

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2017**

**LUKÁŠ ANDRÝSEK**

**Mendelova univerzita v Brně**  
**Agronomická fakulta**  
**Ústav technologie potravin**

---



Agronomická  
fakulta

Mendelova  
univerzita  
v Brně



**Kvalita cukrovky při uplatnění intenzifikačních faktorů**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*

prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna

*Vypracoval:*

Lukáš Andryšek

---

Brno 2017



## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Kvalita cukrovky při uplatnění intenzifikačních faktorů 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 a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon 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**

Chtěl bych poděkovat prof. Dr. Ing. Lud'ku Hřivnovi za odborné vedení, mnoho cenných rad a připomínek, přátelské jednání a pomoc při vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu během celého studia.

## ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši zaměřenou na téma „Kvalita cukrovky při uplatnění intenzifikačních faktorů“. V rámci praktické části byl proveden maloparcelní polní pokus s cílem prověřit účinek mimokořenové výživy hnojivy od firmy Klofáč spol. s r.o. na kvalitu a výnos cukrové řepy. Testována byla listová hnojiva *Insenol*, *Carbon Si*, *Fumag 6NK Ca*, *Sulfika SB-C*, *Carbon Bor K*. U všech zmiňovaných hnojiv byl prokázán příznivý vliv na technologickou jakost cukrové řepy. Došlo ke snížení obsahu škodlivého alfa-aminodusíku, hodnoty se pohybovaly maximálně do 20 mg na 100 g řepy, snížil se i obsah rozpustného popela. Maximální hodnoty dosahovaly pouze do 0,34 %. Výrazně se zvýšila cukernatost a vyzrálост cukrovky. Hodnoty MB faktoru se pohybovaly v rozmezí 11,1 – 14,3. Mimokořenová výživa přispěla ke sklizni vysoce kvalitní suroviny pro následné zpracování. Bezespору k tomu přispěly i příznivé povětrnostní podmínky a kvalitní základní agrotechnika.

**Klíčová slova:** listová hnojiva, cukrovka, agrotechnika, výnos, kvalita produkce

## ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis has been to draw up a literature review on „The quality of sugar beet after applying intensifying factors“. In the practical part, a small-parcel field experiment has been conducted with the aim to examine the effect of extra-root nutrition from a company Klofáč spol. s r.o. on the quality and the yield of sugar beet. We have tested these foliate fertilisers: *Insenol*, *Carbon Si*, *Fumag 6NK Ca*, *Sulfika SB-C*, *Carbon Bor K*. For all these fertilisers, a positive effect on the technological quality of sugar beet has been proven. There has been a decrease in the content of harmful alpha amino nitrogen, the values varied up to 20 mg per 100 g of sugar beet, and there has also been a decrease in the content of soluble ash. Maximal values amounted only to 0.34 %. There has been a significant increase in sugar content and ripeness of the sugar beet. The values of MB factor ranged from 11.1 to 14.3. The extra-root nutrition has contributed to a harvest of high quality feedstock for subsequent processing. Indisputably, the good weather conditions and quality basic agro-technology have also contributed with their part to it.

**Key words:** foliate fertilisers, sugar beet, agro-technology, yield, quality of production

# OBSAH

1 ÚVOD.....	9
2 CÍL PRÁCE .....	10
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	11
3.1 Cukrová řepa ( <i>Beta vulgaris var. altissima</i> ) .....	11
3.1.1 Anatomie a morfologie.....	11
3.1.1.1 List .....	11
3.1.1.2 Květ.....	12
3.1.1.3 Bulva.....	13
3.1.2 Chemické složení.....	14
3.2 Význam a využití .....	16
3.3 Výnos a kvalita cukrovky.....	19
3.3.1 Vliv klimatických podmínek .....	19
3.3.2 Vliv půdních podmínek .....	20
3.3.3 Technologická kvalita cukrovky .....	21
3.4 Agrotechnika pěstování cukrové řepy.....	22
3.4.1 Nároky na stanoviště .....	22
3.4.2 Zařazení do osevního postupu .....	22
3.4.3 Zpracování půdy .....	23
3.4.4 Osivo a odrůdy .....	23
3.4.5 Založení porostu .....	25
3.4.6 Ošetřování porostu během vegetace .....	26
3.4.6.1 Ochrana proti škodlivým činitelům .....	26
3.4.7 Sklizeň a posklizňová úprava .....	28
3.4.8 Skladování .....	29
3.5 Výživa a hnojení cukrové řepy .....	30
3.5.1 Průmyslové hnojení .....	30
3.5.1.1 Hnojení dusíkem (N) .....	31
3.5.1.2 Hnojení fosforem (P) .....	31
3.5.1.3 Hnojení draslíkem (K) .....	32
3.5.1.4 Hnojení hořčíkem (Mg) .....	33
3.5.1.5 Hnojení vápníkem (Ca).....	34

3.5.1.6 Hnojení sodíkem (Na).....	35
3.5.1.7 Hnojení sírou (S).....	35
3.5.2 Výživa stopovými prvky (mikroelementy) .....	36
3.5.2.1 Bór (B) .....	36
3.5.2.2 Mangan (Mn) .....	36
3.5.2.3 Měď (Cu) a zinek (Zn).....	37
3.5.2.4 Železo (Fe).....	37
3.5.3 Organické hnojení .....	38
3.5.4 Úprava půdy vápněním.....	39
3.6 Mimokořenová výživa .....	40
4 MATERIÁL A METODIKA.....	42
4.1 Materiál .....	42
4.2 Metodika .....	42
4.2.1 Agrotechnické údaje a hnojení pokusných variant.....	43
4.2.2 Odběr vzorků a jejich analýza .....	44
4.2.3 Výpočet vybraných charakteristik a vyhodnocení výsledků .....	44
4.3 Výsledky a diskuze .....	46
4.3.1 Vyhodnocení odběrů prováděných během vegetace .....	46
4.3.2 Vyhodnocení sklizňových výsledků.....	48
5 ZÁVĚR.....	54
6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	55
7 SEZNAM TABULEK .....	60
8 SEZNAM OBRÁZKŮ.....	61
9 PŘÍLOHY .....	62
9.1 Významné choroby cukrovky .....	62
9.2 Významní škůdci cukrovky.....	63
9.3 Projevy deficiencie živin.....	64



# 1 ÚVOD

Cukrová řepa (*Beta vulgaris var. altissima*) neboli cukrovka je dvouletá rostlina, kterou botanicky zařazujeme do čeledi merlíkovitých a hospodářsky do skupiny okopanin. Tato rostlina se rozmnožuje semeny. V první polovině vegetace tvoří přízemní růžici listů a bulvu, která se zpracovává na výrobu cukru. Ve druhé polovině vegetace se vytváří květní lodyha, na které dozrávají semena.

Cukrovka je svým produkčním a energetickým potenciálem nejvýkonnější plodinou mírného pásma a má nezastupitelnou úlohu jako předplodina v osevním postupu (Krouský et al., 2006). Je pěstována zejména jako technická plodina, která patří spolu s cukrovou třtinou mezi hlavní zdroje výroby cukru, tedy sacharózy (Pulkrábek et al., 2007). V menší míře se využívá ke zkrmování dobyt看, především bulvy a chrást. Dále se využívají ke krmným účelům vedlejší produkty z výroby cukru, a to cukrovarské řízky a melasa. Cukrovka je rovněž významnou surovinou pro výrobu bioetanolu (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007).

Produkce cukrovky a výroba cukru jsou jedním z nejdůležitějších odvětví zemědělsko-potravinářského komplexu. S průmyslovou výrobou cukru z cukrové řepy se začalo až v 19. století a na území České republiky má tradici déle jak 180 let (Macinnis, 2002). Roční výroba cukru představuje zhruba 5 % z celkové roční hodnoty potravinářského průmyslu. Cukr (sacharóza) je jedním ze základních složek v lidské výživě, který slouží jako zdroj energie (Pokorná et al., 2011).

Za posledních 20 let došlo k razantní redukci ploch cukrové řepy. V EU se negativně projevila kvotace pro jednotlivé cukrovarské skupiny a vlastnictví kvót. Odbyt cukrové řepy vychází z dohody s cukrovarem. Vzájemné vztahy musí být mezi pěstitelem a zpracovatelem jasně formulovány v uzavřené smlouvě. Pěstitelé cukrovky jsou soustředěni v oblastech, kde zůstaly cukrovary, jako je například region střední Moravy (Hané) v okolí Litovle, Vrbátek, Dobrovic nebo Prosenic (Krouský et al., 2006).

