

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

MARTIN BĚLOCH



Vliv mimokořenné výživy na technologickou kvalitu cukrovky

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
prof.Dr.Ing. Luděk Hřivna

Vypracoval:
Martin Běloch

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci **Vliv mimokořennové výživy na technologickou kvalitu cukrovky** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem), si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Srdečně děkuji prof. Dr. Ing. Ludřku Hřivnovi za trpělivost, pomoc, poskytování cenných informací a připomínek při vypracování bakalářské práce. Další poděkování patří Ing. Yvoně Dostálové a Ing. Marii Janečkové za pomoc při praktickém výzkumu.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá „Vlivem mimokořenové výživy na technologickou kvalitu cukrovky“. První část bakalářské práce je zaměřena na obecná fakta. Tato část pojednává o původu cukrovky, její botanice, agrotechnice, hnojení, založení porostu, regulaci chorob a škůdců včetně zaplevelení. Dále jsou v této části zahrnuty informace o chemickém složení a technologické kvalitě bulv a jejich následném využití.

V praktické části byl založen maloparcelní polní pokus, ve kterém je testován vliv mimokořenové výživy cukrovky na technologickou kvalitu bulv.

Klíčová slova: cukrová řepa, výživa, výnos, technologická kvalita

ABSTRACT

This Bachelor thesis deals with the influence of non-root nutrition on the technological quality of sugar beet. The first part of this thesis is focused on general facts. This section discusses the origin of sugar beet, its botany, agriculture technology, fertilization, establishment, control of diseases and pests including control of weeds. Additionally, this section includes information about chemical composition and technological quality of the tubers and their subsequent use.

In the practical part, the small field attempt was established, in which the influence of non-root nutrition of sugar beet is tested on the technological quality of the tubers.

Keywords: sugar beet, nutrition, yield of the tubers, technological quality

OBSAH

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | ÚVOD..... | 10 |
| 2 | CÍL PRÁCE..... | 11 |
| 3 | LITERÁRNÍ PŘEHLED | 12 |
| 3.1 | Cukrová řepa | 12 |
| 3.2 | Anatomie cukrové řepy | 13 |
| 3.3 | Chemické složení cukrové řepy | 14 |
| 3.3.1 | Sacharidy | 15 |
| 3.3.1.1 | Sacharosa..... | 15 |
| 3.3.1.2 | Invertní cukr | 15 |
| 3.3.1.3 | Rafinosa..... | 16 |
| 3.3.2 | Organické necukry dusíkaté | 16 |
| 3.3.2.1 | Bílkoviny | 16 |
| 3.3.2.2 | Aminokyseliny a amidy..... | 16 |
| 3.3.2.3 | Organické a purinové zásady | 16 |
| 3.3.2.4 | Enzymy..... | 16 |
| 3.3.3 | Organické necukry bezdusíkaté..... | 16 |
| 3.3.3.1 | Organické kyseliny..... | 17 |
| 3.3.3.2 | Tuky a saponiny | 17 |
| 3.3.3.3 | Barviva | 17 |
| 3.3.4 | Anorganické necukry – popeloviny | 17 |
| 3.4 | Hodnocení technologické kvality cukrové řepy..... | 18 |
| 3.5 | Požadavky na půdu | 19 |
| 3.6 | Tvorba a ovlivnění výnosu cukrové řepy..... | 20 |
| 3.7 | Zařazení do osevního postupu, výběr odrůdy a osiva..... | 22 |
| 3.8 | Příprava půdy a založení porostu | 23 |
| 3.9 | Význam živin a hnojení pro cukrovou řepu | 24 |
| 3.10 | Hnojení organickými hnojivy | 24 |
| 3.10.1 | Chlévský hnůj..... | 25 |
| 3.10.2 | Kejda | 25 |
| 3.10.3 | Sláma | 26 |
| 3.10.4 | Zelené hnojení | 26 |
| 3.11 | Hnojení průmyslovými hnojivy..... | 27 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.11.1 | Hnojení dusíkem..... | 27 |
| 3.11.2 | Hnojení fosforem..... | 28 |
| 3.11.3 | Hnojení draslíkem | 29 |
| 3.11.4 | Hnojení hořčíkem | 30 |
| 3.11.5 | Hnojení vápníkem | 31 |
| 3.11.6 | Hnojení sodíkem..... | 32 |
| 3.11.7 | Hnojení sírou | 32 |
| 3.11.8 | Dynamika odběru živin v průběhu vegetace | 34 |
| 3.12 | Hnojení mikroelementy | 35 |
| 3.12.1 | Bór | 35 |
| 3.12.2 | Mangan..... | 36 |
| 3.12.3 | Zinek..... | 36 |
| 3.12.4 | Železo | 37 |
| 3.12.5 | Měď | 37 |
| 3.13 | Mimokořenová výživa cukrové řepy | 37 |
| 3.14 | Hnojení cukrové řepy „pod patu“ | 39 |
| 3.15 | Ostatní ošetření během vegetační doby | 39 |
| 3.16 | Ochrana cukrové řepy proti škůdcům..... | 40 |
| 3.17 | Ochrana cukrové řepy proti chorobám | 41 |
| 3.18 | Ochrana cukrové řepy proti plevelům | 42 |
| 4 | MATERIÁL A METODY | 43 |
| 4.1 | Materiál | 43 |
| 4.2 | Metodika | 43 |
| 4.3 | Příprava pozemku..... | 44 |
| 4.4 | Charakteristika pozemku včetně základních agrotechnických údajů.... | 45 |
| 4.5 | Ošetřování porostu v průběhu vegetace | 45 |
| 4.6 | Odběry a rozborů vzorků: | 46 |
| 4.6.1 | Výpočet vybraných charakteristik a vyhodnocení výsledků..... | 46 |
| 5 | VÝSLEDKY A DISKUZE..... | 47 |
| 5.1 | Výsledky vegetačních pozorování | 47 |
| 5.2 | Vyhodnocení sklizně | 49 |
| 6 | ZÁVĚR..... | 53 |
| 7 | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY | 54 |

| | | |
|----|----------------------|----|
| 8 | SEZNAM OBRÁZKŮ | 59 |
| 9 | SEZNAM TABULEK | 60 |
| 10 | PŘÍLOHY | 61 |

1 ÚVOD

Cukrová řepa je jedna z nejvýznamnějších plodin v ČR s vysokým produkčním potenciálem s dlouhodobou tradicí a relativně stabilními výnosy. Jedná se o významnou průmyslovou plodinu, kterou řadíme mezi okopaniny a která má nezastupitelný úkol v osevním postupu jako předplodina. Její pěstování je limitováno celou řadou faktorů. Cukrovka se pěstuje na půdách bohatých na živiny a organické látky.

V současnosti se pěstuje především pro cukrovarnické účely, protože bulvy obsahují velké množství cukru – sacharózy. Cukr nachází široké uplatnění jak v lidské výživě, tak i ve zpracovatelském průmyslu, kde se používá k různým chemickým a biochemickým přeměnám. Hlavní předností cukru je dlouhodobá skladovatelnost a nízká cena. Cukr je využíván především jako hlavní energeticky bohatá a ekologicky čistá potravina. Velká spotřeba cukru ve vyspělých zemích je daná širokým sortimentem výrobků, jako jsou např. cukrářské výrobky, zmrzliny a také i mlékárenské výrobky. V domácnostech se cukr využívá především jako sladidlo do kávy a čaje, ale také při vaření a pečení. Tato surovina dodává potravinám správnou texturu, slouží jako ochucovadlo a konzervační prostředek. Největší světoví producenti cukru jsou např. Brazílie, Indie, Čína a USA. Česká republika přispívá ke světové produkci pouze 1 %. Spotřeba cukru na jednoho obyvatele je rozdílná v jednotlivých zemích. Největší spotřebu na jednoho obyvatele za rok má Kuba a Nový Zéland. Z evropských zemí pak Irsko a Rakousko. Průměrná spotřeba cukru na jednoho obyvatele za rok v ČR činí cca 40 kg. Cukrová řepa je v malé míře využívána i ke krmným účelům, a to jako vedlejší produkty z cukrovarů (melasa, řízky). V ČR máme sedm nejvýznamnějších a dodnes fungujících cukrovarů: Hrušovany nad Jevišovkou, Vrbátky, České Meziříčí, Dobruška, Opava, Prosenice a Litovel. Na Slovensku jsou v provozu pouze dva cukrovary: Trienčanská Teplá a Sereď.

Pěstování cukrovky se postupně zdokonaluje, rostou výnosy bulev i jejich technologická kvalita se výrazně zlepšuje. Dochází ke zlepšení technologie jejího zpracování. V poslední době roste i využití cukrovky pro výrobu bioethanolu (Krouský et al., 2006).

Vyšší technologická kvalita cukrovky zvyšuje efektivnost jejího využití. Jednou z možností, jak příznivě ovlivnit kvalitu cukrovky, je i cílená mimokořenová výživa. Jejím přínosem pro vyšší kvalitu bulev se věnuje i tato práce.

2 CÍL PRÁCE

V bakalářské práci je zpracována problematika: „Vliv mimokořenové výživy na technologickou kvalitu cukrovky“.

Cílem práce bylo vytvořit literární rešerši směřovanou k výše uvedené problematice. V ní pak přiblížit vliv vybraných makro i mikroživin na výnos a kvalitu produkce. V rámci praktického výzkumu soustředit pozornost na založení maloparcelního polního pokusu a v něm otestovat vliv vybraných hnojiv aplikovaných formou mimokořenové výživy na výnos a kvalitu produkce.

Získané výsledky sumarizovat a vyvodit doporučení pro pěstitele.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Cukrová řepa

Cukrová řepa patří do skupiny rostlin dvouletých, které se množí pomocí semen. V prvním roce vegetace dochází k vytvoření bulvy s listovou růžicí. Druhý rok zahrnuje růst hlavní lodyhy. Z pupenů se vytvářejí vedlejší lodyhy, které nesou generativní orgány. Semena cukrovky jsou 1-2 mm velké. Mají hnědou barvu a plochý tvar. Cukrovka, jako technická plodina s následným využitím v prvním vegetačním roce, je pěstována díky vysokému obsahu cukru v bulvě. Jedná se o sacharózu, která má široké uplatnění. Pro výrobu sacharózy se kromě cukrovky používá i cukrová třtina (Jůzl, Elzner, 2014).

Cukrová třtina se od cukrovky neliší chemicky, ale pouze způsobem a technologií zpracování v cukrovarech. Také má vyšší produkci cukru oproti cukrovce o 20-25 % z jednoho hektaru. Pěstuje se většinou v oblastech s větší intenzitou slunečního záření a vyšším množstvím srážek. Jsou to převážně oblasti tropických a subtropických zemí (Pokorná, Smutka, Pulkrábek, 2011).

Světová produkce cukru činí 130-140 mil. t.(podle F.O.Licht). Celková spotřeba cukru v ČR činí asi 400-450 tisíc t v hodnotě bílého cukru, což činí 39-40 kg na jednoho obyvatele za rok. V EU byla do loňského roku produkce regulována pomocí kvót Nařízením Rady (ES) č.318/2006 ze dne 20. 02. 2006 o společné organizaci trhů v odvětví cukru. V České republice byla ustanovena kvóta A ve výši 441 209 t bílého cukru a kvóta B 13 653 t bílého cukru. Celková kvóta pro produkci cukru do EU 454 862 t byla regulovaná na 411 331 t cukru. Rok 2017 je prvním rokem, kdy tyto kvóty již neplatí.

Cukrovary mají podepsané smlouvy s pěstiteli na odbyt cukrovky. Cukrovka se využívá i v zemědělství jako krmivo pro zvířata a to především ve formě vedlejších produktů cukrovaru (melasa, řízky). V poslední době dochází k rozvoji výroby palivového lihu z cukrovky. Z jednoho hektaru může být vyrobeno 7000-7500 l bioetanolu (Reinbergr, 2010).

V roce 2014/15 byla cukrovka v České republice pěstovaná na ploše 60-70 tisíc hektarů při výnosu bulv 70-75 t/ha. Z toho z plochy okolo 8 000 ha byla cukrovka využita pro výrobu lihu, zbytek byl použit na výrobu cukru.

3.2 Anatomie cukrové řepy

Cukrovou řepu tvoří listy a bulva. Listy mají asimilační funkci, kdežto bulva slouží jako zásobní orgán, kvůli kterému je cukrovka pěstována. Bulva nese pupeny, ze kterých se vytváří nadzemní části rostliny, tj. stoněk a listy (Pelikán et al., 2002).

Bulva cukrovky je část rostliny bez listů a skládá se z 3 částí: (obr. 1)

a) Hlava (**epikotyl**)

- Vrchní pasáž bulvy, která nese růžici, listy a pupeny. Zahrnuje cca 4 % celkové hmotnosti bulvy. Nachází se v ní nejméně cukru, ale nejvíce necukrů. Při sklizení se odstraňuje i s listovou růžicí a tvoří tzv. skrojky. Odstranění hlavy a listů se provádí pomocí nože. Řez by měl být přesný a rovnoměrný (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007).

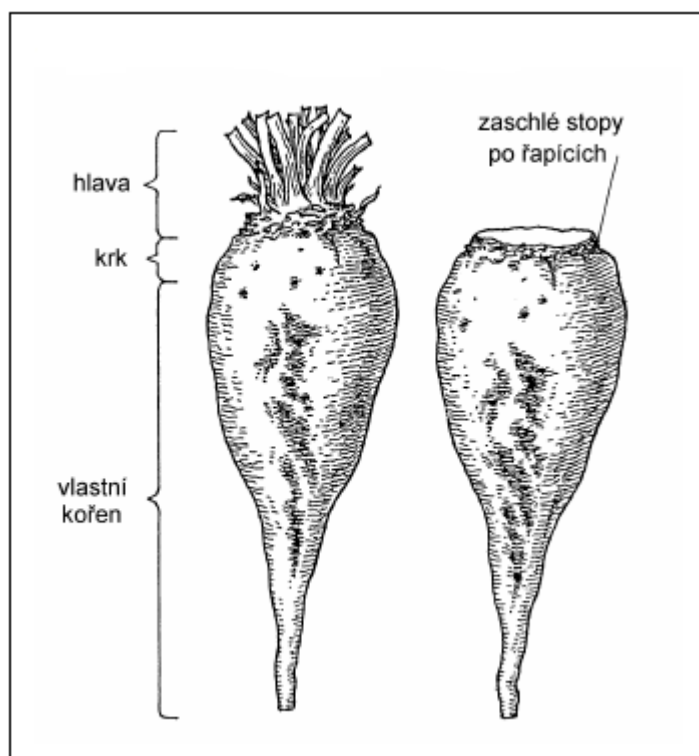
b) Krk (**hypokotyl**)

- Pasáž bulvy, která je přechodem mezi hlavou a vlastním kořenem. Krk nenese listy ani kořínky. Tvoří cca 6 % celkové hmotnosti bulvy.

c) Kořen (**radix**)

- Spodní pasáž bulvy, která je největší a vytváří se z ní postranní kořínky převážně v kořenové rýze. Charakter rýhy by neměl být hluboký ani příliš ostrý z důvodu zhoršení podmínek čištění cukrovky. Samostatný kořen by neměl být příliš dlouhý a větvený z důvodu sklizňových ztrát. Kořen zahrnuje cca 90 % celkové hmotnosti bulvy. Jeho hlavní funkcí je příjem vody z půdy vlivem ztenčeného konce kořene směrem dolů. Vytváří tzv. ocásek, který plní tuto funkci (Hřivna et al., 2014).

