlivé varianty dosáhly hodnoty obsahu sodíku v rozpětí $0,27$ až $0,31 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Nejvyšší hodnota ($0,31 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$) byla naměřena u varianty č. 4 TS

Sentinel, tj. je o 6,9 % vyšší obsah oproti kontrolní variantě. Nejnižší obsah 0,27 mmol.100g⁻¹ sodíku byl dosažen u varianty č. 3 TS Licit, tj. pokles vůči kontrolní variantě o 4,66 %.

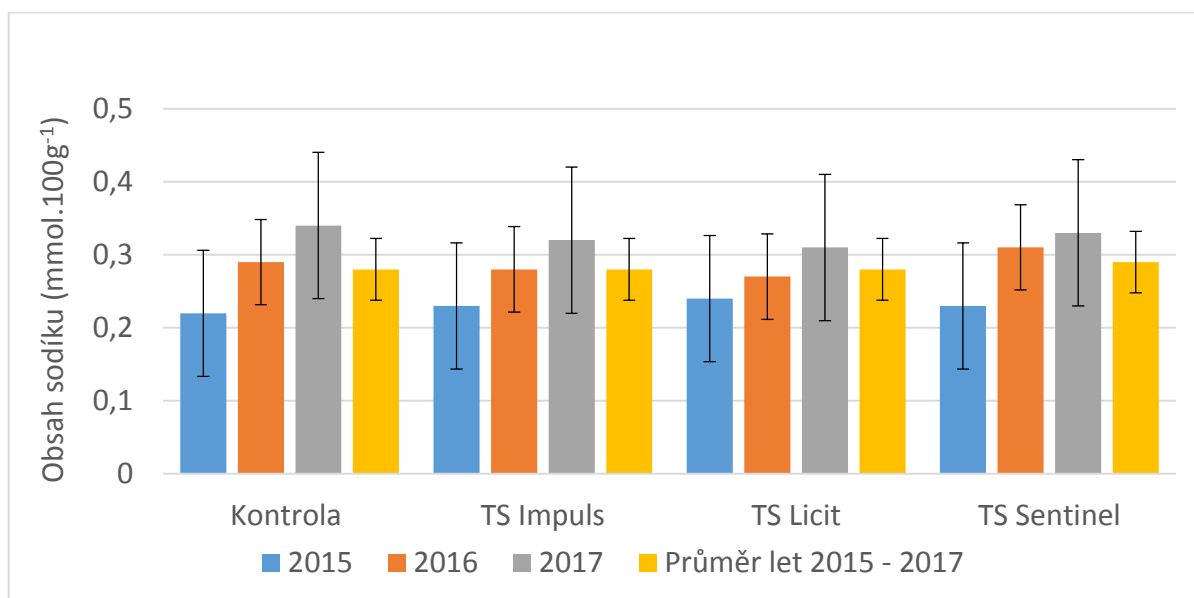
V roce 2017 byl nejnižší obsah 0,31 mmol.100g⁻¹ naměřen u varianty č. 3 TS Licit. U této varianty byl naměřen o 7,92 % nižší obsah sodíku oproti kontrolní variantě. Nejvyšší obsah byl stanoven u kontrolní varianty, a to 0,34 mmol.100g⁻¹.

Z tabulky vyplývá, že rozdíly v obsahu sodíku v jednotlivých sledovaných variantách a ročnicích nejsou statisticky průkazné.

Tabulka 19 Vliv biologicky aktivních látek na obsah sodíku (mmol.100g⁻¹)

	2015		2016		2017		Průměr let 2015 - 2017	
	mmol.100g ⁻¹	%	mmol.100g ⁻¹	%	mmol.100g ⁻¹	%	mmol.100g ⁻¹	%
1. Kontrola	0,22 a	100,00	0,29 a	100,00	0,34 a	100,00	0,28 a	100,00
2. TS Impuls	0,23 a	104,54	0,28 a	96,55	0,32 a	94,12	0,28 a	98,81
3. TS Licit	0,24 a	109,09	0,27 a	95,34	0,31 a	92,08	0,28 a	98,02
4. TS Sentinel	0,23 a	104,54	0,31 a	106,9	0,33 a	97,06	0,29 a	102,77
F-test	0,28		1,48		0,20		0,28	
p (α)	0,8839		0,2921		0,8919		0,8376	
d _{amin.}	0,0863876		0,058412		0,112928		0,042222	

Graf 12 Vliv biologicky aktivních látek na obsah sodíku (mmol.100g⁻¹)



5.2.5 Teoretická výtěžnost cukrové řepy

Teoretická výtěžnost cukru je uvedena v tabulce č. 20 a graficky vyjádřena v grafu č. 13. Tento kvalitativní parametr je vypočten podle přesně definovaného vzorce, který je dán jako:

cukernatost – $(0,343 \times K + 0,343 \times Na + 0,094 \times \alpha\text{-aminoN} + 0,29)$. Celkový výsledek uvedený v procentech je ovlivněn cukernatostí a množstvím melasotvorných látek.

Teoretická výtěžnost cukrové řepy za tříleté období v průměru dosahovala velice podobných hodnot, pohybovali se v rozpětí 18,02 až 18,12 %. Nejvyšší teoretická výtěžnost byla naměřena u varianty č. 2 TS Impuls. Výtěžnost u této varianty byla stanovena na 18,12 %, což znamená o 0,44 % rel. vyšší výtěžnost, než tomu bylo u kontrolní varianty. Naopak nejnižší teoretická výtěžnost 18,02 % byla naměřena u varianty č. 4 TS Sentinel.

Nejvyšší teoretická výtěžnost za analyzované období 2015 – 2017 byla dosažena v roce 2017. Nejvyšší hodnota byla naměřena u varianty č. 2 TS Impuls, která dosáhla 18,56 % teoretické výtěžnosti. Naopak nejnižší hodnota teoretické výtěžnosti byla dosažena v roce 2015. Ta byla stanovena u varianty č. 4 TS Sentinel a pohybovala se na úrovni 17,65 %.

V roce 2015 se hodnoty vztahující k teoretické výtěžnosti pohybovaly v intervalu 17,65 až 17,75 %. Nejvyšší výtěžnost 17,75 % byla zaznamenána u kontrolní varianty. Naopak nejnižší hodnota byla naměřena u varianty č. 4 TS Sentinel, a to 17,65 %, což činí o 0,56 % rel. nižší výtěžnost oproti kontrolní variantě.

V roce 2016 jednotlivé varianty teoretické výtěžnosti dosáhly hodnot v rozmezí 18,15 až 18,29 %. Nejvyšší hodnota 18,29 % byla naměřena u varianty č. 4 TS Sentinel, což je o 0,11 % rel. vyšší výtěžnost oproti kontrolní variantě. Nejnižší teoretická výtěžnost byla zaznamenána u varianty č. 2 TS Impuls, a to 18,15 %, což je pokles o 0,66 % rel. vůči kontrolní variantě.