Při pěstování cukrové řepy má pro ekonomiku rozhodující vliv použití agrotechniky. V rámci agrotechnických opatření je nezbytné zvolit správné stanoviště s dostatkem živin a organických látek v půdě (Bittner, 2012b). Cukrovka je plodina náročná na živiny, dobře reaguje na organická hnojiva, základní hnojení průmyslovými hnojivy i mimokořenovou výživu. Vlivem mimokořenové výživy na výnos a technologické parametry cukrovky se zabývá i tato práce.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši zaměřenou na problematiku pěstování cukrovky. Hlavní pozornost věnovat vlivu agrotechniky na výnos a kvalitu cukrovky. Zaměřit se přitom na možnosti intenzifikace pěstitelských technologií s cílem dosažení nejenom vysokého výnosu, ale i kvalitní produkce. Významnou pozornost věnovat vlivu základního hnojení a mimokořenné výživy na výše uvedené parametry. Založit a vyhodnotit poloprovozní polní pokus, ve kterém budou testovány možnosti uplatnění mimokořenné výživy cukrovky a jejich vliv na výnos a kvalitu produkce.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

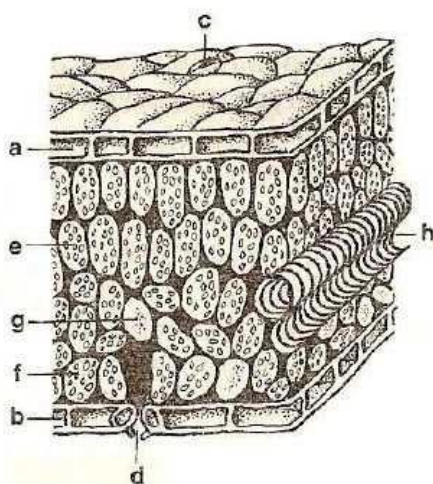
### 3.1 Cukrová řepa (*Beta vulgaris* var. *altissima*)

#### 3.1.1 Anatomie a morfologie

##### 3.1.1.1 List

Cukrová řepa se skládá z nadzemní části, kterou tvoří listy. List tvoří silný řapík se zásobní a vodivou funkcí a zvlněná listová čepel s fotosyntetickou funkcí (Jůzl, Elzner, 2014). Veškerá tato nadzemní část je celkově označována jako chrást. Chrást obsahuje buňky s chlorofylem, který slouží jako asimilační aparát pro fotosyntézu a také je hodnotným zdrojem ke krmení. Roztoky minerálních látek, potřebné k asimilaci se dostávají do listů pomocí cév, kořene a listovými žilkami, které se spojují. Žilky obklopuje rostlinné pletivo nazývané mezofyl a tvoří tak začátek vodivých cest pro odvod asimilátů z listů do kořene (Rybáček et al., 1985). Schématický příčný řez listem je znázorněn na obrázku 1.

V prvním roce vegetace jsou listy řepy uspořádány v listové růžici, která se nachází na hlavě bulvy. Děložní lístky vyrostou po vzejití a jsou postaveny vstřícně. Po určité době tyto lístky opadnou. Na hlavě bulvy jsou také vlastní pravé listy, které jsou spirálovitě uspořádány od vnějšku ke středu. Ve středu jsou vždy ty nejmladší (srdčkovité) listy. Velikost listů je ovlivněna odrůdou, kdy má cukrovka v průměru okolo 44 až 55 listů (Jůzl, Elzner, 2014).



- a) Vrchní pokožka
- b) Spodní pokožka
- c) Vrchní průduch
- d) Řez spodním průduchem
- e) Palisádový parenchym
- f) Houbový parenchym
- g) Cystolit štavelanu vápenatého
- h) Počínající cévní svazek

Obr. 1 – Příčný řez listem (Rybáček et al., 1985)

### 3.1.1.2 Květ

Cukrovka patří mezi dvouleté cizosprašné rostliny. Ve druhém roce vegetace z osy srdéčka vyrůstá hlavní lodyha a z úžlabních pupenů vedlejší lodyhy (Jůzl, Elzner, 2014). Její květy vytvářejí klubíčka, která jsou obojaká po 2 až 5 pohromadě. Klubíčko je souborem nepravých plodů, uzavřených ve ztvrdlém zaschlém okvětí s velikostí 2 – 4 mm. Tato plodina hůře snáší opylení a je cizosprašná (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007). Rozdíl mezi prvním a druhým rokem vegetace je znázorněn na obrázku 2.



Obr. 2 – Cukrovka v prvním a druhém roce vegetace (Kadala, 2013)

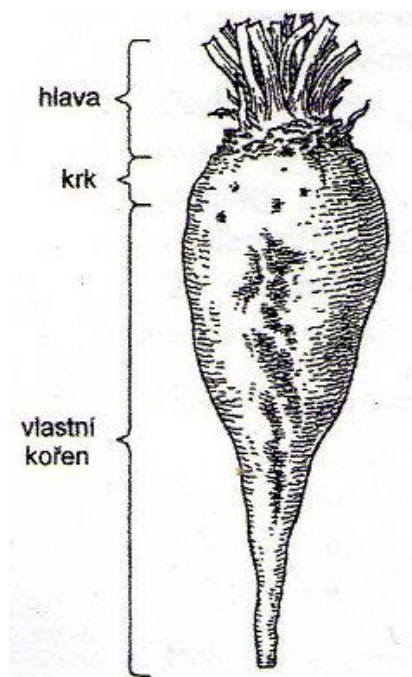
### 3.1.1.3 *Bulva*

Podzemní část cukrové řepy tvoří bulva, která představuje zásobní orgán. Je nositelem pupenů, z nichž vzniká nadzemní část. Bulvu tvoří vodivé cesty, které prochází celou rostlinou. Její tvar je utvářen podle variet a typů odrůd. Zpravidla je vřetenovitý a protáhlý do podoby kužele. Vrchní část a boky jsou ztloustlé (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007). Rozdělujeme ji na tři hlavní části – hlavu, krk a vlastní kořen.

*Hlava (epikotyl)* – je vrchní část bulvy, která tvoří asi 4 % hmotnosti bulvy. Jedná se o zkrácený stonek nesoucí listy a vegetační pupeny. V této části je nejméně obsažen cukr a nejvíce škodlivé necukerné látky. Při sklizni se hlava odstraňuje pomocí nožů stroje, které by měly provést hladký a rovnoměrný řez. S hlavou se odstraňuje listová růžice a společně tvoří tzv. skrojky.

*Krk (hypokotyl)* – tvoří přechod mezi hlavou a vlastním kořenem. Na této části se nenacházejí listy ani vlásečnicové kořínky. Zaujímá 6 % hmotnosti bulvy.

*Vlastní kořen (radix)* – je vřetenovitého a mírně zploštělého tvaru se dvěma protilehlými podélnými rýhami, ze kterých vyrůstají vlásečnicové kořínky. Rýha by neměla být příliš ostrá a hluboká, tím se zhoršuje čištění cukrovky. Kořen by neměl být více větvený ani příliš dlouhý, což zvyšuje sklizňové ztráty. Kořen tvoří asi 90 % hmotnosti cukrovky. Směrem dolů se zužuje a vytváří tzv. ocásek, který proniká hluboko do půdy a slouží k čerpání vody (Hřivna et al., 2014).

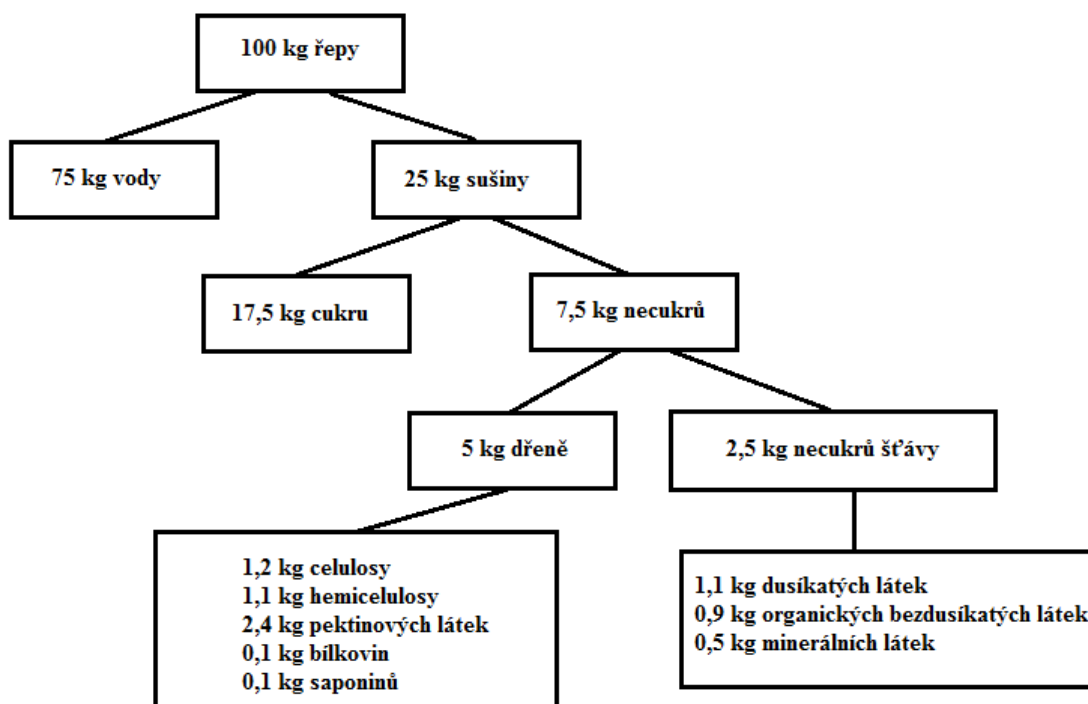


Obr. 3 – *Morfologie řepné bulvy* (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007)