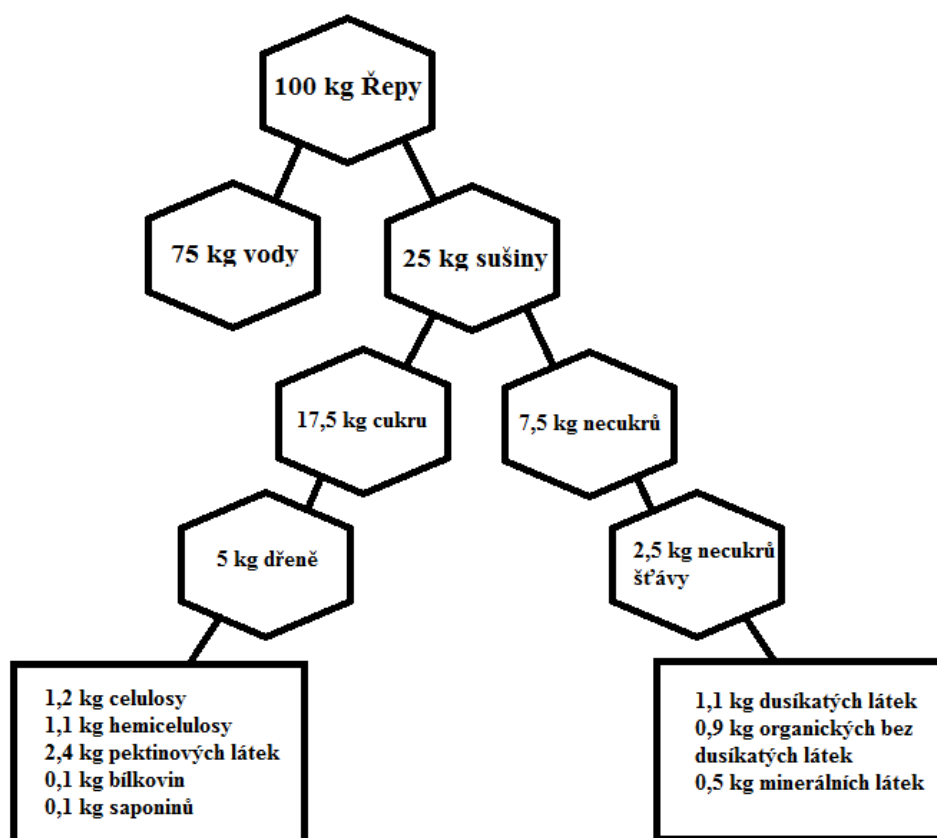
V současné době se používají sklizňové technologie, kdy se hloubka seřezu bulvy výrazně snižuje. Cílem zde je omezit řeznou plochu na minimum, což se pozitivně odráží v lepší skladovatelnosti cukrovky,



Obr. 1 Anatomické rozdělení bulvy (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007)

3.3 Chemické složení cukrové řepy

Chemické složení z velké části působí na technologické získávání cukru, určuje jeho výtěžnost a produkci melasy. Značnou měrou se zde promítají půdní podmínky, hnojení, volba odrůdy a různé další faktory. V cukrové řepě je zastoupen kyslík, vodík a uhlík. Tyto prvky jsou nezbytné pro tvorbu sacharidů, aminokyselin, bílkovin, lipidů a dalších sloučenin. Cukrovka obsahuje i další mikro a makroprvky, které se účastní biochemických reakcí. např. dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík, sodík, železo, měď, zinek, mangan, bór a molybden. Z hlediska technologického se cukrovka skládá z vody a sušiny. Voda je v bulvě obsažena v rozmezí 70 - 80 %, ale její množství je kolísavé. Sušina je tvořena nerozpustnými látkami (obr. 2) (Velíšek, Hajšlová, 2009).



Obr. 2 Chemické složení cukrové řepy (Velíšek, Hajšlová, 2009)

3.3.1 Sacharidy

3.3.1.1 *Sacharosa*

Přírodní cukr, disacharid, který je opticky aktivní a stáčí rovinu polarizovaného světla doprava. Dobře rozpustný ve vodě, obsahující ve svém skeletu glukózu a fruktózu. Sypká, bílá látka sladké chuti, krystalizující v jednodlonné soustavě. Krystalizace sacharosy je snižovaná velkým obsahem popela. Využívá se po celém světě jako sladidlo s vysokou energetickou hodnotou (Prugar a kol., 2008).

3.3.1.2 *Invertní cukr*

Směs glukózy a fruktózy. Ve zdravé řepě obsažen od 0,05-0,02 %. U poškozené řepy se obsah invertního cukru zvyšuje až na 1,5 % invertu, který ovlivňuje výtěžky a polarizaci. Stáčí rovinu polarizovaného světla doleva a podléhá především alkoholovému a mléčnému kvašení. Nepříznivě ovlivňuje celkovou jakost cukrové řepy (Draycott, Christenson, 2003).

3.3.1.3 Rafinosa

Trisacharid složený z glukózy, fruktózy a galaktózy. Opticky aktivní, stejně jako sacharóza otáčí rovinu polarizovaného světla silně doprava. Z důvodu vysoké otáčivosti může nepříznivě ovlivňovat výtěžek. Snižuje finální kvalitu cukrovky.

3.3.2 Organické necukry dusíkaté

3.3.2.1 Bílkoviny

Cukrová řepa obsahuje především globuliny, které se při vyšší teplotě sráží s enzymy. V kyselinách a zásadách jsou tyto bílkoviny částečně rozpustné a skoro nedifundují. Některé z nich, cca 15 %, podléhají difúzi do cukerné šťávy, ale na kvalitu cukrovky téměř nemají vliv.

3.3.2.2 Aminokyseliny a amidy

Jedná se převážně o α -aminokyseliny, které se těžko odstraňují ze šťávy. Typickými příklady jsou kyseliny glutamová, asparagová a leucin. Snadno podléhají difúzi a při rozkladných reakcích na odparech uvolňují amoniak. Dochází ke snižování alkality šťávy a ovlivnění kvality cukrové řepy.

3.3.2.3 Organické a purinové zásady

Tradičními zástupci této skupiny sloučenin jsou lecitin, cholin, guanin a betain. Betain je trimethylglycin, který se vytváří při oxidaci cholinu. V řepě je obsaženo cca 0,15-0,20 % betainu, který je označován jako škodlivý dusík.

3.3.2.4 Enzymy

Enzymy se účastní katalytických procesů převážně při skladování a při následném zpracování cukrovky. K inaktivaci enzymu dochází až při teplotě nad 80 °C. Nejznámějším enzymem obsaženým v cukrové řepě je invertáza (Velíšek, Hajšlová, 2009).

3.3.3 Organické necukry bezdusíkaté

Do organických bezdusíkatých necukrů řadíme organické kyseliny, tuky, saponiny a barviva.

3.3.3.1 *Organické kyseliny*

Látky nacházející se v bulvě, způsobující mírně kyselou reakci šťávy při pH 6 -6,5. Mezi hlavní zástupce organických kyselin patří kyselina šťavelová, jablečná citrónová a glyoxalová. Soli těchto kyselin ovlivňují alkalitu řepné šťávy. V menším množství jsou zastoupeny kyselina máselná, octová a šťavelová, které způsobují hnití řepy.

3.3.3.2 *Tuky a saponiny*

Obsah těchto látek v cukrovce je nízký. Jejich množství se pohybuje okolo 0,1- 0,5 %. Charakteristický znak pro tuto skupinu látek je výborná rozpustnost a toxicita pro ryby. Saponiny jsou označovány jako sekundární metabolity, které ve vodě silně pění. Chuť těchto látek je nahořklá někdy až svíravá.

3.3.3.3 *Barviva*

Barviva se vytváří ve sladkých řízkách a v difúzní šťávě díky enzymatickým reakcím. Enzymatickou oxidací polyfenolů vznikají melaniny. Při zvýšené teplotě nám rozdrcený cukr přechází na hnědý karamel. Látky tohoto charakteru vznikají reakcí redukcí cukrů s dusíkatými látkami tzv. melanoidiny (typický příklad Maillardovy reakce), ale také při reakci polyfenolů s železnatými komplexy (Velíšek, Hajšlová, 2009).

3.3.4 *Anorganické necukry – popeloviny*

Anorganické látky nacházející se v bulvě. Jejich obsah je cca 0,5 %. Stanovují se při teplotách okolo 400-500 °C. Typickými zástupci jsou základní prvky (tab. 1). Popeloviny brání krystalizaci cukru (Hřivna et al., 2014).

Tab. 1 Obsah popelovin v cukrové řepě (Hřivna et al., 2014)

| Popelovina | K | Na | Ca | P | Cl |
|------------|------|-------|------|------|------|
| Obsah (%) | 0,21 | 0,052 | 0,06 | 0,03 | 0,02 |

3.4 Hodnocení technologické kvality cukrové řepy

Hodnocení kvality cukrové řepy zahrnuje soubor fyzikálně-chemických, chemických, biologických a mechanických vlastností bulev cukrové řepy. Tyto faktory jsou stěžejní při skladování a následném zpracování bulev cukrovky pro dosažení maximálního výnosu. Mezi hlavní prvky fyzikálně-chemických vlastností patří osmotický tlak, a barva buněčné šťávy a také pH. Chemické vlastnosti zahrnují obsah cukrů a necukrů, převážně sodných a draselných solí, dusíkatých látek a redukujících cukrů tzv. invertů. Do biologických vlastností řadíme hmotnost, velikost a tvar bulev, jejich zdravotní stav a odolnost při skladování proti nežádoucím chorobám. Pevnost, pružnost a odpor při řezání jsou mechanické vlastnosti bulev.

Mezi nejvýznamnější ukazatele kvality cukrovky řadíme obsah popela, invertu, škodlivý alfa-aminodusík a také digesce.

Popel udává obsah rozpustných popelovin v bulvě. Stanovení se provádí pomocí konduktometrie. Výsledek se vyjadřuje v procentech, ale také i v obsahu sodíku a draslíku v mmol na 100 g bulvy. Stanovení se provádí pomocí plamenového fotometru. Rozmezí obsahu popelovin v cukrovce se pohybuje mezi 0,25-0,45 %. Obsah sodíku se pohybuje mezi 0,3-1,3 mmol, draslíku 3,0-5,0 mmol. V tomto případě jde o látky, které se nedají odseparovat z řepné šťávy a mají melasotvornou schopnost.

Obsah invertu se stanovuje stejným způsobem jako redukující cukry pomocí Fehlingových roztoků, výsledek je vyjádřen v procentech.

Alfa-aminodusík je složen z dusíkatých látek, které přecházejí do šťávy a mají melasotvornou schopnost. Proto se označuje jako škodlivý dusík. Jde o veškerý dusík cukrovky, který se uvolňuje při saturaci po odečtení amoniaku a dusíku bílkovin. Stanovení se provádí pomocí kolorimetrie a výsledek je vyjádřen v miligramech na 100 g bulvy. Obsah alfa-aminodusíku se pohybuje v mezi od 1-3,5 mmol.

Digesce je poslední ukazatel kvality, který se stanovuje polarimetricky a udává se v hmotnostních procentech. Digesce se pohybuje v rozmezí 15-20 %. (Draycott, Christenson, 2003).

Nejvýznamnějšími výpočty zralosti cukrové řepy jsou M, B a MB faktor, který vyjadřuje množství vytvořené melasy v procentech, které vznikne při výrobě 100 kg bílého cukru. Čím nižší je MB faktor, tím je vyšší vyžrálost (tab. 2) a technologická kvalita cukrové řepy.

B faktor se vypočítá pomocí vzorce: $B = Dg - Z - 4 \times P_p$

Vyjadřuje výtěžnost bílého cukru v % na hmotnost cukrovky.

M faktor se vypočítá pomocí vzorce: $M = 11 \times (P_p - 0,12)$

Vyjadřuje výtěžnost melasy, udává produkci melasy s 50% polarizací na hmotnost řepy.

MB faktor se vypočítá pomocí vzorce: $MB = 800 \times P_p / (Dg - Z - 4 \times P_p)$

Vysvětlivky:

P_p – popel cukrovky v procentech

Dg – digesce v °S stanovená polarimetricky

Z – ztráty cukru (0,8-1,2)

Cukrová řepa jako surovina je pro výrobu cukru kvalitnější, čím je vyšší B faktor a nižší M a MB faktor.

Tab. 2 Technologická kvalita cukrové řepy (Hřivna et al., 2014)

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

3.5 Požadavky na půdu

Půda pro pěstování cukrovky by měla mít optimální strukturu a pórovitost, dále nižší objemovou hmotnost, tj. pod $1,45 \text{ g/cm}^3$ a nízký penetrační odpor půdy, tj. maximálně 3,5 megapascalů. Dalšími kritérii jsou příznivý vodní režim, neutrální až slabě alkalická reakce s hodnotami pH 6,8-7,3, obsah humusu v půdě vyšší než 2,5 %. Tyto požadavky splňují řepařské výrobní oblasti. Cukrovka by měla být pěstovaná převážně na půdních typech černozem, hnědozem, fluvizem a luvizem v klimatických oblastech T3 (teplá, mírně vlhká oblast) a T2 (teplá, mírně suchá oblast) (tab. 3) (Pulkrábek et al., 2007).

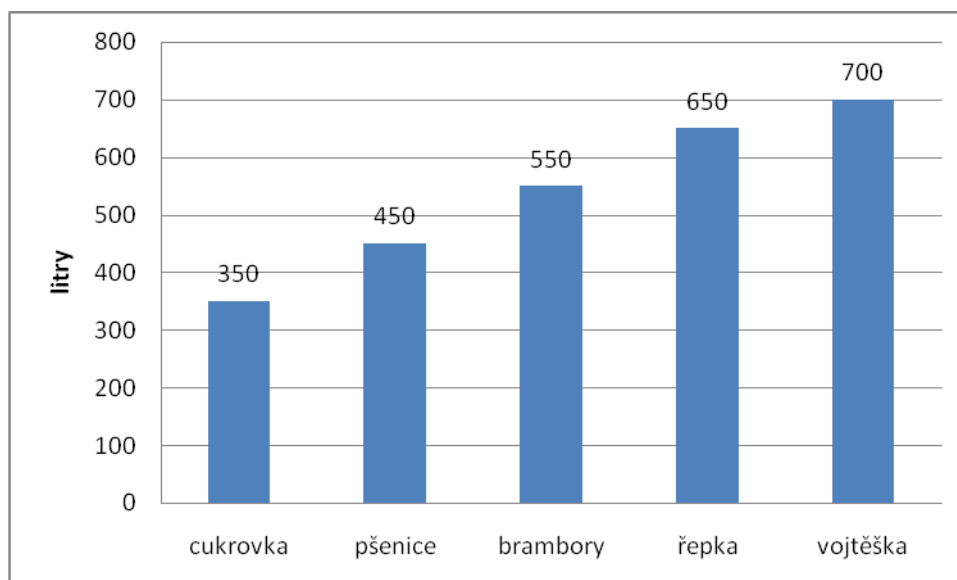
Tab. 3 Charakteristika vhodnosti stanoviště pro pěstování cukrové řepy
(Pulkrábek et al., 2007)

| Ukazatel | Vhodné stanoviště | Nevhodné stanoviště |
|---|---|---|
| Půdní typ | černozemě, hnědozemě, nivní půdy (fluvizem), rendziny (septosol), illimerizované půdy (luzizemě) | glejové půdy (gleje), bažinaté půdy, hnědé půdy (kambizemě) |
| Půdní druh | pisčito-hlinité půdy, hlinité půdy, jílovo-hlinité půdy | pisčité půdy |
| Půdní reakce (pH) | 6,8-7,3 | pod 5,6 a nad 7,5 |
| Využitelný profil půdy (cm) | nad 50 | do 40 |
| Skeletovitost půdy (obj. %) | do 2 | nad 2 |
| Sklonitost pozemku (%) | do 3 | nad 5 |
| Klimatický region | T2, T3, MT1, MT2, MT3 průměrné roční teploty vzduchu 7-9 °C průměrný roční úhrn srážek 500-900 mm | od 7 °C průměrná roční teplota vzduchu pod 500 mm roční úhrn srážek |
| Vodní režim | vyrovnaný | trvalé zamokření |
| Náchylnost k erozi | žádná nebo slabá | větší až vysoká |
| Počet dní vegetace | nad 180 | do 170 |
| Hád'átka řepné (počet cyst v 1 kg) | do 5 | nad 200 |
| Plevele (pokryvnost v %) | slabý vítr (do 20) | Silnější výskyt (nad 30), výdrol řeky a slunečnice, plevelná řepa |
| Rezidia herbicidů | žádná | triaziny, sulfonylmočoviny |