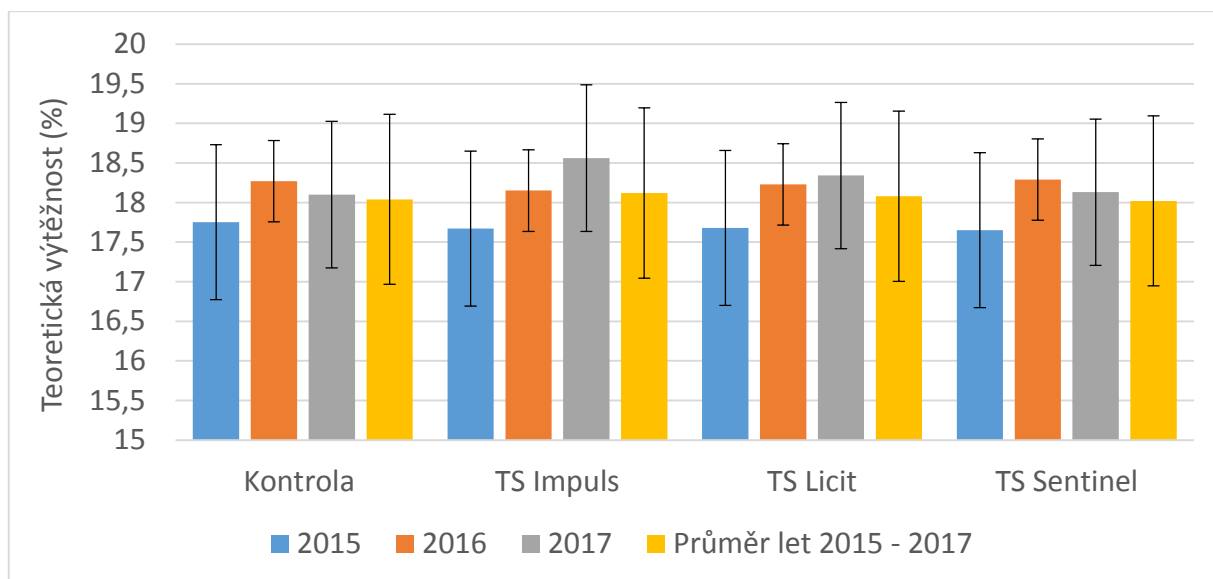
V roce 2017 analyzované varianty teoretické výtěžnosti dosahovaly rozpětí 18,10 až 18,56 %. Nejvyšší teoretická výtěžnost 18,56 % byla stanovena u varianty č. 2 TS Impuls, což je vůči kontrolní variantě o 2,54 % rel. více. Nejnižší procentní výtěžnost byla naměřena u kontrolní varianty, a to konkrétně 18,10 %.

Analýzou rozptylu nebyl zjištěn mezi sledovanými variantami statisticky průkazný rozdíl.

Tabulka 20 Vliv biologicky aktivních látek na teoretickou výtěžnost (%)

	2015		2016		2017		Průměr let 2015 - 2017	
	%	% rel.	%	% rel.	%	% rel.	%	% rel.
1. Kontrola	17,75 a	100,00	18,27 a	100,00	18,1 a	100,00	18,04 a	100,00
2. TS Impuls	17,67 a	99,55	18,15 a	99,34	18,56 a	102,54	18,12 a	100,44
3. TS Licit	17,68 a	99,61	18,23 a	99,78	18,34 a	101,32	18,08 a	100,22
4. TS Sentinel	17,65 a	99,44	18,29 a	100,11	18,13 a	100,16	18,02 a	99,89
F-test	0,29		0,31		0,12		1,13	
p (α)	0,8757		0,8188		0,3972		0,3544	
d _{amin.}	0,978127		0,513803		0,925187		1,0748	

Graf 13 Vliv biologicky aktivních látek na teoretickou výtěžnost (%)



5.3 Ekonomické zhodnocení použitých přípravků

Tabulka č. 21 prezentuje ekonomické zhodnocení použitých přípravků. Ceny přípravků vycházejí z platného ceníku firmy Trisol farm a jsou uvedeny bez DPH. Cena cukrové řepy byla stanovena dle Situační a výhledové zprávy Cukr a Cukrová řepa 2017. Pro rok 2017 nebyla doposud stanovena průměrná cena zemědělských výrobců cukrové řepy, proto pro výpočet byla využita průměrná cena za hospodářský rok 2016. Ceny zemědělských výrobců jsou přepočteny na 16% cukernatost.

Nejvyšší ekonomický zisk byl dosažen u přípravku TS Impuls. Porost ošetřený tímto přípravkem dosahoval průměrně za tříleté období nejvyšší výnos bulev přepočtených na 16% cukernatost a dosáhl nejvyššího navýšení oproti kontrolní variantě. V porovnání s kontrolní variantou byl dosažen o 3,99 t.ha⁻¹ vyšší výnos, což při průměrné ceně 851 Kč.t⁻¹, přineslo tržby v hodnotě 3 395 Kč.ha⁻¹. Po odečtení nákladů na nákup přípravku a provedení aplikace bylo dosaženo 2 732 Kč.ha⁻¹ zisku.

O něco menší zisk byl vypočten u přípravku TS Sentinel, u kterého byly dosaženy nejvyšší náklady (657 Kč.ha⁻¹), avšak výnos bulev přepočtených na 16% cukernatost byl navýšen oproti kontrolní variantě o 3,83 t.ha⁻¹. Zisk u této varianty dosáhl 2 602 Kč.ha⁻¹.

Nejmenší zisk byl dosažen u přípravku TS Licit. U této varianty se realizační náklady zahrnující cenu přípravku a aplikaci pohybovaly na stejné úrovni jako

u přípravku TS Impuls, který je hodnocen jako ekonomicky nejziskovější. Avšak porost ošetřený přípravkem TS Licit navýšil výnos oproti kontrolní variantě o 3,78 t.ha⁻¹ a při ceně cukrové řepy 851 Kč.t⁻¹ byl dosažen zisk 2 554 Kč.

Rozdíl v zisku mezi testovanými přípravky byl malý, aplikace listových přípravků byla z ekonomického hlediska velmi přínosná.