### 3.1.2 Chemické složení

Z chemického pohledu je cukrová řepa prvotně složena ze tří základních prvků a to uhlíku, vodíku a kyslíku. Z těchto základních prvků se syntézou vytvoří sacharidy, aminokyseliny, bílkoviny, lipidy, organické kyseliny a další sloučeniny. Cukrovka ale obsahuje i další prvky, které jsou nezbytné jako součást strukturálních tkání nebo jako účastníci biochemických reakcí. Patří sem dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík, síra, sodík, bór, chlór, měď, železo, mangan, molybden a zinek (Draycott, Christenson, 2003).

Z technologického hlediska rozdělujeme látky obsažené ve sklizených bulvách cukrovky na sušinu (řepná dřevina) a řepnou šťávu. Výčet jednotlivých složek cukrové řepy uvádí obrázek 4. Sušinou se rozumí souhrn ve vodě nerozpustných látek (sacharóza, řepná dřevina, necukerné složky, popeloviny). Zbytek tvoří řepná šťáva, tj. voda a v ní rozpuštěné látky. Obsah vody a sušiny je proměnlivý. Voda se obvykle pohybuje v rozmezí 70 – 82 %, obsah sušiny může kolísat v rozmezí 18 – 30 % (Prugar a kol., 2008).



Obr. 4 – Výčet jednotlivých složek cukrové řepy

Hlavním cukrem v bulvě je sacharóza. Skládá se z jedné molekuly glukózy a jedné molekuly fruktózy. V čistém stavu je sacharóza bílá krystalická látka, sladké chuti, dobře rozpustná ve vodě. Vlivem působení vnějších činitelů (např. zmrznutím) dochází k rozkladu sacharózy na původní látky – glukózu a fruktózu. Glukóza otáčí rovinu polarizovaného světla doprava, zatím co fruktóza ji otáčí doleva. Hydrolýzou sacharózy nastává v otáčení inverze neboli zvrát. Proto se směs glukózy a fruktózy nazývá invertní cukr. Zvyšováním tohoto cukru dochází ke snižování výtěžnosti cukrové řepy. Mezi další sacharidy v bulvě se nachází rafinóza a maltóza. Rafinóza je trisacharid tvořený galaktózou, glukózou a fruktózou. Důležitá vlastnost je, že otáčí rovinu polarizovaného světla silně doprava, čímž dochází ke zvyšování hodnoty polarizace při hodnocení cukernatosti. Tyto sacharidy jsou zastoupeny pouze v desetinách procenta a mohou nám při stanovení zkruslovat cukerní výtěžek (Hřivna et al., 2014).

Řepná dřev se skládá z kyseliny arabinové, celulózy, nerozpustných dusíkatých látek, anorganických látek a malého množství tuku a saponinu. Tyto látky se vyskytují v nízkých koncentracích. Saponiny jsou chemické sloučeniny z přírodních zdrojů označovány jako sekundární metabolity, které se vyskytují v mnoha druzích rostlin. Ve vodném roztoku po protřepání silně pění. Saponiny mají nahořklou až svíravou chuť. Více dřev je v místech bulvy, kde se nacházejí cévní svazky (Kadlec, 2010).

Organické necukerné látky rozdělujeme na bezdusíkaté a dusíkaté. Z bezdusíkatých organických necukrů bulva obsahuje organické kyseliny (kyselinu šťavelovou, mravenčí, octovou, máslovou, jantarovou a další), pektiny (pentozany a galaktany), barviva, tuky a aromatické látky. Dusíkaté organické necukry dělíme na bílkoviny a nebílkovinné látky. Dusík v nebílkovinných látkách nazýváme „škodlivý dusík“, zatím co dusík ve všech dusíkatých látkách (v bílkovinách, aminokyselinách, amidech, organických a purinových zásadách) se označuje jako „veškerý dusík“. Do skupiny dusíkatých látek patří i enzymy. Jsou to látky bílkovinné povahy, které řídí chemické reakce. Mezi zástupce těchto enzymů patří tyrozináza, fosforyláza, kataláza, peroxidáza, enoláza a jiné.

Popeloviny se nacházejí v horní části bulvy a představují přibližně 0,55 %. Jsou to především draselné, hořečnaté a vápenaté soli. Mezi nejškodlivější popeloviny patří chloridy, dusičnany a uhličitany. Jeden díl popelovin brání krystalizaci pěti dílů cukru (Prugar a kol., 2008).

### 3.2 Význam a využití

Cukrovka je plodina pěstovaná především jako technická určená k výrobě sacharózy. Cukr (sacharóza) se ve většině zemí nejběžněji používá jako přírodní sladidlo. Světová produkce cukru se pohybuje v rozmezí 140 – 150 milionů tun (Smutka et al., 2011). Mezi největší producenty cukru patří Indie, Brazílie, Kuba, Čína, USA a Německo. Hlavní zdroj k výrobě sacharózy slouží cukrová třtina a cukrová řepa. Cukrová třtina se pěstuje hlavně v subtropických oblastech, kdežto cukrová řepa v mírném pásu a velmi omezeně v subtropickém pásmu. Z chemického hlediska není rozdíl mezi tzv. cukrem třtinovým a cukrem řepným. Obě rostliny tvoří sacharóza, rozdíl je pouze v jejich složení, což se odráží v rozdílné technologii zpracování suroviny v cukrovarech (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007). Z cukrové třtiny (*Saccharum officinarum*) získáme o 20 – 25 % vyšší produkci cukru než z cukrové řepy. Důvodem je, že cukrová třtina roste za mnohem výhodnějších podmínek. Má totiž k dispozici více slunečního světla a vodních srážek, a proto se může v buňkách těchto rostlin vytvořit mnohem více cukru než v řepě za normálních poměrů. Naopak cukrovce vyhovují spíše oblasti se středními srážkami a malou oblačností, bez silných větrů (Pulkrábek et al., 2007). Mezi největší celosvětové producenty cukrovky patří Ukrajina, Rusko, Francie, USA a Německo. Cena cukru je velice proměnlivá a mimořádně závislá na světových zásobách. Množství zásob ve vztahu ke spotřebě je nejvýznamnějším faktorem ovlivňující světové tržní ceny (Reinbergr, 2014). Spotřeba cukru v České republice představuje 400 – 450 tisíc tun. Průměrná spotřeba se na jednoho obyvatele pohybuje v rozmezí 38 – 39 kg, ale tato hodnota postupně klesá (Šnobl, Pulkrábek et al., 2002).

Cukr jako hlavní produkt z cukrové řepy, ale také vedlejší produkty (melasa, řepné řízky, saturační kaly) jsou cennou obnovitelnou surovinou pro potravinářský a fermentační průmysl, dále pro výrobu pohonných látek (etanolu) a mimo jiné i pro malotonážní chemii. V nedávné době se usilovně rozvíjí její využití k výrobě palivového lihu. Z jednoho hektaru vypěstované cukrové řepy lze vyrobit 7 000 – 7 500 litrů bioetanolu. K výrobě lihu v současnosti slouží cukrovka pěstovaná na cca 10 tisících hektarech (Pulkrábek et al., 2007). U sacharózy lze hlavně předpokládat rozšíření spotřeby v potravinářství, perspektivním uplatněním i výroba modifikovaných produktů, organických kyselin, akrylesteru kyseliny mléčné, léčiv, aminokyselin a dalších.