3.6 Tvorba a ovlivnění výnosu cukrové řepy

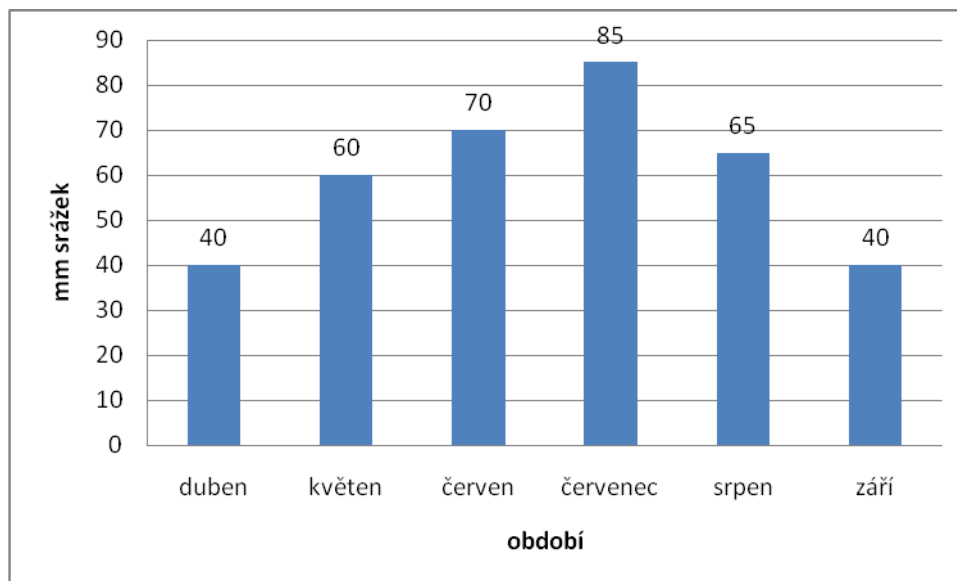
Cukrová řepa je velmi citlivá rostlina na nepříznivé podmínky. Měla by být pěstována na půdách, které obsahují velké množství živin, vody, tepla a slunečního svitu. Vegetační doba cukrové řepy je 180-200 dní. Vyžaduje alespoň 1 400 hod slunečního záření. Při růstu cukrovky by se měla teplota pohybovat okolo 14,5 °C, kalendářně je to období od dubna až do října (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007).

Výnosnost cukru je závislá na délce vegetace, průměrných teplotách a slunečním záření. Na tyto podmínky má pozitivní vliv oxid uhličitý v ovzduší, který slouží jako zdroj pro fotosyntézu a jeho koncentrace v ovzduší se stále zvyšuje. Významnou roli zde sehrává také to, že cukrovka má nízký transpirační koeficient, to znamená, že velmi dobře hospodaří s vodou (obr. 3).



Obr. 3 Transpirační koeficient (l.kg⁻¹ suchá hmota) u různých polních plodin (Hřivna et al, 2014)

Přes to, že má cukrovka schopnost dobře hospodařit s vodou, vzhledem k vysokým výnosům vyžaduje, aby srážky během dubna - září dosahovaly poměrně vysokých hodnot (obr. 4). Na druhou stranu nejenom přílišné sucho ale i dlouhodobé srážky na přelomu srpna a září mohou působit negativně, snižovat cukernatost a zhoršovat technologickou kvalitu cukrovky.



Obr. 4 Optimální srážkové období při vegetaci cukrové řepy (Hřivna et al. 2014)

Tvorba výnosu z jednoho hektaru závisí na množství bulev, průměrné hmotnosti bulev a cukernatosti. Na tyto faktory musíme dávat pozor při setí cukrovky. Převážně se jedná o počet rostlin v porostu, jeho přehušnění a mezerovitost. Za tzv. mezery se považují prázdné úseky řádku přesahující 40 cm. Výsledná struktura porostu závisí na vzdálenosti výsevu v řádku, ideální je 18-21 cm, vzešlost porostu (70 - 85 %) a šířce řádků (45 cm) (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007).

3.7 Zařazení do osevního postupu, výběr odrůdy a osiva

Cukrovka je plodina, která výrazněji nereaguje na předplodinu, především z důvodu hnojení statkovými hnojivy. Nejlepší předplodinou pro pěstování cukrové řepy jsou ozimé obilniny, převážně ozimá pšenice. Špatnými předplodinami pro pěstování jsou kukuřice, vojtěška a jetel. Cukrovka se nemá sít následně po sobě dřív než za 4 - 5 let, jelikož dochází k rozvoji háďátka řepného. Jedná se o typického představitele škůdců, který nepříznivě ničí a ovlivňuje cukrovou řepu. Jeho rozvoj potlačují plodiny jako řepka a hořčice. Úplného odstranění háďátka řepného docílíme pěstováním vojtěšky, žita a čekanky (Švachula et al., 2006).

Povolené odrůdy zastupují geneticky jednoklíčkové odrůdy cukernaté, normální a výnosové. Pěstitel má přístup k seznamu povolených druhů, který je velice obsáhlý. Cukernaté odrůdy, tzv. C-typ, garantují nižší výnosy kořene, ale vysoký obsah cukru (17 - 18 %) a výtěžnost rafinády. Normální odrůdy, tzv. N-typ zajišťují střední až vyšší výnos bulev, střední cukernatost a výtěžnost rafinády. Poslední odrůdy výnosové, tzv.

V-typ garantují vysoký výnos kořene, ale nízkou cukernatost (16-17 %). Některé odrůdy jsou řazeny do skupiny přechodných odrůd k tzv. NC typům, dále také NV typům (Švachula et al., 2006).

Sušší oblasti zahrnují pěstování převážně těch odrůd, které nejsou tak závislé na vodě a které jsou doporučeny pro ranou sklizeň.

Při volbě osiva musí pěstitel zohlednit všechny kroky technologie pro daný druh cukrové řepy. Pěstitel si vybrané osivo dané odrůdy kupuje v předem sjednaném cukrovaře, který poskytuje záruku klíčivosti, kvality, kalibrace a moření. Osivo cukrovary prodávají převážně v obalech ve výsevních jednotkách (100 000 semen) (Švachula et al., 2006). Osivo je mořeno proti nepříznivým škůdcům a chorobám o klíčivosti přes 75 %, čistotě nad 98 % a požadovaném velikostním třídění 3,75-4,75 mm.

3.8 Příprava půdy a založení porostu

Kvalitní zpracování půdy je nutným předpokladem vysoké sklizně. Nejčastěji ho představuje soustava 3 oreb. Podmítka co nejdříve po sklizni, organické hnojení převážně statkovými hnojivy, středně hluboká orba, která se provádí od srpna do září a následně hluboká orba, která proběhne v říjnu. Oba dva typy oreb mají za úkol zaorat statková hnojiva a průmyslová hnojiva. Hloubka těchto oreb se pohybuje od 18 až do 30 cm. Maximální hloubka hluboké orby je 45 cm.

Další možností je kypření (dlátování) do hloubky 45 cm. To se používá především při preferenci minimalizačních technologií. Hrubou brázdu můžeme srovnat již na podzim.

Jarní vláčení na jaře pak zajišťuje otevření povrchu půdy a podporuje vysychání půdy po zimě. V období mezi vláčením a předseťovou přípravou můžeme aplikovat herbicidy, ale také i průmyslová hnojiva. Kypření půdy před setím by mělo probíhat v jedné operaci a hloubka kypření by měla odpovídat hloubce setí 3 - 4 cm. Nejčastějšími stroji na vlastní předseťovou přípravu jsou kombinátory (radličkové brány s prutovými válci) a komparátory.

Porosty cukrové řepy jsou založeny na přesném výsevu osiva a konečné vzdálenosti. Jde o technologii bez ruční práce. Způsob tohoto typu vyžaduje pole výborně připravené. Porost cukrovky je definován vzdáleností výsevu v řádku, meziřádkovou vzdáleností, která činí 45 cm a vzešlostí porostu. Asi jeden z nejnáročnějších úkolů

pěstitele je správný výběr výsevní vzdálenosti. Při určování vzdálenosti vycházíme z minimální 90% klíčivosti, připravenosti půdy na setí a pravděpodobnosti vzešlosti porostu, která je 75-85 %. V dnešní době se cukrová řepa seje na konečnou vzdálenost 18-21 cm, což činí 1,24-1,06 výsevních jednotek na hektar. Čas setí cukrovky u nás je od 15. března do 20. dubna při teplotě půdy minimálně 5 °C a hloubce výsevu 25-30 mm. Pro výsev cukrovky využíváme automatizované secí stroje s mechanickým nebo pneumatickým výsevem. Zásadní podmínkou pro vysoký výnos je pravidelné obsazení pole rostlinami bez mezer a shluků (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007).

3.9 Význam živin a hnojení pro cukrovou řepu

Cukrová řepa tvoří významnou část biomasy s vysokým obsahem sacharidů. Při svém růstu a vývoji spotřebuje velké množství živin a má zvýšené nároky na půdní strukturu s velkým obsahem vápníku a humusu. Je to plodina, které vyhovuje neutrální půdní reakce, tudíž by se na kyselých půdách neměla pěstovat.

Základ úspěšné sklizně je hnojení statkovými hnojivy. Pěstovat se cukrová řepa může i bez nich, za použití většího množství průmyslových hnojiv.

Cukrovka je plodina náročná na živiny, tudíž ji musíme pěstovat na půdách s dobrou zásobou všech živin. V průměru cukrovka odčerpá na 1 t bulev včetně chrástu cca 4,4 kg N, 5,7 kg K, 0,7 kg P, 0,8 kg Mg a 2 kg Ca. Pro dosažení dobrého výnosu je třeba respektovat předpokládaný výnos a tomu přizpůsobit i hnojení. (Vaněk et al., 2002).

Z počátku je růst rostliny pomalý. Na vzejití potřebuje asi 14 dní. V následujících 27 dnech se vytvoří první pravé lístky a za jeden kalendářní měsíc listy zakryjí celý povrch půdy.

3.10 Hnojení organickými hnojivy

Vysoká půdní úrodnost a kvalitní agrotechnika, do které patří i racionální hnojení, jsou základními pilíři pro dosažení vysokých výnosů. Abychom tyto dva základní atributy naplnili, musíme zajistit přísun organických látek do půdy. Při snížení organických látek se sníží i obsah humusu, a to vede ke zhoršení fyzikálněchemických vlastností půdy. Pravidelné hnojení chlévským hnojem příznivě působí na tvorbu drobtovité struktury, což se mj. odrazí i v lepší retenční schopnosti půd.

Cukrová řepa se řadí do plodin velmi dobře reagujících na organická hnojiva s možností přidavku jakéhokoliv statkového hnojiva. Nejčastěji se využívá zaorávání slámy a posklizňových zbytků zpět do půdy, ale také i zelené hnojení. Před aplikací pěstitel musí znát vlastnosti organického hnojiva a vycházet z chemického složení (Hřivna et al., 2003).

3.10.1 Chlévský hnůj

Chlévská mrva je první stupeň hnojiva složený z výkalů, podestýlky a částic krmiva. Chlévský hnůj vzniká následným procesem zrání na hnojišti. Jedná se o nejtýpicetější hnojivo používané na hnojení půd na poli v optimální dávce 30-40 t/ha (Vaněk et al., 2002).

Nadměrná dávka hnoje zajišťuje vysoký příjem dusíku a draslíku, ale způsobuje sníženou cukernatost a vysoký obsah alfa-aminodusíku, draslíku v bulvě cukrovky. Velice důležitý je i termín zaorání hnojiva. Ideální doba je do konce září. Na těžkých půdách

a suchých oblastech se hnůj zaorává už k předplodině.

Chlévský hnůj obsahuje i růstové látky, stimuluje činnost mikroorganismů v půdě. Aplikace hnoje se provádí pomocí rozmetadel na strniště nebo na podmítku s okamžitým zapravením do půdy mělkou orbou. Nejvhodnější je aplikovat statková hnojiva do konce září. Pozdější hnojení a orba už není dobrým řešením. (Hřivna et al., 2014).

3.10.2 Kejda

Při chovu zvířat na rostech nebo ve volném ustájení bez podestýlky vzniká kejda. Jedná se o pevné a tekuté výkaly hospodářských zvířat, které jsou zředěné vodou (Vaněk et al., 2002).

Kejda není jako hnojivo u cukrovky využívána ve velké míře, i když má ve finále stejné účinky jako chlévský hnůj. Problém u tohoto hnojiva spočívá v obsahu sušiny, kdy by její hodnota neměla klesnout pod 5 %, Množství sušiny rovněž limituje dávku hnojiva. Při hnojení se aplikuje do 50 m³ kejdy s obsahem sušiny 5-7 %. Vyšší dávka kejdy způsobuje snížení cukernatosti, naopak nižší dávka negativně působí na strukturu půdy. Kejda obsahuje větší množství stimulačních látek (heteroauxinů) a způsobuje větší zaplevelení porostu cukrovky. Nejvhodnější aplikace kejdy je společně se slámou

nebo zeleným hnojivem, kdy je pozitivně ovlivněn výnos i kvalita cukrové řepy (Hřivna et al., 2003).

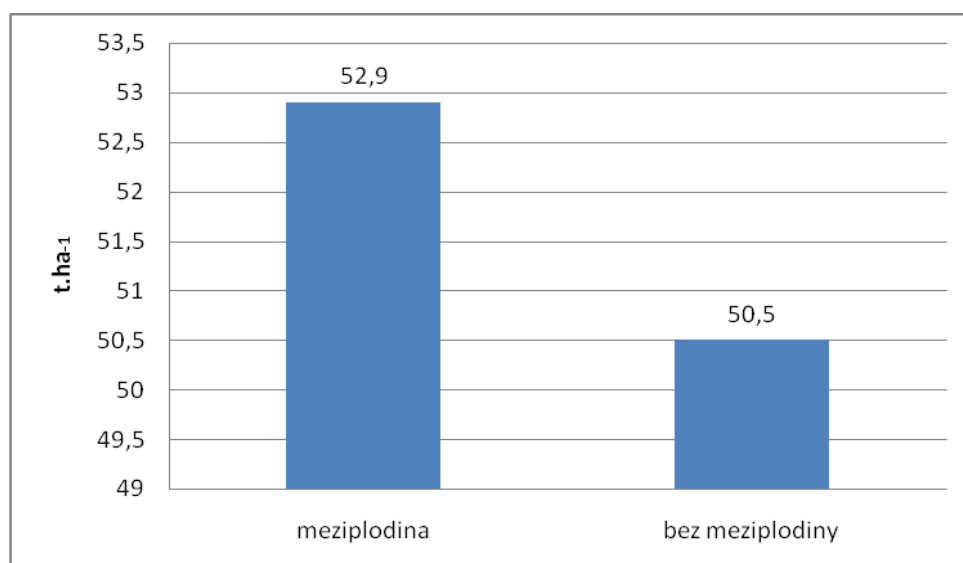
3.10.3 Sláma

V dnešní době dochází velmi často k zapravení slámy. Sláma obsahuje velké množství organických látek, které jsou významné pro vytvoření stabilních organických látek v půdě. Při aplikaci slámy jako hnojiva je třeba ji rozmělnit a pravidelně rozmístit po celé ploše pole. Při špatném rozmístění vznikají tzv. shluky – „slaměné matrace“, půda zde rychle prosychá, tvoří se zde inhibiční látky a rostliny, které se dostanou do těchto míst špatně rostou. Slámu je nezbytné co nejrychleji rozložit. K rozkladu slámy přispějeme úpravou poměru C:N na 20-30:1. K tomu je vhodné aplikovat na slámu kejdu nebo dusíkatá průmyslová hnojiva (Hřivna et al., 2003).