Tabulka 21 Ekonomické zhodnocení biologicky aktivních přípravků

Varianta	Cena přípravku (Kč.l ⁻¹)	Aplikovaná dávka (l.ha ⁻¹)	Náklady na přípravek + aplikace (Kč.ha ⁻¹)	
TS Impuls	925	0,5	463 + 200 = 663	
TS Licit	925	0,5	463 + 200 = 663	
TS Sentinel	1825	0,25	457 + 200 = 657	
Varianta	Navýšení výnosu bulev přepočtených na 16% cukernatost oproti kontrolní variantě (t.ha ⁻¹)	Cena cukrové řepy (Kč.t ⁻¹)	Výnosy (Kč.ha ⁻¹)	Zisk (Kč.ha ⁻¹)
TS Impuls	3,99	851	3 395	2 732
TS Licit	3,78	851	3 217	2 554
TS Sentinel	3,83	851	3 259	2 602

6 Diskuse

Biologicky aktivní látky jsou přípravky široce využívané v zemědělské praxi. Vzhledem k tomu, že biologicky aktivní látky mají potenciál zajistit vyšší výnosy a lepší kvalitu produkce, je jejich vliv testován u celé řady rostlin. Studie provedená Saraswathi and Praneetha (2013) potvrzuje pozitivní vliv na vyšší výnos rajčat, dále Popko et al. (2018) dokazuje, že přípravky založené na bázi aminokyselin mají pozitivní efekt na výnos zrna ozimé pšenice a jeho kvalitu. Mnoho dalších studií pak potvrzuje kladný vliv těchto přípravků u dalších rostlin.

Jak uvádí Pačuta (2013), aplikace biologicky aktivních látek se také pozitivně projevuje i u cukrové řepy. Použité přípravky u ní ovlivňují kvantitativní parametry výrazněji než kvalitativní. Stejného názoru je i Fecková et al. (2005), která uvádí, že aplikace biostimulátorů spíše ovlivňuje kvantitativní parametry než kvalitativní. Toto tvrzení se v našem pokusu potvrdilo.

Pulkrábek a kol. (2008) uvádí, že se počasí podílí na tvorbě výnosu cukrové řepy z 15 až 20 % a vliv stanoviště okolo 37 %. Eliminovat tyto negativní faktory je možné právě využitím biologicky aktivních látek aplikovaných na porost cukrové řepy v průběhu vegetace. Aplikace biologicky aktivních látek má napomoci k regulaci růstu a vývoje porostu a celkově navýšit výnos a cukernatost.

Tříletý pokus potvrdil, že aplikace biologicky aktivních látek zvyšuje výnosy bulev, neboť došlo u všech hodnocených variant k nárůstu výnosu oproti kontrolní variantě. Nejvyšší výnos ($72,38 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) za sledované období byl zaznamenán u porostu ošetřeným přípravkem TS Sentinel (varianta č. 4) před uzavřením porostu. Ovšem u varianty č. 4 byla dosažena oproti ostatním přípravkům nejnižší cukernatost (19,64 %) a výnos polarizačního cukru ($14,21 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Jak uvádí Hřivna a kol. (2017) růst hmotnosti kořene může způsobit tzv. zřed'ovací efekt, který vede k poklesu cukernatosti. Tento jev se může projevit v závěru vegetace v důsledku výkyvu počasí. Například vysoká intenzita srážek podporuje intenzivní růst kořene či poškození rostlin patogeny.

Přípravek TS Sentinel obsahuje minimálně 25 % aminokyselin. Aminokyseliny, jak uvádí EL-gamal et al. (2016), aplikované ve formě listové výživy podporují tvorbu bílkovin. Dále působí jako antioxidanty, které napomáhají rostlinám odolávat environmentálním vlivům a suchu. Dále zmiňuje, že díky aplikaci přípravku obsahujícímu aminokyseliny dojde k výraznému nárůstu listové plochy, což má díky větší asimilační ploše pozitivní vliv na výnos bulev. Dina et al. (2013) dospěl ve svém výzkumu ke stejnému závěru, tedy že listové přípravky založené na bázi aminokyselin mají pozitivní vliv na výnos.

Důležitým faktorem pro růst a vývoj cukrové řepy a celkový výnos je množství srážek a slunečního svitu v období července až září. V roce 2016 a 2017 byly srážkové podmínky v období července až září normální, pouze v srpnu 2016 podnormální, ovšem v roce 2015 byly silně podnormální srážky v tomto období doprovázené vysokými teplotami. Jak uvádí Hřivna a kol. (2017), právě v letních měsících je velice důležitý dostatek vláhy. Tehdy dochází k intenzivní tvorbě bulvy. Negativní klimatické podmínky se tak v roce 2015 promítly ve výnosu bulev.

Jak uvádí Pulkrábek a kol. (1983), aplikace biologicky aktivních látek má pozitivní vliv na metabolismus rostliny a jejich vliv se projevuje i na obsahu chlorofylu. Například cytokininy (růstové regulátory) potlačují apikální dominanci a stárnutí listů, což umožňuje jejich delší životaschopnost, zamezuje poklesu nukleových kyselin, bílkovin a omezuje odbourávání chlorofylu. To v závěru vede ke zvýšenému hektarovému výnosu a jakosti sklizně. Co je však neopomenutelné, v našem pokusu se na výnosu chrástu, jakožto jediného z kvantitativních ukazatelů, neprojevil vliv aplikace biologicky aktivních látek.

V roce 2015 se výnos chrástu pohyboval na úrovni $20 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Následující roky byly z hlediska výnosu chrástu vyšší. Například v roce 2017 byly dosaženy téměř dvojnásobné výnosy chrástu oproti roku 2015. Nejvyšší výnos chrástu v průměru tří let byl dosažen

u varianty č. 3 TS Licit (31,74 t.ha⁻¹). Tento přípravek obsahuje látky s cytokininovým účinkem, které podporují růst zelené biomasy rostlin a napomáhají udržet co nejdelší dobu zelené listy.

Výnos polarizačního cukru je ovlivněn jednak celkovým výnosem bulev, ale i cukernatostí. Pulkrábek a kol. (2015) uvádí, že pro udržení konkurenceschopnosti českých zemědělců je nezbytně nutné dosahovat výnosů polarizačního cukru nejméně 13 t.ha⁻¹. Porosty ošetřené biologicky aktivními látkami vždy vykazovaly vyšší výnos polarizačního cukru vůči kontrolní variantě ve všech hodnocených letech. V tříletém průměru všechny pokusné varianty převýšily výnosem polarizačního cukru kontrolní variantu o více než 0,5 t.ha⁻¹. Nejvyšší výnos byl dosažen u přípravku TS Impuls (14,22 t.ha⁻¹).

Cukernatost cukrové řepy patří k nejdůležitějším ukazatelům technologické kvality, minimální obsah cukru by se měl pohybovat na úrovni 16 %. Jak uvádí Pulkrábek a kol. (2007), aplikace biologicky aktivních látek má mít pozitivní vliv na zvýšení obsahu cukernatosti. Ovšem v realizovaném pokusu se tento fakt nepotvrdil. Také Rassam et al. (2015) uvádí, že aplikace huminových kyselin na porost přináší zvýšení cukernatosti, avšak příliš vysoké dávky a častá aplikace snižují procentní nárůst cukernatosti. V jeho práci je dále uvedeno, že není jednoznačně určené dávkování huminové kyseliny pro maximalizaci cukernatosti.