Cukrová řepa má vysokou fotosyntetickou schopnost a je podstatnou surovinou s obnovitelnou energií pro chemický průmysl. Je to plodina s vysokou agronomickou předplodinovou hodnotou, protože po její sklizni zanechává rozsáhlé množství chrástu a řízků, které se po zaorání stávají významným zdrojem živin pro následnou plodinu (viz tabulka 1) (Krouský et al., 2006). Dalším důvodem, proč má cukrovka vysokou předplodinovou hodnotu je její hluboký kořenový systém, který pozitivně ovlivňuje úrodnost půdy, zanechává ji kyprou, snižuje infekční tlak chorob v osevních sledech s vysokým podílem obilovin a zvyšuje koncentraci humusu v půdě ze zbytků kořenů a listů. Mimo jiné cukrovka zanechává v půdě po sklizni málo nitrátového dusíku a to z důvodu, že se sklízí až na podzim, tudíž přijímá živiny během celé vegetace.

Dále cukrovka patří mezi plodiny, které umí velmi dobře hospodařit s vodou. Transpirační koeficient udávající množství vody, které musí rostlina vytranspirovat pro vytvoření 1 kg suché hmoty se pohybuje kolem 350 litrů, kdež to u brambor či slunečnice je to hodnota okolo 650 litrů a u vojtěšky až 700 litrů (viz obr. 5).

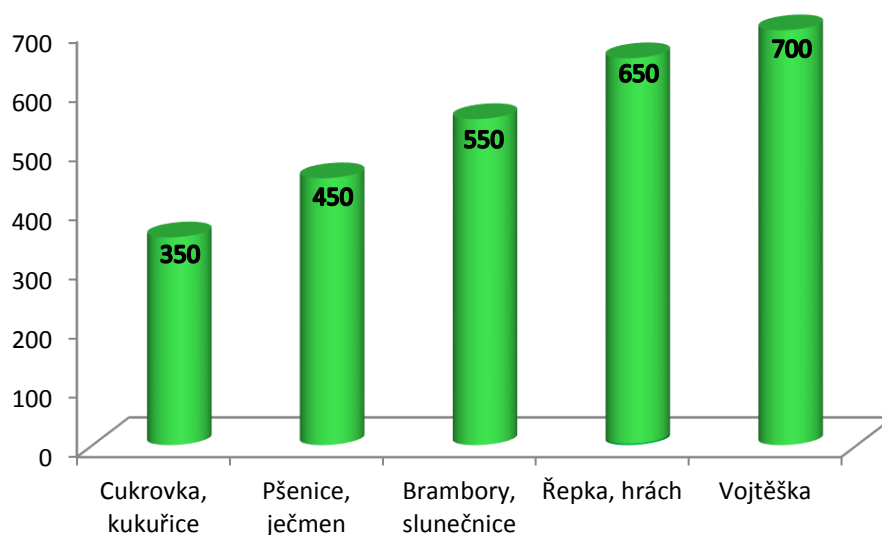
Cukrovka při fotosyntéze přijímá oxid uhličitý a uvolňuje velké množství kyslíku. Z jednoho hektaru cukrovky se ho během vegetace uvolní asi 13 milionů litrů. Jiné polní plodiny jako brambory nebo obiloviny vykazují výrazně nižší produkci kyslíku (viz obr. 6)

Při zpracování cukrové řepy získáváme několik vedlejších produktů. Největší význam má melasa, která se uplatňuje v lihovarství, drožděrenství a lze ji využít i pro výrobu kyseliny citrónové nebo eventuálně ke krmným účelům. Během čištění řepné šťávy v cukrovaru získáváme cukrovarské kaly, které se využívají jako vápenatá hnojiva. Vyslazené cukrovarské řízky mohou sloužit jako krmivo pro prasata či skot, ke hnojení jako zdroj organických látek nebo mají využití v bioplynových stanicích (Hřivna et al., 2014).

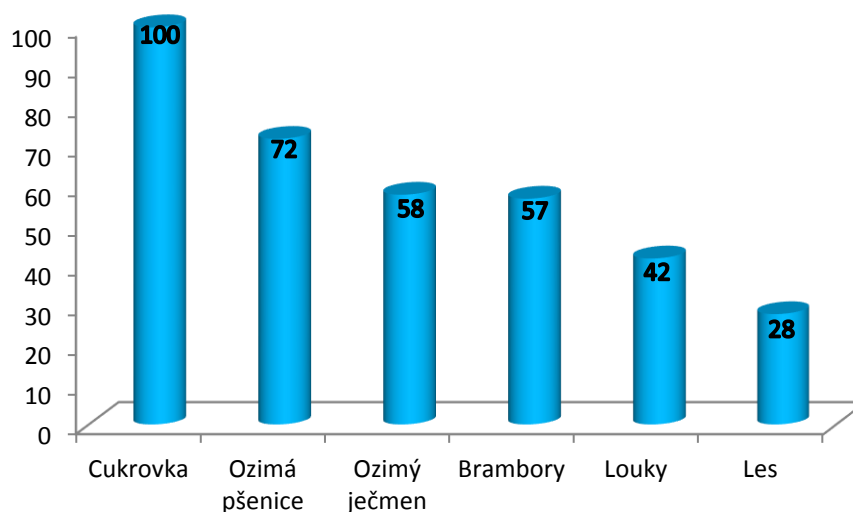
Tab. 1 – Obsah živin v řízkách a chrástu (Hřivna et al., 2014)

Živina	Forma živiny	Obsah v 10 t řízků v kg	Obsah v 10 t chrástu v kg
Dusík	N	34	36
Fosfor	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,5	9,3
Draslík	K <sub>2</sub> O	15,8	61,5
Vápník	CaO	28	20,3
Hořčík	MgO	6,8	11,5
Bór	B	0,08	0,04
Sodík	Na <sub>2</sub> O	1,25	23,3
Mangan	Mn	0,17	0,05
Měď	Cu	0,013	0,007
Zinek	Zn	0,05	0,02
Železo	Fe	1,4	0,2
Org. látky	C	2041	1625

Poznámka: obsahy živin mohou kolísat v rozmezí 20 - 30 % v závislosti na výživném stavu rostlin



Obr. 5 – Transpirační koeficient u různých polních plodin (Hřivna et al., 2014)



Obr. 6 – Produkce kyslíku v průběhu vegetace při průměrném výnosu (Hřivna et al., 2014)

### 3.3 Výnos a kvalita cukrovky

Cukrovou řepu řadíme mezi nejnáročnější plodiny z hlediska potřeby živin. Při pěstování této plodiny musíme brát v ohledu několik faktorů, které ovlivňují její výnos a kvalitu. Základní strukturu výnosu cukrovky tvoří počet jedinců na hektar, hmotnost bulv a množství cukru v bulvě (Pulkrábek et al., 2007). Výživou a hnojením rostlin můžeme ovlivnit hmotnost bulv, obsah cukru a poměr mezi hmotností bulv a chrástu. Zajištěním základních parametrů při pěstování cukrovky můžeme dosáhnout optimálního výnosu i technologické kvality cukrovky. Jedná se především o půdní poměry, ročník, agrotechniku související s přípravou půdy, výživu, setí, ochranu porostu během vegetace a sklizní. Mezi hlavní faktory při pěstování cukrovky dle Märlandera patří průběh povětrnosti, pěstební podmínky, populace rostlin a genetika odrůd (Hřivna et al., 2014).

#### 3.3.1 Vliv klimatických podmínek

Cukrovka je velice citlivá plodina, která silně reaguje na nepříznivé vlivy počasí (Bittner, 2012a). Mezi stresové faktory působící na růst, vývoj, výnos a kvalitu řepy patří poškození vzešlé řepy přechlazením, mráz, sluneční úžeh (úpál), vodní deficit (sucho), krupobití, poškození bleskem, větrná a vodní eroze (Pechková, 2012).

Výnos cukru je závislý na délce vegetační doby, hodnotách průměrných teplot v období vegetačního roku a množství slunečního svitu. Průměrná vegetační teplota vzduchu by měla být 8 – 9 °C s ročním úhrnem srážek 550 – 650 mm (Šnobl, Pulkrábek et al., 2002). K tomu má pozitivní přínos zvyšující se koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší. Dále jsou žádoucí rozdělené srážky v celém průběhu vegetačního období než celkové srážkové úhrny. Naopak mezi negativní vlivy patří srážkový deficit nebo enormní dlouhodobé srážky, zvláště v závěru vegetačního období, jelikož snižují cukernatost a podporují příjem  $\alpha$ -aminodusíku z půdy a tím zhoršují její technologickou kvalitu. Delší vegetační doba a teplota zvyšují předpoklady pro výnos cukru. Cukrová řepa umí dosáhnout těch nejlepších výnosů i při poměrně nízkých srážkách a to z důvodu, že umí velmi dobře hospodařit s vodou (Hřivna et al., 2014).