3.10.4 Zelené hnojení

Jedná se o způsob hnojení, který se nevyužívá tak často jako předchozí hnojiva. Většinou se aplikuje společně s dalšími hnojivy v kombinaci s chlévským hnojem, kejdou, slámou nebo močůvkou, ale lze je aplikovat i samostatně (Vaněk et al., 2002).

Uplatňuje se u pěstitelů, kteří se soustředí převážně na rostlinnou produkci. Velký význam má zelené hnojení u pozemků s nižší úrodností. Potvrzují i výsledky cukrovaru Anklam v Německu, který monitoroval, že zařazení meziplodin přispělo k nárůstu výnosu o víc jak 2 t/ha (obr. 5).



Obr. 5 Vliv meziplodiny na výnos cukrové řepy (Hřivna et al., 2003)

Při použití zeleného hnojení se zvýšila také půdní úrodnost, zlepšila struktura a obsah organických látek v půdě. Byla zajištěna snadnější mineralizace, omezilo se vyplavování živin z půdy i zaplevelení. Mezi výborné meziplodiny pro řepařské půdy patří:

- **podsevy v obilninách** např. jetel plazivý s travními směskami
- **luskoviny a jejich směsky s jilem** např. peluška, lupina a bob
- **svazanka vratičolistá** velmi vhodná v oblastech, kde se nepěstují brukvovité rostliny vzhledem k výskytu háďátka řepného
- **brukvovité rostliny** - využívají se na půdách, kde není výskyt háďátka řepného vzhledem k tomu, že podporují jeho rozmnožování (Hřivna et al., 2014)

3.11 Hnojení průmyslovými hnojivy

Z hlediska agrotechniky je nejdůležitější hnojení dusíkem, fosforem, draslíkem, hořčíkem, vápníkem, sodíkem a sírou. Hnojením se do půdy nebo formou mimokořenové výživy dodává také železo, mangan a malé množství bóru. Průmyslová hnojiva jsou zejména finální výrobky z chemického průmyslu (Vaněk, 2002). Jedná se o jeden z možných typů hnojení, který rozhoduje o celkovém výnosu cukrové řepy.

3.11.1 Hnojení dusíkem

Dusík je jeden z nejvýznamnějších prvků ovlivňující výnos a má velký význam pro růst cukrové řepy. Hraje zásadní roli při tvorbě listového aparátu a tím ovlivňuje i proces fotosyntézy. Uvolňuje se z organických látek při mineralizaci. Rychlost mineralizace je spojena s mikrobiální aktivitou půdy (Draycott, 2005). Jarní dávka dusíku se stanovuje podle rozborů vzorků půdy na obsah N min a později na základě anorganických rozborů rostlin v období, kdy se vytváří pátý pravý list. Při předseťové aplikaci si musíme dát pozor na amonný dusík, který negativně ovlivňuje vzcházení cukrovky. Dle toho musíme volit hnojiva, ve kterých převažuje dusík nitrátový. Nitráty jsou rychle přijímány a následně se dostávají do listů, kde je lokalizovaná větší oblast nitrátoreduktázové aktivity. (Pulkrábek et al., 2007).

Cukrová řepa je velice citlivá na přehnojení dusíkem. Následné přehnojení snižuje cukernatost a v některých případech vede i ke snížení výnosu. Největší příjem dusíku do rostliny je v období do konce června. V této části se vytváří maximum listové

plochy. Přehnojení dusíkem má za následky temně zelenou barvu listů a velké zvráštění listů. Naopak při malé dávce hnojiva se projevuje zesvětlení až zežloutnutí listů (Hřivna et al., 2003).

Důležitou roli hraje při hnojení dusíkem i dávka hnojiva. Dávka je v průběhu vegetace ovlivněna obsahem dusíku v půdě a typem používaného hnojiva. Dříve se dávka pohybovala v rozmezí 120 - 180 kg/ha, ale v dnešní době dochází k přehodnocování hnojení a směřují k nižším dávkám dusíku (Szczepaniak et al., 2012).

Celkový obsah dusíku v půdě je velmi rozdílný a pohybuje se v rozmezí od 0,05 - 0,5 %. Průměrný obsah dusíku v půdách na území ČR je 0,1 - 0,2 %, což představuje 3-6 t dusíku na jeden ha. Z celkových 98 - 99 % je dusík obsažen v organické formě a zbytek v minerální formě (1 - 2 %). Organické látky jsou v půdách činností mikroorganismů rozloženy až na amoniak (Žák et al., 2002). Deficit dusíku se projevuje žloutnutím listů (obr. 6).



Obr. 6 Žloutnutí listů při nedostatku dusíku (Hřivna, 2005)

3.11.2 Hnojení fosforem

Hnojení půd fosforečnými hnojivy se začalo uplatňovat až v průběhu 20. století. Fosfor je základní pilíř ve stavbě cukrové řepy. Jeho nejvýznamnější funkcí je přesun energie zprostředkovaný ATP, označovaný jako biochemická fosforylace. Tato reakce je velice důležitá. Reakce tohoto typu se objevují v procesu fotosyntézy, respirace a při výrobě cukru (Draycott, 2005).

Fosfor je pro cukrovou řepu velice důležitý, má-li ho rostlina dostatek k dispozici, snižuje se obsah kyseliny šťavelové. Bylo prokázáno, že vysoký obsah šťavelanů v bulvě může souviset s poklesem obsahu cukru v řepě (Topcuoğlu, 2003).

V půdě je fosfor obsažen v rozmezí od 0,03-0,13 %. Fosfor je z půdy přijímán ve formě H_2PO_4^- a HPO_4^{2-} aniontů. Rychlost příjmu je závislá na obsahu kyslíku v půdě, dále na světle, které má stimulační účinky na jeho příjem.

Mezi nejčastěji používaná fosforečná hnojiva patří Amofos. Jedná se o hnojivo obsahující 52 % oxidu fosforečného a 12 % dusíku. Obsahuje vodorozpustný fosfor (fosforečnan amonný) a dusík v amonné formě. Používá se převážně k podpatovému hnojení.

Mezi další fosforečná hnojiva patří Superfosfát granulovaný jednoduchý, Superfosfát granulovaný dvojitý, Fosmag a Duofertil 30 NP, 30, 34 a 38 (Hřivna et al., 2014).

Rostlina čerpá fosfor z půdy po celou dobu vegetace. Hnojení fosforečnými hnojivy se provádí na strniště na podzim a následně je hnojivo zaoráno do půdy. Projevy deficitu fosforu na rostlinách můžeme pozorovat jako červené zabarvení listů.



Obr. 7 Zčervenání rostlin při nedostatku fosforu (Draycott, 2005)

3.11.3 Hnojení draslíkem

Draslík je jedna z nejzákladnějších makroživin, které ovlivňují růst a vývoj rostliny. Jeho deficit se projevuje v mnoha směrech. Mimo jiné snižuje příjem CO_2 při procesu fotosyntézy. Tato živina je přijímána rostlinou po celou vegetační dobu ve větším množství. Cukrová řepa je na draslík velmi náročná. Draslík je nejvíce přijímanou

živinou. Při hnojení draslíkem se prvek dostává převážně do listů a kořenů. Hnojení draslíkem se provádí na strniště na podzim a následně je hnojivo zaoráno do půdy. Jarní hnojení draselnými hnojivy není vhodné z důvodu špatného vzcházení cukrovky (Draycott, 2005).

Nejčastěji používaným draselným hnojivem je Draselná sůl 60%, krystalická, granulovaná. Obsahuje 60 % oxidu draselného, 47 % chlóru a malé množství sodíku. Mezi další významná draselná hnojiva patří Magnesia kainit, Patentkali a Korn Kali. Deficit draselného hnojiva způsobuje zpomalený růst, horší příjem vody, pokles příjmu nitrátů, fosfátů a dalších živin, dále způsobuje větší náchylnost k chorobám a špatný vývin kořenového systému (Grzebisz et al., 2005). Pokud má cukrovka nedostatek draslíku, dochází k okrajovému zasychání listů (obr. 8).



Obr. 8 Nedostatek draslíku ve výživě cukrové řepy (Bittner, 2012)

3.11.4 Hnojení hořčíkem

Hořčík významně ovlivňuje růst a vývoj cukrové řepy a má rozhodující vliv na kvalitu a výnos. Jeho spotřeba je mnohem vyšší než u fosforu. Při hnojení je hořčík transportován do všech částí rostliny. Zpočátku se dostává převážně do listů, v druhé polovině vegetace je kumulován do bulvy cukrovky.

Spotřeba hořčíku se uvádí při výnosu 50-70 t 40-56 kg této živiny. V případě, že je výnos vyšší, dochází k vyššímu čerpání až na 70 kilogramů hořčíku z hektaru. Na půdách, které se vyznačují deficitem hořčíku a vápníku, aplikujeme vápenatá hnojiva s vyšším obsahem hořčíku např. dolomitický vápenec. Hořčík je základní

složkou chlorofylu, který významně ovlivňuje růst rostliny. Zúčastňuje se fotosyntézy, v přítomnosti světla způsobuje oxidaci chlorofylu a vznik chemické energie. Významný je i v metabolismu cukrů.

Deficit hořčíku způsobuje bledě žlutá místa na okrajích listů. Tato reakce je doprovázena žloutnutím mezi listové žilnatiny. Tento deficit je poměrně častý a ovlivňuje produktivitu a kvalitu plodiny (Obr. 9).

Mezi nejvýznamnější hořečnatá hnojiva patří Kieserit. Jedná se o síran hořečnatý s příměsí chloridu draselného. Aplikace se provádí na podzim u lehčích půd, na jaře při předseťové přípravě půdy. Obsahuje vysoce rozpustný hořčík, který cukrovka rychle přijímá.

Mezi další hořečnatá hnojiva patří dolomitický vápenec, vápenitý dolomit, Aktimág – 80 a Hořká sůl obsahující 16 % oxidu hořečnatého (Kristek et al., 2003).



Obr. 9 Žloutnutí a následná nekrotizace při deficitu hořčíku (Bittner, 2012)

3.11.5 Hnojení vápníkem

Vápník je prvek, který pozitivně ovlivňuje kvalitu cukrové řepy a její odolnost proti nežádoucím chorobám. Ve výživě cukrovky má nezastupitelný význam. Jeho přítomnost ovlivňuje všechny půdní procesy a podílí se na tvorbě humusu. Vápník má velký význam i při stabilizaci buněčných membrán a buněčných stěn v rostlinných pletivech. V půdách se vápník vyskytuje v rozmezí od 0,1-3 %. Vápník je obsažen převážně ve vápenatých a zásaditých horninách okolo 3 % a přesně na těchto půdách jsou ideální podmínky pro pěstování cukrovky. Hraje významnou roli i při zjišťování pH půdy. Jestliže se pH půdy pohybuje pod 6,5, je nutné přihnojení vápníkem. Ovlivňuje tvorbu a růst kořene a hlavně kořenového vlášení. Významné vápenaté

hnojivo podporuje tvorbu listové plochy a ovlivňuje vodní režim (Draycott, 2006). Nedostatek vápníku se projevuje špatným růstem a zasycháním srdéčka (Obr. 10).



Obr. 10 Nedostatek vápníku na listech cukrové řepy (Hřivna et al., 2003)

3.11.6 Hnojení sodíkem

Sodík má ve fyziologii cukrové řepy skoro stejný význam jako draslík. Oba dva tyto prvky se mohou zčásti navzájem zastupovat, především v oblasti vodního režimu (Draycott, 2005).

Hnojiva na bázi sodíku jsou do půd transportovány jako Na^+ ionty. Obsah sodíku je 20krát vyšší v hlavě cukrovky než v kořenech. Při dobrém seříznutí a odejmutí kořene se dostává až 90 % sodíku zpět do půdy. Sodík se nachází v mnoha matečných horninách, ze kterých se půda skládá. Při procesu zvětrávání je ale sodík vyloučen. Vyvěřelé horniny obsahují nejvíce sodíku. V půdách, které jsou tvořeny horninami, je jeho koncentrace v rozmezí 1-2 % (Draycott, Christenson, 2003).

Aplikace hnojiva se provádí převážně na jaře z důvodu možných ztrát sodíku. V Dánsku využívají společné hnojení draslíku se sodíkem. Tato možná kombinace přinesla nárůst cukernatosti o 0,17 %. Nadbytek sodíku v půdě má za následek stejný účinek při zpracování cukrové řepy jako nadbytek draslíku (Hřivna et al., 2014).

3.11.7 Hnojení sírou

Cukrová řepa se dříve řadila mezi plodiny, kterým normálně postačovaly depozice síry v podobě srážek. Hnojení sírou tudíž nebylo třeba. Stále častější souvislost nedostatku síry je spojena s výraznou redukcí emisí oxidu siřičitého do atmosféry a sníženými vstupy síry ve formě minerálních a statkových hnojiv. Celkový obsah síry

v půdě se pohybuje v rozmezí od 100-500 ppm s výjimkou písčitých půd, kde se síra vyskytuje v menších koncentracích.

Cukrová řepa přijímá síru převážně ve formě SO_4^{2-} , podobně jako u fosforu. V půdě je síra uvolňována z téměř nerozpustných sloučenin, včetně sloučenin organických ve formě síranů (Ryant et al., 2007).

Při nedostatku síry v rostlině dochází ke žloutnutí listů tzv. chloróze, následně i nekrotám (Zengin et al., 2009), deficit se projevuje nejdříve na nejmladších listech (Obr. 11).

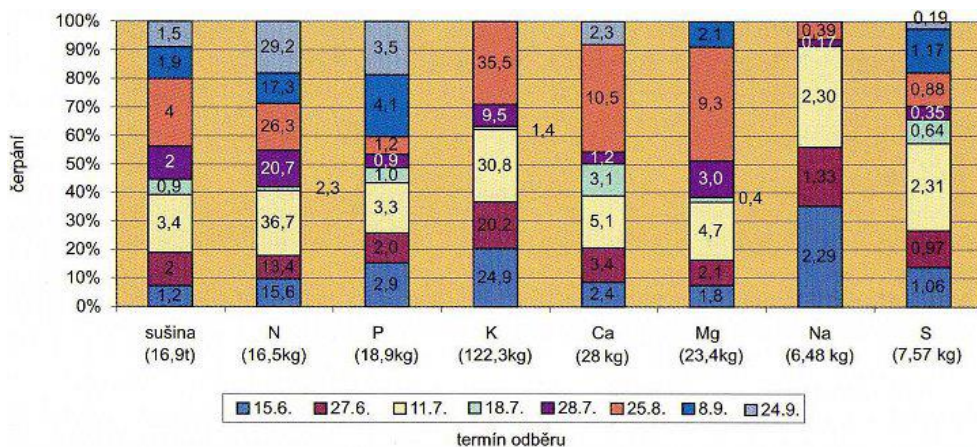
Hnojení sírou se provádí jak na jaře, tak i na podzim. Nejčastějšími sírnými hnojivy, které se používají na podzim, jsou sádrovec, NPK a Pregips H. Na jaře se používají hnojiva jako ledek amonný se síranem vápenatým, síran amonný granulovaný apod. (Draycott, 2005).