Testované přípravky v jednotlivých letech vykazovaly velice podobné výsledky jako kontrolní varianty, v některých případech došlo i ke snížení cukernatosti vůči kontrolní variantě. V průměru za testované období se však cukernatost mezi variantami neměnila. V roce 2015 byly pro růst cukrové řepy nepříznivé podmínky především v letních měsících, což se výrazně odrazilo na cukernatosti. V tomto roce byly dosaženy nejnižší hodnoty. Zdravý listový aparát má výrazný vliv na výnos a cukernatost. Důležité tedy je udržet tyto listy v co nejlepší kondici po celou dobu vegetace nejen vhodnou aplikací pesticidů, ale také biologicky aktivních látek. V kořenových špičkách se nachází cytokininy, které zabraňují stárnutí listů. V případě nevhodných podmínek, dochází k poškození kořenů, omezení produkce cytokininů až následné odumření listů. To celé vede k negativnímu vlivu na celkovou cukernatost, protože tvorba nových listů jde na úkor cukernatosti.

Melasotvorné látky (alfa-aminodusík, draslík a sodík) mají nežádoucí vliv na technologickou jakost cukrové řepy. Přítomnost těchto látek negativně ovlivňuje krystalizaci a zvyšuje celkový podíl melasy na úkor výnosu bílého cukru.

Hladina škodlivého dusíku se v zemědělské praxi podle Candrákové a kol. (2009) pohybuje v intervalu 0,4 – 3,8 mmol.100g⁻¹ (optimum 1 – 1,6). Obsah škodlivého dusíku se v letech 2015 a 2016 pohyboval v rozmezí, které je považováno za optimální. Nebyla přesažena horní hranice 1,6 mmol.100g⁻¹. Ovšem v roce 2017 došlo k výraznému nárůstu

α -aminodusíku, obsah se pohyboval v rozmezí 2,24 – 2,40 mmol.100g⁻¹. Za tříleté období se aplikace biologicky aktivních látek neprojevila pozitivně na obsah alfa-aminodusíku. Porost ošetřený listovými přípravkami vykazoval vyšší nárůst alfa-aminodusíku u varianty č. 3 TS Licit a č. 4 TS Sentinel oproti kontrolní variantě.

Jak uvádí Candráková a kol. (2009), optimální koncentrace draslíku se pohybuje na úrovni 3,5 – 4,6 mmol.100g⁻¹. V žádné hodnocené variantě a ročníku nebyla nikdy překročena horní hranice 4,6 mmol.100g⁻¹. Aplikace biologicky aktivních látek však neměla výrazný vliv na snížení obsahu draslíku u cukrové řepy. Porost ošetřený biostimulátory ve dvou ze tří případů vykazoval vyšší obsah draslíku než neošetřený porost. Rassam a kol. (2015) ve své práci uvádí, že výše obsahu melasotvorných látek v kořeni cukrové řepy závisí především na kvalitě půdy, minerálním hnojení (především dusíku a draslíku) a klimatických podmínkách během vegetačního období. Podle pokusu Abd-El-Motagally (2004) je obsah Na⁺ a K⁺ ovlivněn suchem a teplotou. V jeho práci byly zaznamenány nižší koncentrace obsahu Na⁺ a K⁺ při vyšší teplotě a nedostatku vláhy. Toto tvrzení se v našem pokusu shoduje pouze u koncentrace sodíku, kdy v roce 2015 byly naměřeny nejnižší koncentrace.

Vaughan a McDonald (1976) uvádí, že aplikace biostimulátorů obsahující vysoké množství huminových kyselin může vést k vyšší absorpci prvků v cukrové řepě jako je draslík. V našem pokusu varianta ošetřená přípravkem TS Impuls, který obsahuje nejvyšší zastoupení huminových látek a solí (min. 12,5 %) vykazovala nejvyšší koncentraci draslíku (3,18 mmol.100g⁻¹).

Koncentrace sodíku se v optimálních podmínkách podle Candrákové a kol. (2009) pohybuje v rozmezí 0,3 – 0,7 mmol.100g⁻¹. Z hlediska tříletého průměru jsou dosaženy téměř shodné výsledky pohybující se v rozmezí 0,28 – 0,29 mmol.100g⁻¹. V našem pokusu neměly biologicky aktivní látky vliv na obsah sodíku.

7 Závěr

Cílem diplomové práce bylo posoudit vliv biologicky aktivních látek na výnosové a kvalitativní ukazatele cukrové řepy a následně vyhodnotit jejich ekonomickou efektivnost. Maloparcelové pokusy, v nichž se hodnotily 4 varianty včetně kontrolní ve třech opakováních, byly provedeny v letech 2015 – 2017 v Červeném Újezdě. Aplikace testovaných přípravků na list u varianty TS Impuls proběhla ve fázi 6 pravých listů a u přípravků TS Sentinel a TS Licit byla aplikována před uzavřením porostu.

Během tří let se u hodnocených variant výrazně projevily vliv ročníku. Rok 2015 byl velice suchý a teplotně nadprůměrný, proto v tomto roce byly dosaženy u výnosotvorných parametrů nejnižší hodnoty u všech variant. Naopak v roce 2016 se aplikované přípravky projevíly nejpříznivěji ze všech analyzovaných let. V tomto roce byly dosaženy nejvyšší výnosy u kvantitativních ukazatelů vyjma výnosu chrástu. Výnos chrástu vykazoval ročníkové rozdíly u jednotlivých variant.

Z dosažených výsledků tříletého pokusu se aplikace biologicky aktivních látek na porost osvědčila a pomohla dosáhnout vyšších výnosů cukrové řepy. V průměru tří pokusných let dosahovaly pokusné varianty v porovnání s kontrolní variantou vždy vyšších výnosů kromě výnosu chrástu. Jednoznačně nelze konstatovat, která biologicky aktivní látka byla za tříleté období nejefektivnější u výnosových ukazatelů, ale nejvyšší ekonomický zisk byl dosažen u varianty č. 2 TS Impuls ve výši 2 732 Kč.ha⁻¹. U výnosu bulev, polarizačního cukru, bílého cukru a výnosu bulev přepočtených na 16% cukernatost došlo ve všech variantách v průměru každý rok cca k 4 % navýšení vůči kontrolní variantě. U žádného z výnosových ukazatelů ve všech pokusných letech nebyly prokázány statisticky průkazné rozdíly.

U kvalitativních parametrů bylo dosaženo více variabilnějších výsledků a nelze jednoznačně konstatovat, že aplikace biologicky aktivních látek měla u všech hodnocených parametrů vždy pozitivní efekt. U kvalitativních parametrů nebyl při statistickém šetření v žádném roce zaznamenán statisticky průkazný rozdíl.