Srážky mají značný vliv na produkci cukrovky. Ovlivňují velikost listové růžice, asimilaci na jednotku listové plochy, délku fotosyntézy a schopnost ukládat asimilační látky do bulvy. Další vliv mají na celkový počet vzniklých listů, stav listů a jejich životnost. Množství listů na rostlině může být také ovlivněno odrůdou, výživou porostu

a dobou setí, nicméně největší podíl má na tom hustota porostu. Výsledná struktura porostu je odvislá od zvolené vzdálenosti výsevu v řádku, dosaženou vzešlostí porostu a šířky řádků. Negativní vliv na výnos cukrové řepy má mezerovitost a přehuštění porostu. Za mezerovitost považujeme neobsazené části řádků delší než dvojnásobek výsevní vzdálenosti, takže jde o procentický podíl mezer na celkové délce řádku. Přehuštění porostu má opačný význam mezerovitosti, jde tedy o vznik shluk příliš blízko rostoucích rostlin cukrovky ve vzdálenosti menší než 16 cm. K hodnocení růstu cukrové řepy používáme makrofenologickou stupnici (Pulkrábek et al., 2007).

### 3.3.2 Vliv půdních podmínek

Cukrová řepa je velmi náročná na půdu a její vlastnosti. V současné době je velkým problémem zhutnění půdy a to z důvodu, že se přestává provádět hluboká orba až do 50 cm, úbytkem humusu v půdě, peptizací půdních koloidů a hmotností dopravních prostředků. Příčinou je vznik mrcasatých bulev, kdy kořeny špatně pronikají zhutnělou půdou, větví se a zakrucují (viz. obrázek 7). Tato deformace bulev má negativní vliv na výnos a kvalitu cukrové řepy (Hřivna et al., 2014).

Základním předpokladem pěstování cukrovky je udržení, případně zvýšení půdní úrodnosti. Při vyšší koncentraci řepy hrozí nebezpečí únavy půdy provázené výskytem hád'átka, zvýšeným tlakem chorob, škůdců a plevelů, které se odrážejí v celkovém výnosu (Badalíková, 2006).



Obr. 7 – Deformace bulev (*mrcasy*) - vpravo správný tvar bulvy (Hřivna et al., 2014)

### 3.3.3 Technologická kvalita cukrovky

Technologická jakost je dána komplexem faktorů, které mají vliv na zpracovatelnost a výtěžek cukru. Zahrnuje mechanické, biologické, fyzikálně-chemické a chemické vlastnosti řepné bulvy (Hřivna, Chodurová, 2012). Důležitým parametrem technologické jakosti je obsah sacharózy v bulvách i obsah melasotvorných necukrů (Na, K, a  $\alpha$ -aminodusíku), které snižují výtěžnost cukru (Bocianowski et al., 2015). Mezi vnější znaky pak patří velikost a tvar bulvy, množství kořínků, nečistot, cévních svazků a zdravotní stav. Z pohledu analytických rozborů pak největší význam mají výsledky digesce a to obsah cukru, rozpustného popela, škodlivého dusíku a také podíl invertu. Většina stanovení se provádí ihned při příjmu vzorků cukrové řepy v laboratoři cukrovaru.

*Cukernatost* může být ovlivněna různými faktory. Významnou roli zde hraje vliv samotné odrůdy, průběh povětrnosti během vegetace, ale také třeba hnojení dusíkem, které se promítá jak v chemickém složení bulev, tak i jejich skladovatelnosti.

Hnojení dusíkem se promítá především do obsahu  *$\alpha$ -aminodusíku*, což je škodlivý dusík, který patří mezi necukerné složky v kořenech cukrovky a snižuje výtěžnost sacharózy (Pelikán et al., 1999).

Obsah *rozpustného popela*, který rovněž negativně ovlivňuje výtěžnost sacharózy, by se měl u jakostní řepy pohybovat pod hodnotou 0,5 %. Obsah rozpustného popela je ovlivněn také odrůdou, průběhem povětrnosti, výživou a půdními poměry. Z popelovin jsou nejhorší chloridy. Čím vyšší hodnota popelovin, tím více cukru zůstává v melase. Větší množství popelovin a dusíkatých látek se vyskytuje v hlavové části cukrovky (Hřivna et al., 2014).

Výnos a kvalita cukrové řepy se utváří v průběhu vegetace. Jakost je dána souhrnem faktorů, které značně ovlivňují její zpracování a jsou důležité pro celkovou výtěžnost cukru. V současnosti je výraz technologická jakost chápán jako souhrn:

- biologických vlastností – tvar, velikost a hmotnost bulvy, vyžralost, zdravotní stav a rezistence vůči chorobám
- chemických vlastností – pH, turgor, složení buněčné šťávy a barva
- mechanických vlastností – pružnost, pevnost a odpor k řezání řepné bulvy (Draycott, Christenson, 2003).

## 3.4 Agrotechnika pěstování cukrové řepy

### 3.4.1 Nároky na stanoviště

Pro pěstování cukrové řepy musíme zvolit vhodné stanoviště s požadovanými vlastnostmi, jelikož má cukrovka poměrně velké nároky na půdu. K pěstování se nejvíce hodí černozemě, hnědozemě, nivní půdy nebo rendziny. Půdy hlinité, písčitohlinité až jílovitohlinité s malou svažitostí a náchylností k erozi. Ideální obsah humusu v půdě by měl být 2,5 % a více, vyrovnaný vodní a vzdušný systém s možností prokořenění hlouběji do půdy a skeletovitostí maximálně do 2 %. Naopak nevhodnými stanovišti jsou půdy písčité, zamokřené a s velkým množstvím skeletu. Na těchto půdách lze pozorovat poruchy výživy, které se těžce odstraňují (Hřivna et al., 2014). Kvalitní řepařská půda dále musí mít optimální strukturu a pórovitost, nízkou objemovou hmotnost (pod  $1.45 \text{ g.cm}^{-3}$ ), nízký penetrační odpor půdy (max. 3,5 MPa), neutrální až slabě alkalickou reakci s hodnotami pH 6,8 – 7,3 (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007).

### 3.4.2 Zařazení do osevního postupu

Pro zařazení cukrové řepy do osevního sledu platí daná pravidla a omezení. Nejvhodnějšími předplodinami pro cukrovku jsou ozimé obilniny, naopak zcela nevhodnými předplodinami jsou jetel, vojtěška nebo kukuřice. Cukrová řepa je sama po sobě 4 – 5 let nesnášenlivá (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007).

Při častějším zařazování cukrovky do osevního postupu dochází k tzv. řepné únavě půdy, přemnožení živočišných škůdců, hlavně háďátka řepného, parazitních hub (rizománie), hromadění toxických látek a selekci plevelů (Jůzl, Elzner, 2014). Kvůli těmto činitelům není vhodné do osevních sledů s cukrovkou zařazovat řepku, hořčici nebo kukuřici. Nevhodnými meziplodinami jsou brukvovité plodiny bez tolerance k nematodům. Výhodnější je využít strniskové meziplodiny na zelené hnojení, jako je například ředkev olejná a hořčice bílá. Cukrová řepa je velmi využívaná jako vhodná předplodina pro sladovnický ječmen a pro ozimou pšenici. V současné době se v ČR prakticky uplatňují dva základní systémy osevních postupů, ve kterých se cukrovka pěstuje 1x za 3 roky. Takto sestavené osevní sledy vyžadují intenzivní ochranu proti škodlivým činitelům (Pulkrábek et al., 2007).

### 3.4.3 Zpracování půdy

Půda před zasetím cukrovky musí být správně připravena. Spolehlivé výsledky zajišťuje klasický systém 3 oreb – podmínka co nejrychleji po sklizni předplodiny, střední orba v srpnu až v září, kdy se doporučuje zaorat chlévský hnůj a část průmyslových hnojiv a hluboká orba do 45 cm v říjnu. Nicméně se tento postup v současnosti nedodrží a tak převládá systém pouze 2 oreb – podmínka po sklizni předplodiny a hluboká orba, kdy se zapraví do půdy vzešlý výdrol s posklizňovými zbytky a se statkovými či průmyslovými hnojivy (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007).