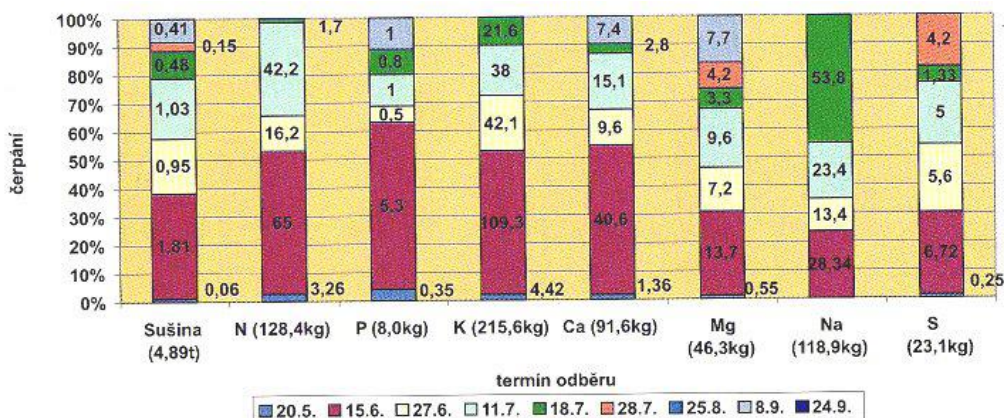
Obr. 11 Hnědé skvrny na čepelích vlivem nedostatku síry (Hřivna et al., 2003)

3.11.8 Dynamika odběru živin v průběhu vegetace

Cukrová řepa je plodinou náročnou na živiny a pro dosažení vysokých výnosů v dobré technologické kvalitě musí pěstitel velmi dobře znát, jaké jsou nároky cukrovky v průběhu celé vegetace. Odběry živin výrazně ovlivňují povětrnostní podmínky, podmínky, půdní a vláhové poměry. Každá živina je přijímána během vegetace rostlinou s rozdílnou intenzitou. Potvrzují to i obr. 12, 13, které prezentují průměrné výsledky z pěti zemědělských podniků Opavska. Z obrázků můžeme vyčíst i příjem živin, které se standardně nestanovují, jako je síra a sodík. Obrázky prezentují, jak jsou živiny využity pro tvorbu bulev a chrástu (Hřivna et al., 2014).



Obr. 12 Přírůstek sušiny chrástu a čerpání živin v průběhu vegetace (Hřivna et al., 2014)



Obr. 13 Tvorba sušiny bulev a ukládání živin v bulvách cukrovky v průběhu vegetace (Hřivna et al., 2014)

3.12 Hnojení mikroelementy

Mezi nejvýznamnější mikroelementy, kterými se hnojí cukrová řepa, patří bór. Cukrová řepa se ale hnojí také hnojivy obsahujícími mangan, zinek, železo i měď.

3.12.1 Bór

Aplikace bóru a manganu patří mezi nejdůležitější zásahy mimokořenové výživy. Bór je pro cukrovou řepu velice důležitý mikroprvek a využívá se v energetickém metabolismu rostlin. Cukrová řepa je schopna přijímat bór v podobě kyseliny borité pouze v nedisociované formě. Dostupnost bóru v kyselých a neutrálních půdách je ve formě H_3BO_3 a v alkalických půdách ve formě $H(BO)_4^-$. Bór se zásadně liší od ostatních mikroelementů kvůli jeho fyziologickým funkcím. Jelikož má schopnost tvořit estery kyseliny borité a s hydroxidovými skupinami vytváří polyhydroxylové sloučeniny, slouží jako stabilizátory buněčné stěny (Pulkrábek et al., 2005).

Bór se v cukrovce nachází v okrajích a špičkách listů a zúčastňuje se mnoha fyziologických dějů, které jsou propagovány světlem, působením zemské tíže a fytohormony. Dále se podílí na syntéze cytokininů a zvyšuje obsah auxinů (Kristek et al., 2003).

Při nedostatku bóru se projevují různé vady na listech i kořenech např. srdéčková hniloba, hnědá skvrnitost až korkovitost na listech, u kořenů se mohou vytvářet hnědé skvrny viditelné na řezu (Obr. 14). Deficit bóru dále způsobuje nižší výnosy řepy a snižuje cukernatost (Richter, Hřivna, 2001).



Obr. 14 Porost trpící deficitem bóru (Bittner, 2012a)

3.12.2 Mangan

Mangan je považován za aktivátor mnoha enzymatických procesů, při kterých se tvoří glycidy a peptidy. Rostlina přijímá mangan ve formě iontu Mn^{2+} . Jeho příjem je výrazně ovlivněn pH půdy a redoxním potenciálem půdy.

Deficit manganu v rostlině se může objevovat později na jaře, kdy plodina začne přijímat živiny z hlubší vrstvy půdy. Nedostatek manganu způsobuje světle žluté skvrny na listech mezi listovou žilnatinou, následně vzpřímení listů a zkroucení čepele dovnitř. Při velkém poklesu obsahu manganu může dojít ke snížení růstu rostliny, zprůsvitnění a vypadávání nekrotických skvrn (Obr. 15) až k negativnímu ovlivnění výnosu až o 30 % (Bittner, 2012a). Nadbytek manganu se může vyskytovat v kyselých půdách a jeho příznaky jsou většinou překryty deficitem fosforu (Hřivna et al., 2014).



Obr. 15 Mramorovitost listů nedostatkem manganu (Hřivna, Cerkal, 2009)

3.12.3 Zinek

Cukrová řepa není tak závislá na nedostatku zinku a přijímá ho ve formě Zn^{2+} . Jedná se o základní složku některých enzymů a proteinů. Má velký vliv na růstové hormony cukrovky. V listech se nachází cca 20 mg zinku na kg a v kořenech je ho 10 mg/kg. Nedostatek zinku v rostlině se projevuje při poklesu pod 10 mg/kg v listech. Zinek se zúčastňuje i mnoha enzymových reakcí a rostlina ho dokáže přijmout okolo 200 g/ha (Hřivna et al., 2014).

Deficit zinku v cukrové řepě je doprovázen poruchami při dělení buněk na špičkách kořenů a na vegetačních vrcholech. Dále způsobuje narušení růstu rostlin. Tyto problémy se nejčastěji vyskytují na půdách s vysokým obsahem fosforu a na půdách alkalických povah. Vizuální problémy se projevují nekrotizací ve formě světlých

až bílých skvrn. Nadbytek zinku v cukrovce je spojen s chlorosami a zakrslostí rostliny (Draycott, 2006).

3.12.4 Železo

Cukrová řepa přijímá železo ve formě železnatých a železitých iontů. Funkce železa je odlišná od ostatních mikroprvků. Část železa v rostlině vstupuje do organických vazeb a slouží jako kofaktor při enzymatických reakcích. Důležitou roli hraje železo při fotosyntéze. Jeho obsah v rostlině se pohybuje v rozmezí od 100-200 mg/kg (Hřivna et al., 2004).

Nedostatek železa se převážně projevuje na půdách alkalické povahy a způsobuje chlorózu na listech a má vliv na snížení listových pigmentů. Nadbytek železa je možný pouze v půdách silně kyselého charakteru, kde je ale pěstování cukrovky nepřijatelné (El-jendoubi et al., 2014).

3.12.5 Měď

Cukrová řepa přijímá měď ve formě Cu^{2+} kationtů a její příjem není nijak ovlivňován ostatními prvky. Měď je v rostlině vázaná na komplexní sloučeniny a je obsažena i v organických látkách. 70 % mědi v rostlině se nachází v chloroplastech, kde působí jako stabilizátor chlorofylu, listy vydrží delší dobu zelené a vykazují větší náchylnost na fotosyntézu. Deficit mědi v cukrové řepě se moc neobjevuje (Draycott, Christenson, 2003).

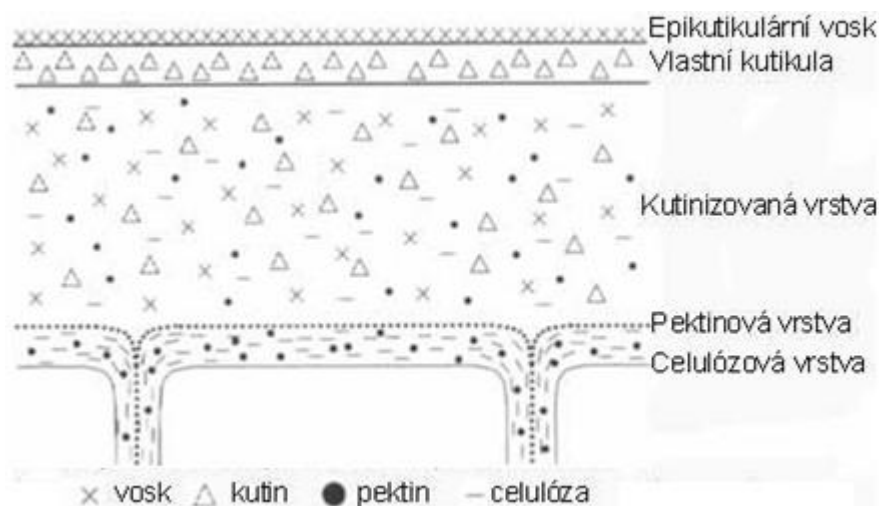
3.13 Mimokořenová výživa cukrové řepy

Hlavní funkci příjmu živin důležitých pro růst a vývoj rostlin zastává kořenový systém. Jeho hlavní úkol spočívá v přijímání vody a roztoku živin. Další možnou cestou, jak dodat potřebné živiny rostlinám cukrovky, je i mimokořenová výživa, tzv. výživa přes list.

Rostliny mohou přijímat živiny všemi zelenými nadzemními orgány. Hlavní roli zde hrají listy. Listy mají za úkol celou svojí plochou přijímat oxid uhličitý a absorbovat sluneční záření, mimo to také mohou být využity i k mimokořenové výživě. Na listu jsou lokalizovány póry a ektodezma, které prochází přes buněčnou stěnu a slouží jako místa prostupu živin. Pokožka listu je složena ze tří vrstev kutikuly. Kutikula má dostatek hydrofilních pórů, přes které protéká voda s rozpuštěnými živinami. První vrstva je tvořena epikutikulárním voskem, druhá vrstva je tvořena hydrofobním kutinem

a třetí vrstva obsahuje pouze kutin, celulosu a hydrofilní pektiny. (obr. 16) (Vaněk et al., 2002)

Obr. 16 Složení pokožky (Richter, 2004)



Průběh a rychlost příjmu živin jsou ovlivněny různými faktory jako např. hygroskopičností, vzdušnou vlhkostí, ale také i rozpustností použitých solí. Dalším faktorem, který může ovlivnit rychlost průniku živin, je použití smáčedel. Rostlina, která podléhá deficitu živin, přijímá živiny rychleji než rostlina úplně zdravá. Samozřejmě pěstitel nesmí zapomenout na rychlost zasychání postřiku, stav kutikuly a povětrnostní vlivy (po dešti a následném navlhčení se pomocí hydratace zvyšuje permeabilita kutikuly, která zvětšuje svůj objem). Účinná mimokořenová výživa je dosažena při dobrém stavu porostu a velké ploše listu rostliny, koncentraci a množství daných živin na jednotku plochy (Hřivna et al., 2003). Na listech zůstává po odpaření vody až 80 % využitelných minerálních látek ve formě usazenin. Každá rostlina přijímá a snese určité množství a koncentraci hnojiv, např. cukrovka 3 % roztoku fosforečnanu amonného, rajče a jabloň 0,5 % močoviny. Při nadměrné dávce hnojiva dochází k poškození listu (Krpeš, 2005).

Aplikace hnojiv je provedena při použitím vhodných detergentů neboli smáčedel, které zajišťují to, že se kutikula lépe rozestupuje a roztok živin rychleji prochází do listu rostliny (Richter, 2004)

Do rostliny mohou být pomocí kořenové soustavy přiváděny pouze některé ionty např. draselné, dusičnanové a také fosfát. Ostatní ionty jako vápenaté a hořečnaté jsou skoro nemobilní. Vždy musíme mít na paměti, že mimokořenová výživa slouží jako

doplňková výživa rostliny a uplatňuje se při bezprostřední potřebě, převážně při deficitu některého iontu v určitých fázích růstu (Krpeš, 2005).

Mimokořenová výživou nelze kořenový příjem živin plnohodnotně nahradit. Výzkumem bylo zjištěno, že rostlinám, které jsou pouze na mimokořenové výživě, se omezuje tvorba generativních orgánů a jsou pomalejší ve svém vývoji (Richter, 2004).

3.14 Hnojení cukrové řepy „pod patu“

Tento typ hnojení je celkem nový a moderní způsob, který se provádí aplikací granulovaného nebo tekutého hnojiva přímo při setí cukrové řepy. Aplikace při setí je provedena pomocí speciálních radliček na secím stroji ve vzdálenosti 5-6 cm a hloubce okolo 10 cm převážně na počátku růstu cukrovky. Hnojení „pod patu“ zvyšuje celkový výnos a tímto způsobem i výnos polarizačního cukru z hektaru, dále šetří spotřebu hnojiva (Hřivna et al., 2003).

3.15 Ostatní ošetření během vegetační doby

Při pěstování cukrové řepy se v dnešní době využívají mnohé systémy bez ručních prací ochrany a moderní postupy v agrotechnice, které se začínají projevovat proměnou spektra a četností výskytu nežádoucích chorob a škůdců řepy. Nejvýznamnější ovlivnění na složení patogenů v porostech cukrové řepy mají moření, šlechtění, úpravy osiva, osevnické postupy, minimální zpracování půdy a také předset'ová příprava (Konečný 2004).

Mladé řepy nemají schopnost obrany proti nežádoucím plevelům a mohou je napadat škůdci a choroby.

Nejvýznamnějším krokem ochrany cukrové řepy je moření osiva a aplikace insekticidů. Osivo se běžně obaluje a do obalu se přidávají také insekticidy a fungicidy, které mají za úkol chránit řepu po dobu několika týdnů proti mšicím, chorobám a škůdcům. Při velkém výskytu škůdců nebo při nižší účinnosti moření pěstitel využívá k aplikaci postřiky s insekticidy (Pulkrábek et al., 2007).

V raných obdobích vzcházení cukrové řepy dochází k mechanickému ošetření porostu pomocí plečky, lehkých bran nebo pomocí rýhovaného válce.

3.16 Ochrana cukrové řepy proti škůdcům

V dnešní době je v porostech cukrovky stále častější výskyt škůdců. Škůdce, kteří škodí cukrové řepě, můžeme rozdělit do pěti základních skupin:

Do první skupiny patří jarní škůdci. Řadíme mezi ně nosatce, mrchožrouty, dřepčíky a maločlence. Druhá skupina jsou zemní škůdci. Do této skupiny řadíme převážně můry, housenky, drátovce, chrousty a nejvýznamnější škůdce cukrovky háďátko řepné (obr.17).



Obr: 17 Cisty háďátka řepného (Pulkrábek, 2007)

Třetí skupina zahrnuje hmyz znehodnocující listy cukrové řepy. Je to převážně zavíječ řepný, mšice maková (obr. 18) a moucha buráková.