Pro ukazatele melasotvorných látek (draslíku, sodíku a alfa-aminodusíku) je nejvýhodnější, pokud dosahují co nejnižších koncentrací. Obsah melasotvorných látek nebyl využitím biologicky aktivních látek ovlivněn. Změny se pohybovaly v rozmezí od - 2,0 do 3,5 %, což se může jevit jako podstatný rozdíl, avšak jedná se o změnu statisticky neprůkaznou. U teoretické výtěžnosti a cukernatosti se průměrné výsledky pokusných variant téměř rovnají kontrolní variantě a nebylo tak dosaženo výrazného navýšení vůči kontrolním variantám. Rozdíly se pohybují řádově v desetinách procent. Nejpříznivějších výsledků u obou ukazatelů dosáhla varianta s aplikací TS Impuls.

Stanoviska k výzkumným hypotézám

1. Využití biologicky aktivních látek v technologii pěstování cukrové řepy příznivě ovlivňuje výnosové ukazatele cukrové řepy.

Hypotéza nebyla přijata. Aplikace biologicky aktivních látek do porostu cukrové řepy přinesla zvýšení kvantitativních ukazatelů u všech hodnocených parametrů, vyjma výnosu chrástu, kde byly dosaženy variabilní výsledky.

2. Využití biologicky aktivních látek v technologii pěstování cukrové řepy příznivě ovlivňuje kvalitativní ukazatele cukrové řepy.

Hypotéza nebyla přijata. U některých pokusných variant přinesly biologicky aktivní látky zlepšení, u jiných naopak jejich aplikace měla negativní efekt. Tříletý průměr cukernatosti a teoretické výtěžnosti se lišil u jednotlivých variant pouze zanedbatelně. Vliv testovaných přípravků na melasotvorné látky byl v některých případech pozitivní, v jiných negativní, a nelze tak jednoznačně určit jejich přínos.

3. Aplikace biologicky aktivních látek je ekonomicky efektivní.

Hypotéza byla přijata. U všech hodnocených variant bylo dosaženo zisku (2 732 – 2 554 Kč.ha⁻¹). Použité přípravky napomohly dosáhnout ekonomické efektivnosti.

Výsledky tříletých pokusů dokazují, že aplikace biologicky aktivních látek přinesla pozitivní efekt především u kvantitativních ukazatelů. Výsledky testovaných přípravků se pozitivně projeví u výnosu bulev přepočtených na 16% cukernatost tedy parametru, který udává základní produkční informace o výkonnosti cukrové řepy. Výše tohoto ukazatele se odráží na ekonomické návratnosti použitých přípravků, která byla v tomto pokusu dosažena u všech hodnocených variant. To vede k jednoznačnému doporučení pěstitelům cukrové řepy, neboť používáním biologicky aktivních látek mohou navýšit výnosy a svoji konkurenceschopnost. Současně rostlinná výroba je a bude i nadále ovlivňována klimatickými podmínkami. Pomocí biologicky aktivních látek je možno napomoci rostlinám překonávat stresové faktory, které ovlivňují transport látek v rostlinném těle a tím zajistit rostlinám dostatečnou ochranu vůči stresovým faktorům. To vše vede k podpoře tvorby výnosu a dosažení co nejvyššího výnosového potenciálu.

8 Seznam použité literatury

1. Abd-El-Motagally, F. 2004. Evaluation of two sugar beet cultivars (*Beta vulgaris* L.) for growth and yield under drought and heat conditions. Dissertation. Justus Liebig University. Giessen. p. 151.
2. Asadi, M. 2007. Beet – Sugar Handbook. John Wiley a Sons. New Jersey. p. 866. ISBN: 978-0-471-76347-5.
3. Ashmed, H. H., Hsu, H. H. 1985. Potassium polyphosphate protein hydrolysate fertilizer. United States. 4,491,464.
4. Avižienyte, D., Braziene, Z., Romaneckas, K., Marcinkevičius, A. 2016. Efficacy of fungicides in sugar beet crops. *Zemdirbyste – Agriculture*. 103 (2). 167 – 173.
5. Bečka, D., Vašák, J., Šimka, J., Mikšík, V. 2011. Stimulace a listová výživa ozimé řepky na jaře. *Úroda*. 3. 64 – 66.
6. Bittner, V. 2012a. Poruchy ve výživě cukrovky. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 128 (2). 56 – 58.
7. Bittner, V. 2012b. Poškození cukrovky vlivy počasí. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 128 (1). 14 – 16.
8. Bittner, V. 2012c. Poškození cukrovky herbicidy. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 128 (3). 98 – 100.
9. Bittner, V., Běhal, R. 2010. Škodlivé organismy cukrovky abiotické poškození, choroby, škůdci, plevele. Maribo seed. Slavkov. 102 s. ISBN: 978-80-254-8494-4
10. Bláha, L., Hnilička, F., Martinková, J. 2010. Současné možnosti fyziologie a zemědělského výzkumu přispět k produkci rostlin: (vybrané kapitoly). Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 310 s. ISBN 978-80-7427-023-9.
11. Brown, P., Saa, S. 2015. Biostimulants in agriculture. *Frontiers in plant science*. 6 (671). 1 – 3.
12. Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, W. J. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant soil*. 384. 3 – 41.
13. Candráková, E., Buday, M., Slamka, P., Hanáčková, E. 2009. Využitie biopreparátov při pestovaní repy cukrovej. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 125 (2). 52 – 56.
14. CFIA. The Biology of *Beta vulgaris* L. (Sugar Beet) [online]. Canadian Food Inspection Agency. 2. březen 2012 [cit. 2018-03-18]. Dostupné z <<http://www.inspection.gc.ca/plants/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/beta-vulgaris-l-/eng/1330725373948/1330725437349>>