Podzimní zpracování půdy má za cíl upravit a zlepšit fyzikální stav ornice, její biologické a chemické vlastnosti pro vegetační období. Provádí se od září do poloviny října. Při tomto zpracování půdy zapravujeme statková a průmyslová hnojiva do orničního profilu. Dále je vhodné použít kypření neboli dlátování půdy do hloubky 45 cm s následným urovnáním povrchu brázd. Kvalitní podzimní příprava má pomoci provést předsetřovou přípravu co nejměleji s minimálním počtem zásahů pro dosažení vysoké vzcháživosti osiva.

Jarní příprava půdy navazuje na podzimní orbu a jiné kypření. Má podstatný vliv na vzcházení rostlin, vyrovnanost porostu, výnos a kvalitu sklizně. Jejím cílem je konečné zarovnaní pozemku, rozmělnění hrud, vytvoření pevného lůžka a úprava fyzikálních vlastností půdy (Pulkrábek et al., 2007). Rané jarní vláčení má docílit k otevření povrchu půdy, přispět rychlejšímu proschnutí a prohřátí vrchní vrstvy půdy. Po těchto agrotechnických zásazích můžeme využít období před předsetřovou přípravou k aplikaci herbicidů a ke hnojení průmyslovými hnojivy (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007). Hloubka předsetřového kypření do 5 cm má odpovídat hloubce výsevu. Výsev do lůžka s neporušenými kapilárami umožňuje vzlínání vody k osivu, tím rostliny vzcházejí rychleji a rovnoměrněji s menší závislostí na srážkách. Na takto ukončenou přípravu půdy musí bezprostředně navazovat setí. Při hlubokém kypření dochází k opačnému účinku. V jarní přípravě jsou optimální 1 – 2 pracovní zásahy před setím. Vyšší počet operací vede k poklesu výnosu o 5 % za každý zásah navíc (Pulkrábek et al., 2007).

### 3.4.4 Osivo a odrůdy

Nejdůležitější vlastností řepného semena je klíčivost, která zaručuje úspěšný vývoj celé rostliny. Dle Konečného (2009) je kvalita osiv každým rokem vyšší. V současné době je v ČR registrován velký počet odrůd geneticky jednoklíčkové cukrové řepy

(Pulkrábek et al., 2007). Při výběru osiva vycházíme ze zvolené technologie pěstování cukrovky (Šnobl, Pulkrábek et al., 2005). Podle výnosu kořene (bulvy) a cukernatosti můžeme dnešní odrůdy rozdělit na odrůdy výnosového typu, normálního typu a cukernatého typu.

*Odrůdy výnosového typu (V-tyt)* se vyznačují vyšším výnosem kořene a nižší cukernatostí (okolo 16 – 17 %). Mezi tyto odrůdy patří např. Alaska, Valentina nebo Mrathon, které jsou charakteristické tím, že vyžadují delší vegetační dobu.

*Odrůdy normálního typu (N-tyt)* dosahují středních až vyšších výnosů bulv se střední cukernatostí a výtěžností rafinády. Zde patří odrůdy např. Monza, Lucata, Festina nebo Scorpion.

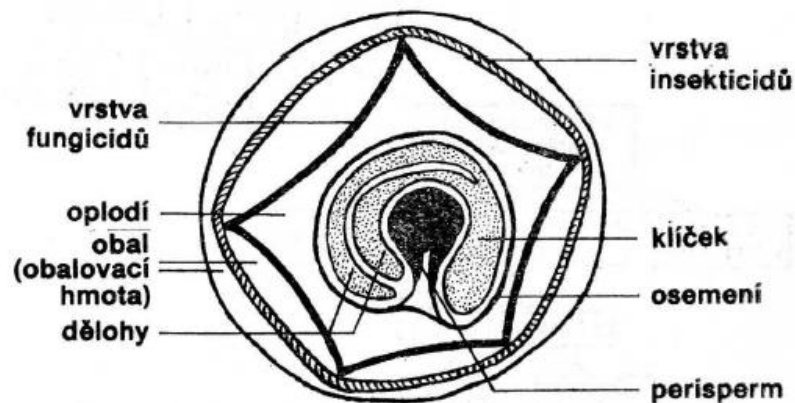
*Odrůdy cukernatého typu (C-tyt)* jako jsou Felicita nebo Polaris dosahují nižšího výnosu kořene, ale s vysokou cukernatostí (18 % i více) a výtěžností rafinády. Tyto odrůdy rychleji technologicky dozrávají a lze je použít pro časnější sklizeň nebo případně pro pozdější setí.

Několik dalších odrůd je řazeno mezi přechodné NC typy (Impact, Antilla, Nancy, Tanisha, Mondial aj.) nebo NV typy (Julietta, Caruso, Esperanza, Canyon aj.). Většina nynějších registrovaných odrůd jsou tolerantní k rozšířené chorobě cukrovky – rizománii. Existují však i odrůdy se zvýšenou tolerancí k cerkosporióze, háďátku i rizoktónii. Pro pěstitele cukrové řepy je každým rokem zpracováván na základě výsledků pokusů seznam doporučených odrůd neboli zelená knížka, ve které jsou uvedeny výsledky nejpěstovanějších a také nově registrovaných odrůd pěstovaných v několika lokalitách ČR. Tento seznam vydává Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) ve spolupráci se Svazem pěstitelů cukrovky Čech za odborné spolupráce cukrovarů a semenářských firem (Pulkrábek et al., 2007).

Geneticky jednoklíčkové osivo musí mít tyto vlastnosti:

- geneticky založenou jednoklíčkovost 98 – 100 %
- klíčivost 95 % i více
- vysokou klíčivou energii
- dobrou vysévatelnost
- namoření fungicidy a vhodnými insekticidy
- výraznou barvu povrchu pro snadnou kontrolu uložení v půdě
- vysoký výnosový potenciál (Chochola, 2010).





Obr. 8 – Správně obalené osivo řepy (Rybáček et al., 1985)

### 3.4.5 Založení porostu

Základní a nejdůležitější podmínkou tvorby výnosu cukrové řepy je docílit rovnoměrného obsazení řepného pole rostlinami bez mezer a shluků. Za optimální rozpoložení rostlin na jednom hektaru považujeme 95 000 – 100 000 řep, mezerovitost do 3 – 5 % a shluky do 2 – 3 %. Struktura porostu závisí především na vzdálenosti výsevu v řádku, která se dnes pohybuje mezi 17 – 21 cm, meziřádkovou vzdáleností 45 – 50 cm a vzešlostí porostu. Hlavním měřítkem pro zasetí je dobrá zpracovatelnost půdy, která je závislá na průběhu jarního počasí. Doba vysévání je od poloviny března do konce dubna (Pulkrábek et al., 2007). Teplota půdy musí být minimálně 5 °C, při které semena rostliny klíčí. Řepné semeno vyklíčí i při nižších teplotách, ale klíčení trvá delší dobu. Hloubka výsevu je 25 – 30 mm, která bývá docílena přesnými pneumatickými nebo mechanickými secími stroji. Tyto stroje musí být před zahájením vlastního setí zkontrolovány, upraveny a prověřeny výsevni zkouškou (Šnobl, Pulkrábek et al., 2007).

Správný a kvalitní výsev zajišťuje výsevni botka, zahrnovací orgány a pojezdová rychlost secího stroje. Výsevni botka musí být dostatečně ostrá, jelikož tvoří v půdě rýhu, která přivádí kapilární vodu a vzduch ke klíčícímu semenu. Proto je jí nutno po opotřebenosti měnit a průběžně kontrolovat. Zahrnovací orgány mají za úkol překrývat semeno suchou zeminou jen lehce a rovnoměrně. Secí stroj musí vysévat osivo s minimálním podílem vypadlých dvojsemen, vynechávek (mezer), osivo nepoškozovat a dodržet požadovaný výsevek. Pojezdová rychlost secího stroje je závislá od půdních a terénních podmínek, nejčastěji se však pohybuje okolo 6 km/hod (Pulkrábek et al., 2007).

### **3.4.6 Ošetřování porostu během vegetace**

Během vegetace kombinujeme mechanickou kultivaci, chemické ošetření proti plevelům, škůdcům, chorobám, ošetření regulátory růstu a hnojení.

V období vzcházení porostu sledujeme výskyt škůdců a chorob a podle toho vybíráme vhodné opatření porostu. Pokud se nám na pozemku vytvořil půdní škraloup, používáme k jeho zničení plečky, rýhované válce nebo lehké brány. Dále sledujeme výskyt plevelů a podle toho volíme správný chemický nebo agrotechnický zásah.