Obr. 18 Napadení mšicemi (Bittner, Běhal, 2010)

Do čtvrté skupiny patří hlodavci, hlavně myši a hraboši. Poslední skupina zahrnuje karanténní škůdce, kam patří sítenka řepná, která způsobuje poškození listů a slouží jako přenašeč virové kadeřavosti a dále mol řepný, který poškozuje listy i bulvy cukrovky.

Nejstabilnější ochranou před škůdci je vytvoření a dodržování stabilního osevního postupu a odstup po sobě následujícího pěstování cukrovky nejméně 4 roky a nejlépe 6 roků. Dále ve správném moření osiva a ve včasné aplikaci insekticidů (Bittner, Běhal, 2010).

3.17 Ochrana cukrové řepy proti chorobám

Dalším nežádoucím faktorem jsou choroby. Sem patří např. cercosporióza tzv. řepné neštovice a řepné virózy, případně rizománie. Významnými jsou také hniloby kořene. Můžeme se setkat rovněž se suchou a srdčkovou hnilobou. V poslední době se velká pozornost upírá na rizománii. Jedná se o nejvýznamnější chorobu cukrové řepy, která se projevuje zmnožením vedlejších kořenů, hnědnutím cévních svazků. Na listech se značně objevují žluté skvrny od žilek a tím dochází k uvadání listu (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007).

Další významná a zároveň nová choroba je choroba nízké cukernatosti, která se projevuje žlutými listy a ty se následně rozšiřují po celé pěstební ploše cukrovky (Bittner, Běhal, 2010).

Mezi nejvýznamnější choroby cukrové řepy se řadí i cercosporióza. Jde o chorobu, kterou způsobuje mikroskopická houba skvrnatička řepná. Její přítomnost je spojena s typickými skvrnami na vnějších listech a tmavými skvrnami na okrajích. Skvrny se shlukují do větších celků a mohou způsobit až odumření listu (obr. 19) (Bittner, 2012b).



Obr. 19 Cercosporióza cukrové řepy (syngenta.com)

3.18 Ochrana cukrové řepy proti plevelům

Zaplevelení cukrové řepy je další negativně ovlivňující faktor. Problém s plevely může nastat při sklizni. Jedná se o jeden z nejsložitějších a nejnáročnějších úkolů v systému pěstování cukrové řepy (Cioni, Maines, 2010).

Plevely způsobují odčerpávání živin, vody, zastíňují porost a tím dochází ke snížení intenzity fotosyntézy a biosyntézy sacharózy, což vede ke snížení výnosu bulev a cukernatosti (Zahradníček, Jarý, 2003). Nejzákladnější proces v boji proti plevelům je využití vhodných agrotechnických opatření (podmítka, včasné vláčení, plečkování). Hubení plevelů během vegetace je spojeno s aplikací herbicidů (Pulkrábek et al., 2007).

Při pěstování cukrové řepy se pěstitel setkává s výskytem téměř všech plevelů. Nejčastěji se vyskytují Kokotice rolní, Merlík bílý (obr. 20) a zvrhlý, Svízel polní a Ježatka kuří noha. Intenzita zaplevelení je během vegetační doby různá. Ovlivňují ji převážně tyto faktory: teplota půdy, povětrnostní vlivy a vlhkost půdy. První aplikace postřiku proti plevelům se provádí v době po vzejití převážně v druhé polovině dubna (Jursík et al., 2014).

Hlavní herbicidní zásahy se provádí ve třech fázích růstu cukrovky. Po vzejití, ve fázi 2. pravého listu a ve fázi 4. pravého listu (Bittner, Běhal, 2010).



Obr. 20 Merlík bílý (syngenta.com)

4 MATERIÁL A METODY

4.1 Materiál

V průběhu roku 2016 byl založen maloparcelní polní pokus, ve kterém bylo ověřováno uplatnění hnojiv firmy Agra Group a.s. ve výživě cukrovky. Byla sledována tvorba výnosu bulev a jejich kvalita v průběhu vegetace.

V průběhu vegetace byla použita hnojiva a přípravky NanoFYT Si, K-gel 175, Retafos prim a N-Fenol Max

NanoFYT Si je přípravek obsahující stabilizované nanočástice SiO_2 (230 g l^{-1}), určené pro mimokořenovou výživu postřikem na list. Tento přípravek je určen k rychlému dodání křemíku.

K-gel je přípravek obsahující K_2O : 175 g/l , S: 58 g/l . Jeho funkčnost rozhoduje o intenzitě tvorby cukerných složek a jejich transportu do zásobních orgánů (hlízy, bulvy).

N-Fenol Max. - Rostlinný stimulátor pro použití během období aktivního růstu. Jeho použití je možné ve všech plodinách. Po aplikaci dochází ke zvýšení aktivity rostlin za současného zlepšení čerpání živin z půdy a zvýšení tvorby biomasy rostlin. Zvyšuje odolnost proti nepříznivým podmínkám prostředí a tlaku škodlivých činitelů.

Retafos prim - Kapalné listové hnojivo pro všechny plodiny především v počátečních fázích růstu. Obsahuje N: 125 g/l , P_2O_5 : 250 g/l , K_2O : 250 g/l , B: 5 g/l . Má výrazný aktivační účinek založený na vyváženém působení bioaktivní složky a živin ve specifických formách. Obsahuje humáty, oligopeptidy (komplex specifických aminokyselin) a látky zmírňující stres. Přímě se zapojují do metabolických procesů. Dále mají smáčivý a adhezivní účinek, čímž zvyšují odolnost živin vůči smyvu a urychlují jejich vstup do listů.

4.2 Metodika

Pokus byl založen na pozemku patřícím do katastru ZP Agrosopol Velká Bystřice jako maloparcelní. Pozemky se nachází v klimatickém regionu mírně teplém, mírně vlhkém. Půda je středně těžká, půdní typ hnědozem. Aktuální průběh povětrnosti v nejvýznamnějších měsících uvádí tab. 4. Agrochemické vlastnosti pozemku uvádí tab. 5.

Tab. 4 Průběh povětrnosti

| Měsíc | Prům. teplota (°C) | Normál (°C) | Odchylka od normálu (°C) | Srážky (mm) | Normál (mm) | Srážky v % |
|-----------------|--------------------|-------------|--------------------------|-------------|-------------|------------|
| <i>září</i> | 15,8 | 13,8 | 2,0 | 30,0 | 47,0 | 63,8 |
| <i>říjen</i> | 9,1 | 8,7 | 0,4 | 37,5 | 36,0 | 104,2 |
| <i>listopad</i> | 5,7 | 3,1 | 2,6 | 37,8 | 36,0 | 105,0 |
| <i>prosinec</i> | 2,7 | -0,4 | 3,1 | 20,5 | 26,0 | 78,8 |
| <i>leden</i> | -1,6 | -2,0 | 0,4 | 27,1 | 22,0 | 123,2 |
| <i>únor</i> | 4,6 | -0,3 | 4,3 | 83,7 | 18,0 | 465,0 |
| <i>březen</i> | 5,0 | 3,9 | 1,1 | 23 | 25,0 | 92,0 |
| <i>duben</i> | 9,9 | 8,9 | 1,0 | 68,5 | 33,0 | 207,6 |
| <i>květen</i> | 15,8 | 14,3 | 1,5 | 45,0 | 61,0 | 73,8 |
| <i>červen</i> | 20,1 | 17,1 | 3,0 | 32,3 | 70,0 | 46,1 |
| <i>červenec</i> | 21,0 | 18,9 | 2,1 | 177,0 | 71,0 | 249,3 |
| <i>srpen</i> | 19,4 | 18,7 | 0,7 | 66,5 | 57,0 | 116,7 |
| <i>Září</i> | 17,9 | 13,8 | 4,1 | 25,5 | 51,7 | 54,3 |
| <i>říjen</i> | 8,8 | 8,7 | -0,1 | 41,2 | 32,6 | 114,4 |

Tab. 5 Agrochemické vlastnosti pozemku

| kriterium | pH | P | K | Mg | Ca | K:Mg |
|-----------|-----|----|-----|----|------|------|
| obsah | 6,6 | 56 | 205 | 95 | 1890 | 2,16 |

Poznámka: Obsah živin stanoven dle Mehlich III

4.3 Příprava pozemku

Na podzim bylo provedeno zapravení posklizňových zbytků střední orbou (pšenice ozimá), před zaorávkou bylo na slámu aplikováno hnojivo Betaliq (3t/ha). Dále byla aplikována P a K-hnojiva (2,8q/ha draselná sůl, 1,8 q /ha superfosfát trojitý). Před setím byla provedena aplikace N-hnojiv v dávce 2,5q/ha (LAV 27).

4.4 Charakteristika pozemku včetně základních agrotechnických údajů

- **Lokalita:** *Velká Bystřice, hon Sroubanec*
- **Předplodina:** *ozimá pšenice (posklizňové zbytky zapraveny a postřik Beta-liq – 3t/ha)*
- **Odrůda:** *Varios*
- **Výsevek:** *1,17 VJ*
- **Datum setí:** *30. 3. 2016 (na přesnou vzdálenost 18,8 cm)*
- **Datum sklizně:** *24. 10. 2016*

Pokus byl uspořádán do následujících variant hnojení (tab. 6):

Tab. 6 Metodika pokusu

| Var. | 1. aplikace | 2. aplikace | 3. aplikace | 4. aplikace |
|------|----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 6 listů | 27.7. | 12.8. | 15.8. |
| 1 | -- | -- | -- | -- |
| 2 | -- | NanoFYT Si | -- | NanoFYT Si |
| | | 0,5 l/ha | | 0,5 l/ha |
| 3 | -- | -- | -- | NanoFYT Si |
| | | | | 0,5 l/ha |
| 4 | -- | -- | K-Gel 175 | NanoFYT Si |
| | | | 5 l/ha | 0,5 l/ha |
| 5 | N-Fenol max | -- | -- | K-Gel 175 |
| | 0,4 l/ha | | | 5 l/ha |
| 6 | Retafos Prim + N-Fenol max | -- | -- | -- |
| | 1,5 l/ha + 0,4 l/ha | | | |

4.5 Ošetřování porostu v průběhu vegetace

Přehled aplikací:

- 19. 4. 2016: Bettix 1,5 l/ha, Betasana 2,5 l/ha, Stemat 0,2 l/ha, Lonthrel 0,1 l/ha
- 4. 5. 2016: Bettix 1,5 l/ha, Lonthrel 0,2 l/ha, Trener 30g/ha
- 17. 5. 2016: Venzar 400 g/ha, Stemat 0,2 l/ha, Trener 30g/ha
- 8. 6. 2016: Pantera 1,5 l/ha lokálně

4.6 Odběry a rozbory vzorků:

V průběhu vegetace byly odebírány vzorky rostlin a to vždy 3 rostliny z každé varianty (24.8.2016, 20.9.2016, 6.10.2016). Kořen byl podroben technologickým analýzám. Byla stanovena digesce a obsah alfa-aminodusíku v laboratoři Mendelu v Brně. Byla provedena horká digesce a stanovena polarizace na přístroji POLAMAT - S. Hodnota alfa-aminodusíku - modrého čísla - byla získána na spektrofotometru Konica Minolta CM 3500d.

Sklizeň byla provedena ve sklizňové zralosti ručně. Z každé varianty bylo sklizeno vždy 3x10 řep. Byla stanovena sklizňová plocha a proveden přepočít na výnos z hektaru. Vzorky byly připraveny pro analýzu dle standartních metodik (Friml, Tichá, 1986).

4.6.1 Výpočet vybraných charakteristik a vyhodnocení výsledků

Z výsledků získaných při jednotlivých odběrech byla výpočtem stanovena výtěžnost bílého zboží (B) a produkce melasy (M) a z těchto hodnot pak stanoven MB – faktor, který udává vyžralost cukrovky. Dále výnos polarizačního cukru (PC).

Způsob výpočtů je uveden níže:

B – faktor: Výtěžnost bílého cukru (rafinády) v % pomocí Lüdeckého vzorce.

$$B = Dg - 4,25 \cdot Pp - \alpha N \cdot 25$$

M – faktor: Výtěžnost melasy %.

$$M = 8 \cdot Pp$$

MB – faktor: Vyjadřuje množství vyprodukované melasy na vyrobený bílý cukr %.

$$MB = \frac{100 \cdot M}{B}$$

Vysvětlivky: Dg – digesce, Pp – rozpustný popel, αN – škodlivý dusík

Výsledky byly vyhodnoceny dostupnými statistickými metodami (STATISTICA 12).

Finální sklizeň byla provedena 24.10.2016 ve sklizňové zralosti ručně. Z každé varianty bylo sklizeno vždy 3x10 řep. Byla stanovena sklizňová plocha a proveden přepočet na výnos z hektaru.

Pro hodnocení rozdílů mezi jednotlivými odběry v rámci obou ročníků byla použita jednofaktorová analýza variance a metoda následného testování průkaznosti rozdílů mezi jednotlivými úrovněmi faktorů. U všech souborů dat byla testována homogenita rozptylu dle Cochran. Vyhodnoceny byly závislosti mezi vybranými faktory korelační analýzou, vypočteny korelační koeficienty na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. (Stávková, Dufek, 2005). Hodnocení bylo provedeno za využití software STATISTICA 12.0 (StatSoft, Inc.).

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Výsledky vegetačních pozorování

Dne 24.8.2016 byl proveden první odběr vzorků rostlin (tab. 7). Vzhledem k tomu, že každý odběrový vzorek představoval pouze 3 rostliny, je nutné brát získané výsledky pouze jako orientační. Z výsledků jsou patrné poměrně velké rozdíly mezi jednotlivými variantami a to jak v hmotnosti tak i cukernatosti. Hmotnost bulev se pohybovala v rozmezí od 0,42 kg do 0,913kg. Kontrolní varianta se vyznačovala nejnižší hmotností bulev a naopak nejvyšší hmotnost byla zaznamenána po opakované aplikaci přípravku NanoFyt Si. Úměrně výnosu se zvýšila cukernatost u kontroly (18 %). Nižší hmotnost kořene přispěla k vyššímu obsahu cukru. Obsah škodlivého dusíku i rozpustného popela byl u všech variant nízký, což deklaruje poměrně dobrou technologickou kvalitu. Je to příznivý stav s ohledem na termín odběru.

Tab. 7 Odběr cukrovky 24. 8. 2016

| Var. | Hmotnost chrástu (1 rostl.) kg | Hmotnost bulev (1 rostl.) kg | Sušina bulev (%) | Digesce (%) | Alfa N (mg/100g) | Popel (%) | Refrakce (%) |
|------|--------------------------------|------------------------------|------------------|-------------|------------------|-----------|--------------|
| 1 | 0,273 | 0,42 | 23,38 | 18 | 10 | 0,227 | 19 |
| 2 | 0,587 | 0,913 | 22,67 | 17,2 | 10 | 0,276 | 18 |
| 3 | 0,48 | 0,79 | 22,36 | 17 | 10 | 0,297 | 18,5 |
| 4 | 0,447 | 0,597 | 22,94 | 16,6 | 10 | 0,235 | 18,5 |
| 5 | 0,617 | 0,747 | 22,51 | 17,4 | 10 | 0,323 | 17,5 |
| 6 | 0,687 | 0,6 | 22,69 | 17,4 | 10 | 0,266 | 18 |

Druhý odběr byl proveden cca s měsíčním odstupem 20.9. 2016. Hmotnost bulev se pohybovala v rozmezí od 0,567 kg u varianty 4 do 1,1 kg po aplikaci přípravku N-Fenol max. Cukernatost u všech variant byla velmi vysoká a korespondovala s velmi příznivým zářijovým počasím. Nejvyšší cukernatost měly bulvy po aplikaci hnojiva NanoFyt u varianty 3 a 4, kde u var. 3 dosahovala až 21,2 %. Nepatrně se zvýšil obsah rozpustného popela a stanovení alfa-aminodusíku vykazovalo v průměru rovněž vyšší hodnoty (viz tab. 8), přesto ale můžeme kvalitu hodnotit jako velmi dobrou. Nebyla tedy obava z toho, jak uvádí Pospíšil a kol. (2005), že by nadměrné hodnoty alfa-aminodusíku mohly ovlivnit kvalitu cukrovky, která, což se odráží v horším procesu krystalizace cukru.