15. Cooke, D. A., Scott, J. E., 1993. The sugar beet crop: Science Into Practice. Chapman & Hall. London. p. 704. ISBN: 978-94-009-0373-9.
16. Dina, S. S., Ibrahim, A. H., Nour El-Deen, A. E. K., Fatma, A. M. M. 2013. Induction of Systemic Resistance in Sugar-Beet Infected with *Meloidogyne incognita* by Humic Acid, Hydrogen Peroxide, Thiamine and two amino acids. Egypt. J. Agronematol., 12 (1). 22 – 41.
17. Draycott, A. P. 2006. Sugar beet. Blackwell publishing. Oxford. p. 474. ISBN: 978-1-4051-1911-5.
18. Draycott, A. P., Christenson, D. R. 2003. Nutrients for sugar beet production: Soil-Plant Relationships. CAB International. Wallingford. p. 242. ISBN: 085199623 X.
19. EL-gamal, I. S., Abd El-Aal, M. M. M., El-Desouky, S. A., Khedr, Z. M. Abo Shady, K. A. 2016. Effect of some Growth Substances on Growth, Chemical Compositions and Root Yield Productivity of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Plant. Middle East Journal of Agriculture Research. 5 (2). 171 – 185.
20. Fecková, J., Pačuta, V., Černý, I. 2005. Effect of foliar preparations and variety on sugar beet yield and quality. Journal of Central European Agriculture. 6 (3). 295 – 308.
21. Gaspar, T., Franck, T., Bisbis, B., Kevers, C., Jouve, L., Hausman, J. F., Dommes, J. 2002. Concepts in plant stress physiology. Application to plant tissue cultures. Plant growth regulation. 37 (3). 263 – 285.
22. Grznár, J. 2017. Jarní stimulace výnosového potenciálu pomocí listové výživy. Agromanuál. 2. 78.
23. Hejtnák, V., Vliv růstových regulátorů na fotosyntézu a vodní režim cukrovky při vodním stresu. Listy cukrovarnické a řepařské. 126 (1). 27 – 29.
24. Hlisnikovský, L., Kunzová, E., Klír, J., Hejtnan, M. 2014. Vliv hnojení a osevních postupů na výnosy a cukernatost cukrové řepy. Listy cukrovarnické a řepařské. 130 (2). 50 – 54.
25. Hnilička, F., Středa, T. 2016. Rostliny v podmínkách stresu – abiotické stresory. Česká zemědělská univerzita v Praze, Mendelova univerzita. Praha. 233 s. ISBN: 978-80-213-2680-4.
26. Hoffmann, Ch., M. 2010. Root quality of sugarbeet. Sugar tech. 12 (3 – 4). 276 – 287.
27. Holub, J. Použití auxinů ve školkařství. 2002. Zahradnictví. 3. 2 – 4.
28. Honsová, H. 2013. Ze Zimní školy pěstování cukrovky 2013. Listy cukrovarnické a řepařské. 129 (3). 105 – 107.
29. Hradecká, D., Urban, J., Kohout, L., Pulkrábek, J., Hnilička, R. 2009. Využití brassinosteroidů k regulaci stresu během růstu a tvorby výnosu řepy cukrové. Listy cukrovarnické a řepařské. 125 (9 – 10). 271 – 273.

30. Hřivna, L. 2014. Technologie sacharidů. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 158 s. ISBN: 978-80-7509-022-5.
31. Hřivna, L., Chodurová, M., Burešová, I. 2012. Dynamika růstu a změny kvality cukrovky po mimokořenové výživě. Listy cukrovarnické a řepařské. 128 (5 – 6). 184 – 190.
32. Hřivna, L., Kong, J. H., Machálková, L., Burešová, I., Sapáková, E., Kučerová, J., Šottníková, V. 2017. Vliv mimokořenové výživy draslíkem a křemíkem na výnos a kvalitu cukrovky v nestandardních povětrnostních podmínkách roku 2014 a 2015. Listy cukrovarnické a řepařské. 133 (5 – 6). 182 – 186.
33. Hřivna, L., Pechková, J., Burešová, I., 2013. Monitoring dynamiky změn kvality cukrovky během vegetace v regionu střední Moravy v letech 2007 až 2010. Listy cukrovarnické a řepařské. 129 (5 – 6). 182 – 185.
34. Chochola, J. 2010. Průvodce pěstováním cukrové řepy. Řepařský institut Semčice. 65 s. ISBN: Neuvedeno.
35. Iqbal, N., Khan N. A., Ferrante, A., Trivellini, A., Francini, A., Khan, M. I. R. 2017. Ethylene Role in Plant Growth, Development and Senescence: Interaction with Other Phytohormones. *Frontiers Plant Science*. 8 (475). 1 – 19.
36. Javůrek, M., Vach, M. 2008. Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i. Praha. 24 s. ISBN:978-80-87011-57-7.
37. Jursík, M., Andr, J., Holec, J., Soukup, J. 2013. Současné možnosti regulace plevelů v cukrovce a trendy do budoucna. Listy cukrovarnické a řepařské. 129 (4). 124 – 130.
38. Jursík, M., Soukup, J., Holec, J., Andr, J. 2011. Růstové herbicidy (syntetické auxiny). Listy cukrovarnické a řepařské. 127 (3). 88 – 91.
39. Jůzl, M., Elzner, P. 2014. Pěstování okopanin. Mendelova univerzita v Brně. Brno. 100 s. ISBN: 978-80-7509-196-3.
40. Jůzl, M., Pulkrábek, J., Diviš, J. 2000. Rostlinná výroba. III, (Okopaniny). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Brno. 222 s. ISBN 80-7157-446-5.
41. Kadlec, P. 2000. Technologie sacharidů. Vysoká škola chemicko-technologická. Praha. 138 s. ISBN: 80-7080-400-9.
42. Khan, N. A., Nazar, R., Noushina, I., Anjum, N. A. 2012. Phytohormones and Abiotic Stress Tolerance in Plants. Springer - Verlag Berlin Heidelberg. p. 306. ISBN: 978-3-642-25828-2
43. Kohoutová – Hradecká, D. 2010. Brassinosteroidy, látky s perspektivou. *Zemědělec*. 31. 10 – 11.

44. Koprna, R., Spíchal, L., Strnad, M. 2012. Perspektivy využití růstových regulátorů. Úroda. 06. 47 – 49.
45. Kukla, J., Kuklová, M. 2013. Pôsobenie abiotických stresorov na rastliny a ekosystémy. In: Hnilička, F. (ed.). Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2013. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 85 – 94 s. ISBN: 978-80-213-2357-5.
46. Kuthan, A. 2016. Aminokyseliny a TerraSorb®. Kukuřičné listy. 1. 2 – 3.
47. Lorenz, M. 2003. Tolerantní odrůdy cukrovky – bez nich to nepůjde. Úroda. Profi press. 51 (12). 10 - 11.
48. Marinello, F., Pezzuolo, A., Cillis, D., Chiumenti, A., Sartori, L. 2017. Traffic effects on soil compaction and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) taproot quality parameters. Spanish Journal of Agricultural Research. 15 (1). 1 – 8.
49. Mendelu. Přírodní humusové látky. Brno. Mendelova univerzita. [cit. 2017-12-21]. Dostupné z <http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4268&typ=html>
50. Müssig, C. 2005. Brassinosteroid-Promoted Growth. Plant biology. 7 (2). 110 – 117.
51. Muška, F., Jakl, A. 2010. Přehled škod způsobených krupobitím v cukrovce a krmné řepě na území České republiky do roku 2005. Listy cukrovarnické a řepařské. 126 (2). 60 – 61.
52. Nardi, S., Pizzeghello, D., Schiavon, M., Ertan, A. 2016. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism. Scientia Agricola, 73 (1). 18–23.
53. Nishimura, N., Hitomi, K., Arvai, A. S., Rambo, R. P., Hitomi, C., Cutler, S. R., Schroeder, J. I., Getzoff, E. D. 2009. Structural mechanism of abscisic acid binding and signaling by dimeric PYR1. Science. 326. 1373-1379.
54. OECD. 2001. Consensus Document on the Biology of *Beta vulgaris* L. (Sugar Beet). Paříž. p. 40. ISBN: Neuvedeno.
55. Ördög, V., Molnár Z., 2011. Plant Physiology. Debreceni Egyetem. p. 115. ISBN: Neuvedeno.
56. Pačuta, V. 2013. Vplyv prípravkov na báze biologicky aktívnych látok na kvantitu a kvalitu produkcie cukrovej repy. Listy cukrovarnické a řepařské. 129 (7-8). 228 – 230.
57. Pačuta, V., Kašičková, I., Rašovský, M. 2015. Vplyv odrody a biopreparátov na úrodu buliev, cukornatosť a úrodu polarizačného cukru repy cukrovej. Listy cukrovarnické a řepařské. 131 (5 – 6). 168 – 171.