Po vzejití se řepa mechanicky ošetřuje zejména v meziřádcích, pokud to porost či půda vyžaduje. Meziřádková kultivace se provádí plečkou s rotačními orgány do hloubky 5 – 6 cm, která ničí plevele, prokypřuje a provzdušňuje půdu, snižuje ztráty půdní vláhy výparem a umožňuje lepší vsakování vody. Optimální je také kombinace plečkování a opatření herbicidy proti plevelům. Při používání herbicidů musíme dávat pozor na termín ošetření, který se řídí růstovou etapou plevelů, maximální povolenou dávkou herbicidů a na samotnou aplikaci postřiku (Pulkrábek et al., 2007). Obrázková příloha škůdců a chorob je uvedena v kapitole „Přílohy“.

#### **3.4.6.1 Ochrana proti škodlivým činitelům**

Cukrová řepa je vystavena během vegetace různým škodlivým činitelům (plevele, choroby a škůdci). V současné době, při uplatnění moderních systémů pěstování bez ruční práce musíme zvlášť věnovat pozornost porostu, hlavně při vzcházení a v prvních stádiích vegetace a to z důvodu, že mladý porost není schopen na začátku vývoje bojovat proti těmto činitelům (Bretschneider, 1969).

Moření osiva a aplikace insekticidů je pro ochranu vzcházející řepy nejdůležitější. Osivo se nechává obalovat insekticidy a fungicidy, které chrání řepu několik týdnů proti prvním náletům mšic, jiným škůdcům a chorobám. Jestliže je výskyt škůdců vysoký nebo při nižší účinnosti moření, přistupujeme k aplikaci insekticidů postřikem (Pulkrábek et al., 2007).

#### **Choroby**

Virové žloutenky jsou nejdůležitější choroby cukrové řepy. Existují dva typy viru škodící u nás a to closterovirus žloutenky řepy a luteovirus mírného žloutnutí řepy (Bittner, 2012c). Mezi další závažné choroby patří rizománie řepy, virová mozaika řepy, kadeřavost řepy, padlí řepné, rez řepná, ramuláriová skvrnitost řepy, plíseň řepná aj.

Relativně nové onemocnění je choroba nízké cukernatosti (SBR), která výrazně snižuje obsah cukru v bulvách. Příznakem jsou žluté listy, které později nekrotizují a vyskytují se skoro po celém poli (Bittner, Běhal, 2010).

Choroby cukrové řepy bakteriálního typu napadají listy i kořeny. Za vlhkého počasí způsobují bakterie rodu *Pseudomonas* různé skvrnitosti listů. Bakterie rodu *Erwinia* a *Agrobacterium* napadají kořen a způsobují nádorovitost řepy až hnilobu kořenů. V poslední době se hojně vyskytují aktinomycety, které poškozují kůru kořenů a ta je vhodná pro vstup dalších patogenů (Bittner, 2012c).

Dále mikroskopická houba skvrnatička řepná (*Cercospora beticola* Sacc) způsobuje cercosporiózu řepy, která se vyznačuje typickými skvrnkami na vnějších listech, které jsou vevnitř světlejší. Okraje skvrn jsou tmavé a vedou až k úplnému odumření listů ([www.syngenta.com](http://www.syngenta.com)).

### ***Plevelé***

V porostech cukrovky se nachází téměř všechny druhy plevelů. Mezi nejčastěji se vyskytující patří ježatka kuří noha, kokotice rolní, svízel polní a merlík bílý. Intenzita jejich vzcházení během vegetace je odlišná. Na vzcházení mají vliv hlavně povětrnostní podmínky, vlhkost půdy a teplota půdy. První postřiky proti plevelům bývají aplikovány brzo po vzejití řepy, nejčastěji v dubnu (Jursík a kol., 2014).

Ochrana cukrovky proti plevelům je velmi náročná, protože v porostech se vyskytuje celá řada problémových plevelů. Velmi důležité je při aplikaci přípravků na ochranu rostlin dodržovat zásady, které stanovuje systém cross-compliance. Musíme zohlednit také stav porostu, vývoj počasí a dodržovat aplikační dávky. Pro aplikaci herbicidů jsou 3 základní termíny: při vzcházení, ve fázi 2. pravého listu a ve fázi 4. pravého listu (Bittner, Běhal, 2010).

### ***Škůdci***

Nejnámějším škůdcem cukrové řepy je háďátko řepné. Mezi další škůdce patří mšice maková a broskvoňová, klopušky, dřepčící, maločlenec článkovaný, drátovci, rýhonosec řepný, můry, osenice, muchnice, tiplice, svilušky a další (Bittner, Běhal, 2010). Tito škůdci působí pozerky na celých rostlinách, které postupně odumírají (Pulkrábek et al., 2007). Jediná ochrana před těmito nepříznivými činiteli spočívá v dodržování osevních sledů a odstupech setí nejméně 4 roky v dostatečné izolační

vzdálenosti nových porostů. Důležité je dobře provedené moření osiva a časná aplikace insekticidů (Bittner, Běhal, 2010).

Hád'átka řepné je rozšířené ve všech řepářských oblastech. Proti tomuto škůdci je chemická ochrana problematická. V prevenci výskytu je dodržování střídání polních plodin, kdy zařazujeme rostliny hád'átka nepřátelské (jeteloviny, kukuřice, bob, čekanka). Výhodné je zařazení brukvovitých rostlin rezistentních proti hád'átka - ředkve odrůdy Ikarus a hořčice odrůdy Salvo nebo Medicus (Pulkrábek et al., 2007).

### **3.4.7 Sklizeň a posklizňová úprava**

Cukrová řepa končí růst a ukládání asimilačních látek při teplotě okolo 5 °C, kdy cukrovka dosahuje fyziologické zralosti. Při fyziologické zralosti se asimilace vyrovnává s dýcháním, chrást řepy žlutne a listy jsou menší s kratšími řapíky. O takovém porostu řepy můžeme říct, že má vysokou technologickou zralost, která je důležitá pro volbu správné sklizně a pro následnou manipulaci s řepou. V ČR toto období nastává koncem října až listopadu.

Na konci vegetace by měly být řepné bulvy zdravé, nezavadlé, nenamrzlé s rovným nebo kuželovým řezem. Povrch bulvy by měl být hladký, čistý, nescvrklý, nepoškozený, bez zbytku chrástu, zelených pupenů a příměsí způsobující hnití.

Nejnámějším kritériem technologické jakosti cukrové řepy je cukernatost neboli polarizace, která vyjadřuje procentuální obsah sacharózy. Průměrné hodnoty by se měly pohybovat okolo 16 – 19 %. Mezi další ukazatele patří například koncentrace sodíku, draslíku nebo  $\alpha$ -aminodusíku (Pulkrábek et al., 2007).

O správném postupu sklizně rozhoduje technologie pěstování porostu. Nejvíce přihlížíme k zralosti porostu, jeho zdravotnímu stavu, cukernatosti, refraktometrické sušině, vhodnosti pozemku ke sklizni a k následné plodině. Nejvíce využívaným objektivním kritériem zralosti cukrovky je tzv. MB faktor, který vyjadřuje množství melasy v procentech vztažené na 100 kg vyrobeného bílého cukru a také udává vyzrállost cukrovky. U kvalitní řepy se MB faktor pohybuje okolo 12 – 22, u méně jakostní 30 a více.

Pro mechanizovanou sklizeň porost cukrovky rozměříme na jednotlivé záhony. Ekonomiku pěstování cukrovky značně ovlivňují sklizňové ztráty, které se snažíme minimalizovat tak, aby nepřesáhly celkově 10 %. Ztráty při sklizni vznikají špatným ořezáváním, propadnutím bulv nebo jejich nevyoráním. Vyjadřují se jako rozdíl

biologického a hospodářského výnosu v tunách nebo se přepočtou na procenta. Ztráty špatným ořezáváním, kdy vznikají skrojky po seříznutí horní části bulvy, jsou dány především organizací porostu, ostřím nože, seřízením stroje a kvalitou půdy. Tyto ztráty by neměly přesáhnout 3 %. Ztráty nevyoráním a propadem způsobené sklízecem by neměly být větší než 6 %.

V současné době závisí na použití typu stroje. Ten by měl rovnoměrně rozmetat chrást po poli, oddělit silniční transport od transportu na poli a meziskládkou a využívat zásobníkových sklízeců. Všechny tyto operace by měl provádět jeden stroj. Využití těchto výkonných sklízeců umožňuje snížit sklizňové ztráty na hranici 5 % (Pulkrábek et al., 2007).