Tab. 8 Odběr cukrovky 20. 9. 2016

| Var. | Hmotnost chrástu (1 rostl.) kg | Hmotnost bulev (1 rostl.) kg | Sušina bulev (%) | Digesce (%) | Alfa N (mg/100g) | Popel (%) | Refrakce (%) |
|------|--------------------------------|------------------------------|------------------|-------------|------------------|-----------|--------------|
| 1 | 0,31 | 0,863 | 25,06 | 19,8 | 20 | 0,31 | 21,5 |
| 2 | 0,467 | 0,86 | 24,45 | 18,2 | 20 | 0,365 | 20,5 |
| 3 | 0,393 | 0,707 | 26,16 | 21,2 | 20 | 0,323 | 22 |
| 4 | 0,447 | 0,567 | 26,36 | 20,2 | 20 | 0,318 | 21 |
| 5 | 0,633 | 1,1 | 25,23 | 19,8 | 20 | 0,358 | 21 |
| 6 | 0,62 | 1,007 | 23,76 | 18,4 | 20 | 0,351 | 19,5 |

Nejvyšší hodnoty alfa-aminodusíku byly zaznamenány při druhém odběru, následně se snižovaly nebo zůstaly stejné. Nebyla tedy překročena mez 20 mg na 100g řepy, což potvrzuje, že se jedná o velmi kvalitní surovinu.

Dne 6.10.2016 byl proveden poslední odběr vzorků rostlin prováděný během vegetace (tab. 9). Téměř všechny varianty, kde byly provedeny aplikace přípravků a hnojiv, vykazovaly vyšší hmotnost bulev oproti kontrole kromě varianty 2. Finální cukernatost bulev byla srovnatelná s výsledky, které publikovali Hřivna, Chodurová (2012) z experimentu, který byl proveden ve stejné lokalitě (až 21,4 %). Jak již bylo uvedeno výše, projevil se zde pozitivně vliv průběhu povětrnosti v závěru vegetace.

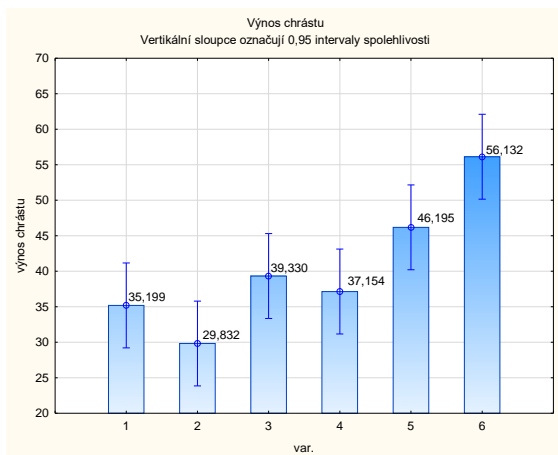
Tab. 9 Odběr cukrovky 6. 10. 2016

| Var. | Hmotnost chrástu (1 rostl.) kg | Hmotnost bulev (1 rostl.) kg | Sušina bulev (%) | Digesce (%) | Alfa N (mg/100g) | Popel (%) | Refrakce (%) |
|------|--------------------------------|------------------------------|------------------|-------------|------------------|-----------|--------------|
| 1 | 0,253 | 0,73 | 25,85 | 21,4 | 15 | 0,211 | 22,5 |
| 2 | 0,217 | 0,413 | 26,38 | 20,4 | 20 | 0,303 | 23 |
| 3 | 0,45 | 0,82 | 27,45 | 20,8 | 20 | 0,281 | 24 |
| 4 | 0,513 | 0,92 | 26,03 | 20,6 | 15 | 0,292 | 22,5 |
| 5 | 0,567 | 0,89 | 25,12 | 19 | 15 | 0,294 | 21,5 |
| 6 | 0,59 | 1,167 | 25,11 | 20,2 | 20 | 0,346 | 22,5 |

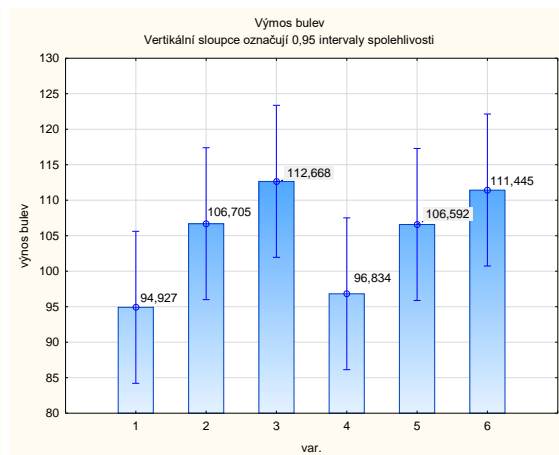
5.2 Vyhodnocení sklizně

Dne 24. 10 2016 byl pokus sklizen. Z každé varianty bylo sklizeno vždy 10 kusů řep ve třech opakováních. Byla změřena sklizňová plocha a výpočtem stanoven výnos bulev a chrástu. Byly odebrány vzorky bulev pro analýzy, stanovena digesce, obsah rozpustného popela, alfa-aminodusíku a proveden výpočet polarizačního cukru z hektaru (viz. přílohy A-F). Takto získané výsledky je možné považovat ve srovnání s vegetačním pozorováním za podstatně přesnější a vhodné pro publikování. Nejvyšší výnos chrástu byl stanoven po aplikaci přípravku Retafos Prim (obr. 23). Naopak nejnižší výnos chrástu jsme zaznamenali po opakované aplikaci postřiku NanoFyt Si.

Výnos chrástu často koresponduje s vyzrálostí cukrovky a s její technologickou zralostí. Čím je řepa zralejší, tím nižší hmotnost zpravidla chrást má. V našem případě můžeme konstatovat, že dosažené hodnoty potvrzují dobrou vyzrálost, což je patrné i z následujících analýz. Na druhou stranu stojí za povšimnutí vysoký výnos chrástu u var. 6 (56,132 t.ha⁻¹). Není to ale nikterak neobvyklá hodnota. Pechková et al. (2014) uvádí výsledky z pokusů prováděných v roce 2011 na stejné lokalitě kde dosažené hodnoty rovněž překračují výnosy nad úroveň 50 t.ha⁻¹



Obr. 21 Výnos chrástu

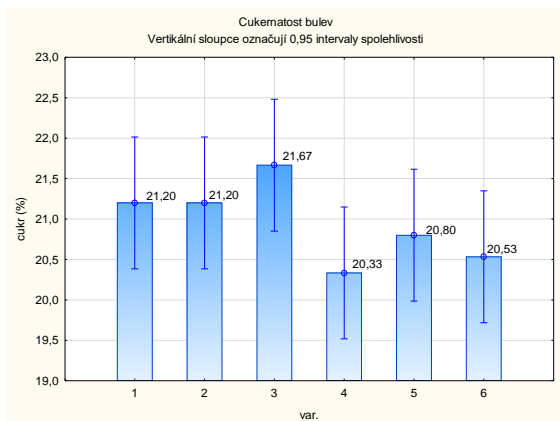


Obr. 22 Výnos bulev

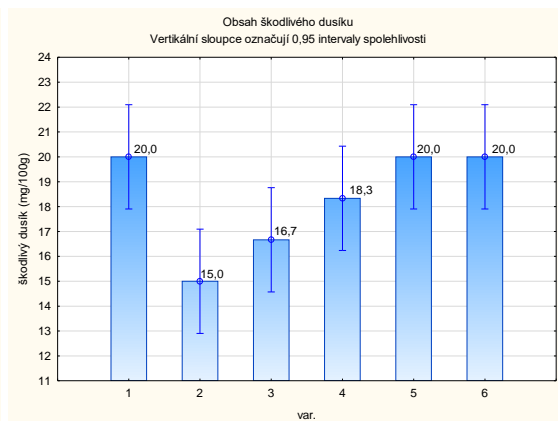
Za pozitivní můžeme považovat to, že výnos bulev (obr. 24) byl u všech variant s aplikovanými hnojivy vyšší. Nepotvrdily se tak v plném rozsahu prognózy z pozorování v průběhu vegetace. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány po pozdní aplikaci přípravku NanoFyt Si u var. 3. Opakovaná aplikace tohoto přípravku vykazovala rovněž velmi dobré výsledky. Druhý nejvyšší výnos byl stanoven po aplikaci přípravku Retafos Prim společně s přípravkem N-Fenol max. Aplikace křemíku samotná nebo v kombinaci se pozitivně projevila ve výnosu bulev u všech variant. Podobné zkušenosti uvádí také Hřivna et al. (2014).

Cukernatost bulev byla v daném roce velmi vysoká. Obsah cukru stanovený horkou digescí, se pohyboval v rozmezí od 20,33 do 21,67 %. Nejvyšší cukernatost byla stanovena po aplikaci přípravku NanoFyt Si v pozdější fázi vegetace (obr. 25). Křemík, který je součástí tohoto přípravku, může hrát významnou roli jako antistresor, pomáhá při suchu, podporuje odolnost vůči houbovým patogenům apod. (Rodrigues, et al., 2003). Snižuje tepelné zatížení a tím zlepšuje toleranci rostlin k vysokým teplotám. Aplikace křemíku podporuje činnost superoxid dismutázy (SOD) a katalázy, brání membránu před oxidačním poškozením, což se může projevit při vyšší koncentraci půdního roztoku a zasolení, jak uvádí Zhu, Z. et al.(2004) a Moussa, H. R. (2006).

Můžeme tedy předpokládat, že se některé z těchto efektů projevily i v našem případě. Dalo se to předpokládat především v průběhu měsíce září, kdy spadlo pouze cca 50 % srážkového úhrnu.



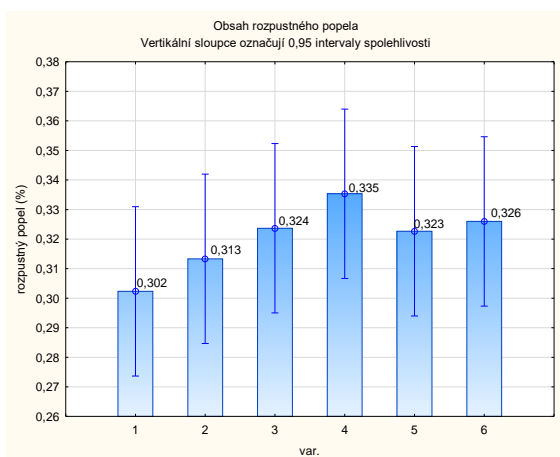
Obr. 23 Cukernatost bulev



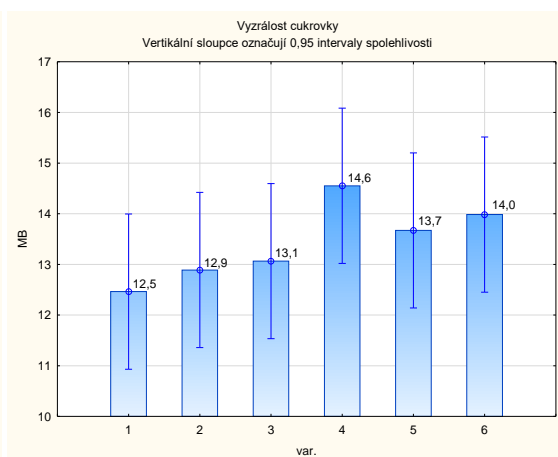
Obr. 24 Obsah alfa-aminodusíku

Velmi dobrou kvalitu potvrzuje i nízký obsah škodlivého dusíku (obr. 26) a velmi nízký obsah rozpustného popela, který se pohyboval v rozmezí od 0,302 do 0,335 % (obr. 27). S tím korespondovaly také hodnoty MB faktoru (obr. 28), které potvrdily, že cukrovka byla v době sklizně perfektně vyzrálá. Vyzrálá cukrovka by se měla vyznačovat hodnotami MB faktoru v rozmezí 12-22 (Hřivna et al., 2012). V našem případě se hodnoty pohybovaly na spodní hranici tohoto rozmezí.

Nejnižší obsah škodlivého dusíku byl zaznamenán po opakované aplikaci přípravku NanoFyt Si (obr. 26), naopak nejvyšší hodnoty byly pozorovány u kontroly a po aplikaci přípravků N-Fenol max a Retafos Prim.



Obr. 25 Obsah rozpustného popela

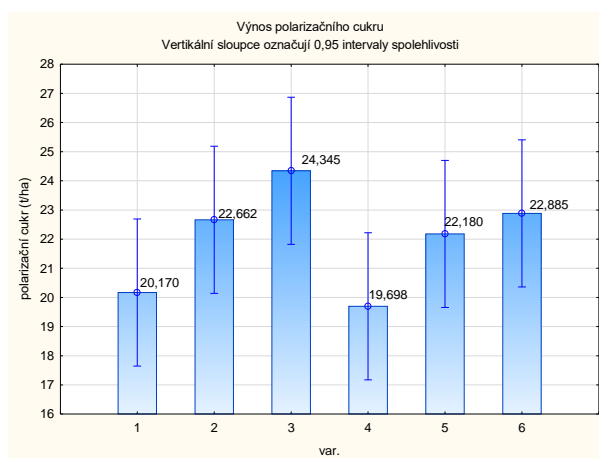


Obr. 26 Vyzrállost cukrovky (MB faktor)

Obsah rozpustného popela, který negativně ovlivňuje výtěžnost cukru a působí melasotvorně (Richter, Hřivna 2001), byl vyšší u všech variant, kde byly aplikovány

přípravky (obr. 27). Zvýšení oproti kontrolní variantě ale nebylo vysoké. Běžně se obsah rozpustného popela, jak uvádí Pulkrábek 2003, pohybuje v rozmezí 0,250 – 0,450 %. Do tohoto rozmezí spadají i námi dosažené výsledky.

Příznivá kvalita se projevila i v celkové produkci polarizačního cukru z hektaru (obr. 29). Produkce polarizačního cukru z hektaru se zvyšovala úměrně k výnosu bulev a jejich cukernatosti. Nejvyšší produkce byla zaznamenána po pozdní aplikaci přípravku NanoFyt Si. Pouze u var. 4 po postřiku přípravkem K-Gel v kombinaci s aplikací přípravku NanoFyt Si byl výnos oproti kontrole nepatrně nižší. I tak můžeme konstatovat, že dosažené výsledky jsou více než uspokojivé, protože v zemědělských podnicích je považováno za úspěch, pohybuje-li se výnos polarizačního cukru mezi 12-14 t.ha⁻¹. Oproti celorepublikovému průměru, kdy se v kampani 2016/2017 v ČR zpracovalo cca 5 mil. tun cukrové řepy a předpokládá se, že hodnoty výnosu polarizačního cukru přesáhnou cca 12t /ha (Anonym, 2017), jsou námi dosažené výsledky výrazně vyšší. Je třeba ale podotknout, že se jedná o maloparcelní pokus.