58. Pačuta, V., Rašovský, M., Buday, M. 2017. Vplyv ročníka, odrody a biopreparátov Alga 300 P a K a Alga 600 na úrodu buliev, cukornatosť a úrodu polarizačného cukru repy cukrovej. Listy cukrovarnícké a řepařské. 133 (3). 96 – 100.
59. Pavlů, K., Chochola, J. P. 2013. Vliv termínu setí a sklizně na výnos cukrové řepy. Listy cukrovarnícké a řepařské. 132 (7 -8). 216 - 222.
60. Pelikán, M., Hřivna, L., Humpola, J. 1999. Technologie sacharidů. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 152 s. ISBN: 80-7157-407-4.
61. Petkeviciene, B. 2009. The effects of climate factors on sugar beet early sowing timing. Agronomy Research. 7 (1). 436 – 443.
62. Petr, J. 2013. Mandelince pomáhají bakterie. Úroda. 11. 44.
63. Peza, Z. 2009. Stimulace a listová výživa cukrovky. Listy cukrovarnícké a řepařské. 125 (4). 120.
64. Podlešáková, K., Tarkowská, D., Pěncík, A., Oklešťková, J., Turečková, V., Floková, K., Tarkowski, P. 2012. Nové trendy v analýze fytohormonů. Chemické listy. 106. 373 – 379.
65. Popko, M., Michalak I., Wilk, R., Gramza, M., Chojnacka, K., Górecki, H. 2018. Effect of the New Plant Growth Biostimulants Based on Amino Acids on Yield and Grain Quality of Winter Wheat. Molecules. 23 (2). 1 – 13.
66. Potopová, V., Zahradníček, P., Türkott, L. 2015. Agroklimatické hodnocení variability délky vegetačního období pěstování cukrové řepy ve středních Čechách. Listy cukrovarnícké a řepařské. 131 (2). 66 – 69.
67. Procházka, P., Malíková, K., Vostřel, J., Štranc, P., Štranc, J. 2017. Prospěšnost použití biologicky aktivních látek v produkci chmele. Agromanuál. 5. 64 – 65.
68. Procházka, S., Macháčková, I., Krekule, J., Šebánek, J., a kol. 1998. Fyziologie rostlin. ACADEMIA. 484 s. ISBN: 8020005862.
69. Prugar, J., Baranyk, P., Barta, J., Bjelková, M., Bradová, J., Burešová, I., Capouchová, I., Cuhra, P., Čepička, J., Čepl, J., Diviš, J., Dostálová, J., Doucha, J., Dušek, K., Ehrenbergerová, J., Faměra, O., Hajšlová, J., Hamouz, K., Hanišová, A., Horáková, V., Horčíčka, J., Hrubý, J., Hrušková, M., Hřivna, L., Jůzl, M., Kalač, P., Kalinová, J., Kocourková, B., Kolovrat, O., Kopec, K., Koprna, R., Kořen, J., Krofta, K., Kučerová, J., Lachman, J., Mezulianik, M., Moudrý, J., Nedělník, J., Němcová, A., Novotný, F., Pelikán, M., Perlín, C., Petr, J., Polišenská, I., Psota, V., Pulkrábek, J., Schulzová, V., Smotlacha, M., Sýkorová, S., Šetlík, I., Škopek, B., Štěrba, Z., Štolcová, M., Švachula, V., Vacek, J., Vaculová, K., Zahradníček, J., Zupalová, H. 2008. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s. Praha. 327 s. ISBN: 978-80-86576-28-2.

70. Pulkrábek, J., Šroller, J. 2000. Výnosové prvky a jejich regulace u cukrovky. *Úroda*. 48 (4). 20 – 21.
71. Pulkrábek, J., Švachula, V., Křivánek, J. 2008. Změny v produkci cukrovky vlivem počasí. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 124 (9 – 10). 263 – 265.
72. Pulkrábek, J., Švachula, V., Šroller, J. Cesty k využití biologicky aktivních látek při regulaci tvorby výnosu cukrovky [online]. *Agris*. 14. prosince 1995 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z <http://www.agris.cz/Content/files/main_files/63/141746/pulkrab.pdf>
73. Pulkrábek, J., Švachula, V., Urban, J., Pačuta, V. 2014. Šlechtění cukrové řepy jako ozimé plodiny. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 130 (9 – 10). 298 – 299.
74. Pulkrábek, J., Urban, J. Energetické využití rostlinné biomasy. *Biom.cz* [online]. 2011-01-17 [cit. 2018-03-14]. Dostupné z <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/energeticke-vyuziti-rostlinne-biomasy>>
75. Pulkrábek, J., Urban, J. 2007. Vliv biologicky aktivních látek na produkční ukazatele cukrovky. *Úroda*. 5. 53 – 55.
76. Pulkrábek, J., Urban, J., Bečková, L., Valenta, J. 2007. Řepa cukrová- pěstitelský rádce. Kurent. Praha. 64 s. ISBN 978-80-87111-00-0.
77. Pulkrábek, J., Urban, J., Jedličková, M. 2015. Vliv podzimního zpracování půdy na zhutnění půdy v počátcích vegetace cukrové řepy. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 131 (9 – 10). 272 – 276.
78. Rassam, G., Dadkhan, A., Khoshnood Yazdi, A., Dashti, M. 2015. Impact of Humic Acid on Yield and Quality of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Grown on Calcareous Soil. *Notulae Scientia Biologicae*. 7 (3). 376 – 371.
79. Rejeb, I. B., Pastor, V., Mauch-Mani, B. 2014. Plant Responses to Simultaneous Biotic and Abiotic Stress: Molecular Mechanisms. *Plants*. 3. 458 – 475.
80. Richter, R., Škarpa, P. 2013. Úprava živinného režimu půd pro cukrovku – stabilní a kvalitní produkce. *Listy cukrovarnické a řepařské*. 129 (7 – 8). 119 – 221.
81. Rosa, M. 2007. Hnojivo k podpoře růstu a výnosu. *Zahradnictví*. 5. 60 – 61.
82. Rybáček, V., Bureš, J., Friml, M., Hlaváček, J., Chochola, J., Kohout, V., Kutina, J., Minx, L., Myšák, J., Pulkrábek, J., Řimsa, V., Schmidt, L., Šimek, M., Šroller, J., Vokřál, M. 1985. *Cukrovka*. Státní zemědělské nakladatelství – Praha. 480 s. ISBN: Neuvedeno
83. Saqib, A., Shahid, K., Kashif A., Suliman, A., Ikram, U., Arif, A., Saddam, H., Fahad K., Ashfaq, A. 2014. The effect of population dynamics of insect pests on different varieties of sugar beet. *Global Journal of Scientific Researches*. 2 (3). 76 – 82.

84. Saraswathi, T., Praneetha, S. 2013. Effect of biostimulants on yield and quality in tomato. *J. Hortl. Sci.* 8 (1). 107 – 110.
85. Sirbu, C., Cioroianu, T., Dumitrascu, M. 2009 New fertilizer with protein structure with fitostimulator role. *Science Papers Journal.* 52. 473 – 478.
86. Skalický, J., Bradna, J. 2008. Mezerovitost, hustota porostu, pojezdová rychlost a kvalita sklizně cukrovky. *Agritech Science.* 2 (6). 1-6.
87. Smrčka, L., Hönig, V., Hromádko, J. 2012. Kde je budoucnost cukrovarnictví v České republice. *Listy cukrovarnické a řepařské.* 128 (5 – 6). 193 – 197.
88. Šárka, E. 2012. Vedlejší produkty cukrovarnického a škrobárenského průmyslu – vznik, využití a optimalizace parametrů. *Listy cukrovarnické a řepařské.* 128 (9-10). 307 – 311
89. Šefrová, H. 2015. Hmyz (Insecta) škodící na řepě. *Listy cukrovarnické a řepařské.* 131 (12). 397 – 381.
90. Šroller, J., Pulkrábek, J. 2001. Výnosová schopnost cukrovky. *Úroda.* 2 (10). 18 – 19.
91. Taiz, L., Zeiger, E. 2010. *Plant Physiology.* Sunderland: Sinauer Associates. p. 782. ISBN: 978-0-87893-866-7
92. Trčková, M. 2010. Pomocné rostlinné přípravky v praxi. *Zemědělec.* 31. 11 – 12.
93. Tuhy, Ł., Chowanska, J., Chojnacka K. 2013. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth: review. *Chemik.* 67 (7). 639 – 641.
94. Vaughan D, MacDonald, I. R. 1976. Some effects of humic acid on cation uptake by parenchyma tissue. *Soil Biology and Biochemistry* 8 (5). 415 – 421.
95. Velázquez, S. F., Guerra, R. R., Calderón, L. S. 2011. Abiotic and Biotic Stress Response Crosstalk. In: Shanker, A. (ed.). *Plants, Abiotic Stress Response in Plants - Physiological, Biochemical and Genetic Perspectives,* Mexiko. p. 1 – 26. ISBN: 978-953-307-672-0.
96. Vyskot, B. 2013. Dědičnost stresového stavu. In: Hnilička, F. (ed.). *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin 2013.* Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 1 – 2 s. ISBN: 978-80-213-2357-5.
97. Wolf, A., Engels, T., Lorenz, M. 2002. Cíle ve šlechtění cukrovky [online]. *Agris.* 2002 [cit. 2018-03-13]. Dostupné z <<http://www.agris.cz/clanek/117102>>
98. Zahradníček, J., Pulkrábek, J. 2001. Technologická jakost cukrovky a možnosti jejího zlepšování. *Farmář.* 11 (7). 26 – 27.
99. Zalabák, D., Pospíšilová, H., Šmehilová, M., Mrízová, K., Frébort, I., Galuszka, P. 2013. Genetic engineering of cytokinin metabolism: Prospective way to improve agricultural traits of crop plants. *Biotechnology Advances.* 31 (1). 97 – 117.

Seznam grafů

Graf 1 Agrometeorologický rok 2014/2015	42
Graf 2 Agrometeorologický rok 2015/2016	43
Graf 3 Agrometeorologický rok 2016/2017	44
Graf 4 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bulev ($t \cdot ha^{-1}$)	49
Graf 5 Vliv biologicky aktivních látek na výnos chrástu ($t \cdot ha^{-1}$).....	51
Graf 6 Vliv biologicky aktivních látek na výnos polarizačního cukru ($t \cdot ha^{-1}$)	53
Graf 7 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bílého cukru ($t \cdot ha^{-1}$)	55
Graf 8 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost ($t \cdot ha^{-1}$)	57
Graf 9 Vliv biologicky aktivních látek na cukernatost (%)	58
Graf 10 Vliv biologicky aktivních látek na obsah α -aminodusíku ($mmol \cdot 100g^{-1}$).....	60
Graf 11 Vliv biologicky aktivních látek na obsah draslíku ($mmol \cdot 100g^{-1}$)	62
Graf 12 Vliv biologicky aktivních látek na obsah sodíku ($mmol \cdot 100g^{-1}$)	63
Graf 13 Vliv biologicky aktivních látek na teoretickou výtěžnost (%)	65

Seznam tabulek

Tabulka 1 Varianty pokusu (2015 – 2017)	40
Tabulka 2 Pěstitelská technologie 2015.....	40
Tabulka 3 Pěstitelská technologie 2016.....	41
Tabulka 4 Pěstitelská technologie 2017.....	41
Tabulka 5 Agrometeorologický rok 2014/2015.....	42
Tabulka 6 Agrometeorologický rok 2015/2016.....	43
Tabulka 7 Agrometeorologický rok 2016/2017.....	44
Tabulka 8 Chemické a fyzikální vlastnosti TS Impuls	46
Tabulka 9 Chemické a fyzikální vlastnosti TS Licit.....	46
Tabulka 10 Chemické a fyzikální vlastnosti TS Sentinel	47
Tabulka 11 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bulev (t.ha ⁻¹)	49
Tabulka 12 Vliv biologicky aktivních látek na výnos chrástu (t.ha ⁻¹).....	51
Tabulka 13 Vliv biologicky aktivních látek na výnos polarizačního cukru (t.ha ⁻¹)	53
Tabulka 14 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bílého cukru (t.ha ⁻¹)	54
Tabulka 15 Vliv biologicky aktivních látek na výnos bulev přepočtený na 16% cukernatost (t.ha ⁻¹).....	56
Tabulka 16 Vliv biologicky aktivních látek na cukernatost (%)	58
Tabulka 17 Vliv biologicky aktivních látek na obsah α -aminodusíku (mmol.100g ⁻¹)	60
Tabulka 18 Vliv biologicky aktivních látek na obsah draslíku (mmol.100g ⁻¹)	61
Tabulka 19 Vliv biologicky aktivních látek na obsah sodíku (mmol.100g ⁻¹)	63
Tabulka 20 Vliv biologicky aktivních látek na teoretickou výtěžnost (%)	64
Tabulka 21 Ekonomické zhodnocení biologicky aktivních přípravků	66

Seznam obrázků

Obrázek 1 Chemické složení cukrové řepy (Asadi, 2007)	17
---	----