Obr. 27 Výnos polarizačního cukru

6 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši k problematice vlivu mimokořenové výživy na výnos a technologickou kvalitu cukrovky. Cukrovka je plodina, která je velmi náročná na živiny. V průběhu vegetace se proto můžeme často setkat s jejich deficiencí a to jak skrytou, tak i zjevnou, pozorovatelnou ve formě různých excesů na listech. Možnosti jejich odstranění mimokořenovou výživou v průběhu vegetace jsou možné spíše při deficitu mikroelementů. U makroživin hlubší deficit příjmem přes list uhradit nejde.

Limity spotřeby jednotlivých mikroelementů jsou známy a korespondují s dosahovaným výnosem. To je směrodatné pro stanovení jejich dávky a načasování aplikace, případně aplikací v průběhu vegetace. Významnou roli u cukrovky mohou hrát i užitečné prvky, ke kterým patří např. křemík nebo chlór.

V rámci maloparcelních polních pokusů jsme se zaměřili především na mimokořenovou výživu a také aplikaci rostlinných stimulátorů.

V různých kombinacích byly aplikovány přípravky NanoFyt Si, K-gel, Retafos prim a N-Fenol Max.

Po celou dobu vegetace byly podmínky pro růst a vývoj cukrovky velmi příznivé. V těchto podmínkách je vliv nadstandardních zásahů vždy špatně pozorovatelný. I přes téměř ideální klimatické podmínky můžeme konstatovat, že aplikace hnojiv byla přínosná. U všech variant byl prokázán příznivý vliv mimokořenové výživy na výnos bulev. Samotná aplikace listových hnojiv pak v řadě případů podpořila lepší technologickou kvalitu. To se pak příznivě odrazilo u většiny variant v celkové produkci polarizačního cukru z hektaru. Pouze u jedné z variant, kde byla aplikována kombinace hnojiva K-gel a NanoFyt Si byl výnos polarizačního cukru nižší, než u kontrolní varianty. Nejvyšší výnos polarizačního cukru byl stanoven po pozdní aplikaci hnojiva NanoFyt Si. Pozitivně se zde odrazila převážně nejvyšší cukernatost a také vysoký výnos bulev. Je třeba konstatovat, že u všech variant pokusu byla stanovena vysoká technologická kvalita spojená nejen s vysokou cukernatostí ale také nízkým obsahem rozpustného popela a škodlivého dusíku.

7 SEZNAM POUŽITĚ LITERATURY

1. ANONYM, 2017: *Ke konci kampaně v České republice*. Listy cukrovarnické a řepařské, r. 133, č. 2, s.1, ISSN 1805-9708
2. BITTNER V., BĚHAL R., 2010: *Škodlivé organismy cukrovky*, Maribo seed, ISBN 978-80-254-8494-4
3. BITTNER V., 2012: *Poškození cukrovky herbicidy*, Listy cukrovarnické a řepařské, r. 128, č. 3
4. BITTNER V., 2012a: *Poruchy ve výživě cukrovky*, Listy cukrovarnické a řepařské, r. 128, č. 2
5. BITTNER V., 2012b: *Bakteriální choroby cukrovky*, Listy cukrovarnické a řepařské, r. 128, č. 9–10
6. BRETSCHNEIDER, R., 1969: *Technologie cukru (surovárna a rafinérie)*. Nakladatelství technické literatury, Praha, 404 s.
7. CIONI, F., MAINES, G., 2010: *Weed control in Sugar beet*, Sugar Tech, Volume 12, Issue 3-4, ISSN 09721525
8. DRAYCOTT PHILIP A., CHRISTENSON DONALD R., 2003: *Nutrients for sugar beet production Soil-Plant Relationships*, CABI publishing, 242 p. ISBN 08-5199-623
9. DRAYCOTT PHILIP A., 2005: *Sugar Beet*, Formerly of Broom's Barn Research Station, Blackwell publishing, 474 p.
10. DRAYCOTT P. A., 2006 *Sugar Beet*. UK: Blackwell publishing, 474 s.

11. EL-JENDOUBI H. et al., 2014, The effects of foliar fertization with iron sulfate in chlorotic leaves are limited to treated area. A study with peach trees (*Prunus persica* L. Batsch) grown in the field and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) grown in hydroponics, Frontiers Media S.A., *Frontiers in Plant Science*, Plant Nutrition, Zaragoza, 1-17 s.
12. GRZEBISZ, W., BARLOG, P., SZCZEPANIAK, W., 2005: *Účinná strategie hnojení cukrovky draslíkem* (část I), Listy cukrovarnické a řepářské, 101, Akademia Rolnicza, Polsko, č.4
13. HŘIVNA, L., BOROVIČKA, K., BÍZIK, J., VEVERKA, K.; BITTNER, V., 2003: *Komplexní výživa cukrovky*. Danisco, 84 s.
14. HŘIVNA L., CERKAL R., 2009: *Možnosti ovlivnění výnosu i kvality cukrovky mimokořenovou výživou*, Listy cukrovarnické a řepářské, 125, č. 5 -6
15. HŘIVNA, L., CHODUROVÁ, M., BUREŠOVÁ, I., 2012: *Dynamika růstu a změny kvality cukrovky po mimokořenové výživě*. Listy cukrovarnické a řepářské, č. 5/6, 184-192 s.
16. HŘIVNA, L. -BOROVIČKA, K. -BÍZIK, J. -VEVERKA, K. -BITTNER, V., 2014: *Komplexní výživa cukrovky*, Maribo Seed International, 112 s.
17. HŘIVNA L., 2005: *Multimediální učební texty z výživy a hnojení rostlin-Cukrovka* [online]. [vid. 14.10 2016]. Dostupné: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/okopaniny/cukrovka.htm
18. CHÉRIF, M.; ASSELIN, A.; BÉLANGER, R. R.: Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology*, 84, 1994, s. 236–242.

19. JURŠÍK M., HOLEC J., SOUKUP J., 2014: *Polní vzcházivost plevelů v průběhu vegetace cukrovky*, Listy cukrovarnické a řepařské, r. 130, č. 5-6
20. JŮZL, M., ELZNER, P., 2014: *Pěstování Okopanin*. 1. vydání, Mendelova univerzita v Brně, Brno, 9-82 s.
21. KRISTEK A. et al., 2003: *Vliv hnojení borem a hořčíkem na list na výnosové prvky u cukrovky*, Listy cukrovarnické a řepařské, 119, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, č. 4
22. KONEČNÝ, I., 2004: *Choroby a škůdci cukrovky z pohledu nových technologií*, Listy cukrovarnické a řepařské, 120, Svaz pěstitelů cukrovky Čech, č. 3
23. KRPEŠ V., 2005: *Ekologie Rostlin*, Přírodovědecká fakulta Ostravská univerzita v Ostravě, Ostrava, 28-60 s.
24. KROUSKÝ, J., KONEČNÝ, I., JOUDAL, Z., 2006: *České řepařství v EU a jeho perspektivy*, Listy cukrovarnické a řepařské, 122, Svaz pěstitelů cukrovky Čech, č. 7-8
25. MOUSSA, H. R.: Influence of exogenous application of silicon on physiological response of salt stressed maize (*Zea mays* L.). *Int. J. of Agriculture and Biology*, 8, 2006; s. 293–297.
26. PELIKÁN, M. et al., 2002: *Technologie sacharidů*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 152s, ISBN 80-7157-407-4
27. PECHKOVÁ J., HŘIVNA L., BUREŠOVÁ I., 2014, *Vliv aplikace bóru na výnos a technologickou kvalitu cukrové řepy*, Listy cukrovarnické a řepařské, 130, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, č.4.
28. POKORNÁ, I., SMUTKA, L., PULKRÁBEK, J., *Světová produkce cukru*, Listy cukrovarnické a řepařské, 127, 2011 (4), s. 118-121.

29. POSPÍŠIL, M., POSPÍŠIL, A., SITO, S., 2005: *Listová aplikace hnojiva Fertina B na cukrovku*, Listy cukrovarnické a řepařské, r. 121, č. 5-6
30. RICHTER R., 2004: *Multimediální učební text z výživy rostlin* [online]. [vid. 2.10 2016]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/prijem_zivin/a_index_prijem_zivin.htm
31. ROGRIGUES, F. et al., 2003: Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance . *Phytopathology*, 93, 2003, s. 535–546.
32. PRUGAR, J. et al., 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2008. ISBN 978-80-86576-28-2.
33. PULKRÁBEK, J., URBAN, J., JOZEFYOVÁ, L., 2005: *Bór by neměl být deficitní živinou cukrovky*, Listy cukrovarnické a řepařské, 121, Česká zemědělská univerzita v Praze, č. 9-10
34. PULKRÁBEK, J. et al., 2007: *Řepa cukrová – pěstitelský rádce*. ČZVvP, katedra RV, Praha, 1. vydání, 64 s., ISBN 978-80-87111-00-0
35. REINBERGER O.: *České cukrovarnictví po reformě Společné organizace trhů s cukrem v EU*. LC a Ř, 126, 2010 (4), s. 124 – 127
36. RICHTER, R., HŘIVNA, L., 2001: *Nové trendy a poznatky při pěstování okopanin*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, 2001, 39 s.
37. RYANT P., HŘIVNA L., SMYČKA L., 2007: *Vliv aplikace různých forem síry na výnos a kvalitu cukrovky*, Výživa rostlin a její perspektivy, MZLU, 1. vydání, 438 s.
38. SYNGENTA.COM, 2012: *Cukrová řepa-plodinový katalog* [online]. [vid. 7.10 2016]. Dostupné z: http://www3.syngenta.com/country/cz/cz/syngenta/ke-st+azeni/informacni-prospekty/PublishingImages/CZ_repa_final.pdf
39. ŠVACHULA V., PULKRÁBEK J., ŠROLLER J., ZAHRADNÍČEK J., 2006: *Změny postavení cukrovky v zemědělských soustavách České republiky a výrobních států EU*, Listy cukrovarnické a řepařské, 122, VUC Praha, a.s. číslo 7-8

40. TOPCUOGLU, B., 2003: *Vliv fosforu na kyselinu šťavelovou a obsah cukru v cukrovce*, Listy cukrovarnické a řepařské, 118, Univerzita Akdeniz, Turecko, č. 11
41. VANĚK, V., et al., 2002: *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*, 3. vydání, Praha-redakce odborných časopisů, 132s,7., ISBN 80-902413-1-X
42. VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. 2009: *Chemie potravin 1 + 2.*, vydavatel, OSSIS.. Fakulta, FAPPZ, 602s, ISBN, 978-80-86659-17-6
43. ZAHRADNÍČEK, J., JARÝ, J., 2003: *Technologická jakost cukrovky a vlivy na ni působící*, Listy cukrovarnické a řepařské, 119, Praha VŠCHT, č. 12
44. ZENGİN M. et al., 2009, *Effects of potassium, magnesium, and sulphur containing fertilizers on Yield and quality of sugar beets (Beta vulgaris L.)*, TÜBITAK, Turkish Journal of Agriculture, Konya, 33: 495-502 s.
45. ZHU, Z. et al.: *Silicon alleviates salt stress and increases antioxidant enzymes activity in leaves of salt-stressed cucumber (Cucumis sativus L.)*. *Plant Science*, 167, 2004, s. 527–533.
46. ŽÁK, Š., KOVÁČ, K., LEHOCKÁ, Z., BABULICOVÁ, M., 2002: *Agronomické a environmentálne aspekty využitia roznych zdrojov dusíka pri pestovaní repy cukrovej*, Listy cukrovarnické a řepařské, 118, VÚRV Piešťany, č. 1

8 SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|--|
| <i>Obr. 1 Anatomické rozdělení bulvy (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007)</i> | 14 |
| <i>Obr. 2 Chemické složení cukrové řepy (Velišek, Hajšlová, 2009)</i> | 15 |
| <i>Obr. 3 Transpirační koeficient (l.kg-1 suchá hmota) u různých polních plodin (Hřivna et al, 2014)</i> | 21 |
| <i>Obr. 4 Optimální srážkové období při vegetaci cukrové řepy (Hřivna et al. 2014)</i> | 22 |
| <i>Obr. 5 Vliv meziplodiny na výnos cukrové řepy (Hřivna et al., 2003)</i> | 26 |
| <i>Obr. 6 Žloutnutí listů při nedostatku dusíku (Hřivna, 2005)</i> | 28 |
| <i>Obr. 7 Zčervenání rostlin při nedostatku fosforu (Draycott, 2005)</i> | 29 |
| <i>Obr. 8 Nedostatek draslíku ve výživě cukrové řepy (Bittner, 2012)</i> | 30 |
| <i>Obr. 9 Žloutnutí a následná nekrotizace při deficitu hořčičku (Bittner, 2012)</i> | 31 |
| <i>Obr. 10 Nedostatek vápníku na listech cukrové řepy (Hřivna et al., 2003)</i> | 32 |
| <i>Obr. 11 Hnědé skvrny na čepelích vlivem nedostatku síry (Hřivna et al., 2003)</i> | 33 |
| <i>Obr. 12 Přírůstek sušiny chrástu a čerpání živin v průběhu vegetace (Hřivna et al., 2014)</i> | 34 |
| <i>Obr. 13 Tvorba sušiny bulev a ukládání živin v bulvách cukrovky v průběhu vegetace (Hřivna et al., 2014)</i> | 34 |
| <i>Obr. 14 Porost trpící deficitem bóru (Bittner, 2012a)</i> | 35 |
| <i>Obr. 15 Mramorovitost listů nedostatkem manganu (Hřivna, Cerkal, 2009)</i> | 36 |
| <i>Obr. 16 Složení pokožky (Richter, 2004)</i> | 38 |
| <i>Obr. 17 Cisty háďátka řepného (Pulkrábek, 2007)</i> | 40 |
| <i>Obr. 18 Napadení mšicemi (Bittner, Běhal, 2010)</i> | 40 |
| <i>Obr. 19 Cerkosporióza cukrové řepy (syngenta.com)</i> | 41 |
| <i>Obr. 20 Merlík bílý (syngenta.com)</i> | 42 |
| <i>Obr. 23 Výnos chrástu</i> | 50 |
| <i>Obr. 24 Výnos bulev</i> | Chyba! Záložka není definována. |
| <i>Obr. 25 Cukernatost bulev</i> | 51 |
| <i>Obr. 26 Obsah alfa-aminodusíku</i> | Chyba! Záložka není definována. |
| <i>Obr. 27 Obsah rozpustného popela</i> | 51 |
| <i>Obr. 28 Vyzrállost cukrovky (MB faktor)</i> | 51 |
| <i>Obr. 29 Výnos polarizačního cukru</i> | 52 |

9 SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| <i>Tab. 1 Obsah popelovin v cukrové řepě (Hřivna et al., 2014)</i> | 17 |
| <i>Tab. 2 Technologická kvalita cukrové řepy (Hřivna et al., 2014)</i> | 19 |
| <i>Tab. 3 Charakteristika vhodnosti stanoviště pro pěstování cukrové řepy (Pulkrábek et al., 2007)</i> | 20 |
| <i>Tab. 4 Průběh povětrnosti</i> | 44 |
| <i>Tab. 5 Agrochemické vlastnosti pozemku</i> | 44 |
| <i>Tab. 6 Metodika pokusu</i> | 45 |
| <i>Tab. 7 Odběr cukrovky 24. 8. 2016</i> | 47 |
| <i>Tab. 8 Odběr cukrovky 20. 9. 2016</i> | 48 |
| <i>Tab. 9 Odběr cukrovky 6. 10. 2016</i> | 49 |

10 PŘÍLOHY



Příloha A



Příloha B



Příloha C



Příloha D



Příloha E



Příloha F

Příloha A-F Laboratorní stanovení