### 3.4.8 Skladování

Pěstování cukrovky, její sklizeň, přejímka, skladování a zpracování představují proces, ve kterém musí být dobrá organizace a návaznost jednotlivých dílčích etap. Vzhledem ke krátké době sklizně a omezené skladovatelnosti je činnost soustředěna do období září až prosince kalendářního roku. Sklizeň cukrovky probíhá podle časového harmonogramu sklizně a dodávek cukrovky do závodu (Kadlec, 2010). Při skladování sklizené cukrovky probíhají složité biologické, mikrobiologické a chemické pochody, které mají za následek jak změnu složení cukrovky, tak především ztráty cukru. Při skladování je nutno zabezpečit takové podmínky, aby tyto ztráty byly minimální. Ztráty cukru při skladování závisejí vedle zdravotního stavu cukrovky především na teplotě a klimatických podmínkách. Denní ztráty cukernatosti při skladování jsou přibližně 0,035 %. Doba skladování cukrovky souvisí se zpracovatelskou kapacitou cukrovarů, se zvyšující se kapacitou cukrovarů se doba skladování prodlužuje. Průměrná doba skladování cukrovky v ČR je přibližně 60 dní a cílem je snížit tuto dobu na minimum (Šnobl, Pulkrábek et al., 2002).

Cukrovou řepu přechodně skladujeme na skládkách při cestách, nejčastěji to bývá na okrajích pole s dobrou dostupností dopravních prostředků pro její odvoz nebo ji odvážíme ihned na přejímací místo cukrovaru. Řepu vršíme do výšky 3 – 4 m pomocí hydraulických nakladačů nebo pomocí vršících strojů. Ke snížení skladovacích ztrát můžeme použít fyzikální nebo chemické prostředky, které se dnes využívají jen minimálně. Při skladování cukrovky déle jak 3 týdny musíme volit bezpečné opatření, abychom snížili ztráty na minimum. Ochrana řepných hromad před zmrznutím spočívá

v překrytí hromad slaměnými rohožemi, fóliemi z PVC, netkanou textilií nebo panelovými deskami z tvrzeného dřevního odpadu. Ke snížení ztrát se dnes nejvíce uplatňuje přirozeného nebo umělého větrání, čímž dosáhneme ochlazení vnitřního prostředí hromad a tím snížíme intenzitu dýchání. Nejdůležitější je zejména v prvních 3 – 5 dnech po sklizni, kdy řepa nejintenzivněji dýchá. Dalším účinkem větrání je snížení podílu příměsí a nečistot na bulvách. Přirozené dýchání snižuje ztráty cukru o 20 – 30 % a při aktivním větrání jsou ztráty cukru sníženy o 45 – 80 % (Pulkrábek et al., 2007).

### **3.5 Výživa a hnojení cukrové řepy**

Výživa a hnojení cukrové řepy patří k nejdůležitějším intenzifikačním faktorům v pěstování (Pulkrábek et al., 2007). Cukrovka patří mezi plodiny náročné na živiny, vyznačuje se vysokými nároky na půdní strukturu, obsah humusu a vápníku. Základem úspěšného pěstování je hnojení statkovými hnojivy. Cukrovku můžeme pěstovat i bez nich, musíme však zvýšit nároky na hnojiva průmyslová. Cukrová řepa průměrně odčerpá na 1 tunu bulev s odpovídajícím výnosem chrástu 4,4 kg dusíku, 0,7 kg fosforu, 5,6 kg draslíku, 2 kg vápníku, 0,8 kg hořčíku a 0,9 kg sodíku. Ve výživě cukrovky se příznivě uplatňují i další prvky jako sodík a chlór a z mikroelementů zvláště bór a mangan (Hřivna et al., 2014). Hlavním úkolem při hnojení cukrové řepy je optimalizace celého procesu, nalezení vhodné kombinace mezi pozitivními a negativními účinky hnojiv (Chochola, 2010).

#### **3.5.1 Průmyslové hnojení**

Přesné množství živin nelze přímo stanovit, neboť vychází z analýzy rozborů půdy na daném stanovišti. Při tomto hnojení dbáme na to, aby půda dostala potřebné množství požadovaných živin. Hnojení mikroelementy můžeme rozdělit na základní, preventivní a aktuální.

*Základní hnojení* provádíme při celkovém nedostatku mikroelementů v půdě a při projevech nedostatku u rostlin. Nejčastěji je to hnojení bórem a hořčíkem.

*Preventivní hnojení* realizujeme při potencionálním nebezpečím nedostatku živin v půdě nebo při pěstování.

*Aktuální hnojení* provádíme při příznacích nedostatků na rostlinách během vegetace (Pulkrábek et al., 2007).

*Hnojením cukrové řepy „pod patu“* se rozumí aplikace granulovaného nebo tekutého hnojiva pomocí speciálních radliček na secím stroji ve vzdálenosti asi 5 – 6 cm od řádku v hloubce 10 cm. Tato metoda zvyšuje výnos cukrové řepy o 5 a více procent při hodnotě dávky čistého dusíku 25 – 30 kg. Zvyšuje se využití dusíku ze 47 % na 58 % a výnos značně stoupá (Hřivna et al., 2014).

### **3.5.1.1 Hnojení dusíkem (N)**

Dusík je pravděpodobně nejvíce prostudovanou živinou ve výživě cukrové řepy, protože má přímý vztah k jejímu výnosu a kvalitě. Cukrovka je typickým zástupcem tzv. nitrofilních rostlin. Dusík přijímá v nitrátové formě (Draycott, 2005). Ten pak přechází převážně do listů, kde dochází k jeho redukci činností nitrátoreduktázy. Pro aktivitu nitrátoreduktázy je nezbytná přítomnost Mo, Fe, Cu a Mn. Nitráty se přeměňují na  $\text{NH}_3$ , který se váže na oxokyseliny vznikající přeměnou asimilátů. To způsobuje pro cukrovku další energetické ztráty, které by jinak mohly být uloženy ve formě sacharózy. To je důvod, proč je přehnojení cukrovky dusíkem škodlivé. Velmi důležité je tedy správně zvolit dávku dusíku. Současné poznatky udávají jako optimální dávku 120 – 160 kg/ha. Nejvíce dusíku cukrovka přijímá v období tvorby listové plochy. V pozdější době není jeho nadbytek pro rostlinu žádoucí a to z důvodu, že se tím snižuje cukernatost a také dochází ke zvýšení obsahu škodlivého dusíku, který působí silně melasotvorně (Hřivna et al., 2014).

Nedostatek dusíku se vyznačuje zežloutnutím listů a listy jsou malé s tenkými řapíky (Pulkrábek et al., 2007). Jeho nedostatek se také projevuje na porostu při určitých nepříznivých klimatických podmínkách, například při suchu (Hřivna et al., 2014). Nadbytek dusíku se projevuje tmavě zelenou barvou listů s velkým zvlněním čepelí. Toto přehnojení vede k poklesu cukernatosti i k poklesu výnosu (Pulkrábek et al., 2007).

### **3.5.1.2 Hnojení fosforem (P)**

Fosfor se nachází ve vazbách organických a anorganických. Převážná část se vyskytuje ve formě nerozpustné, a proto je pro rostliny málo přístupný. Organický fosfor zastupuje podstatnou část celkového fosforu v půdě. Tato frakce zahrnuje zbytky rostlin, živočichů i půdních mikrobů (Hřivna et al., 2014). V půdě je obsaženo 0,03 – 0,13 % fosforu, který cukrovka přijímá ve formě anionů  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  a  $\text{HPO}_4^{2-}$ . Intenzita

příjmu závisí na obsahu kyslíku v půdě a světle, které má stimulační účinky na jeho příjem. Důležitý je pro přesun energie zprostředkovaný ATP (adenosintrifosfát) (Draycott, 2006). Uplatňuje se jak při růstu, tak i na konci vegetačního období. Je důležitý v energetickém metabolismu rostliny. Pro příjem fosforu z půdy je velmi důležité vytvoření bohaté kořenové soustavy. Na jeho příjem pozitivně působí dostatečná vlhkost půdy, dostatek organických látek a dobrý obsah přijatelného fosforu v půdě (Hřivna et al., 2014).

Při deficitu fosforu je rostlina temně zeleně zbarvena, na listech se projevuje načervenalé zbarvení, řapíky jsou vztyčené, na čepelích je vidět hnědá síťovitá kresba a na kořenech se objevuje vousatost (Pechková, 2012).

### **3.5.1.3 Hnojení draslíkem (K)**

Hlavním zdrojem draslíku kromě draselných hnojiv je draslík uvolňovaný zvětráváním minerálů s jeho obsahem. Rostliny jsou schopny přijímat draslík kořeny jen z půdního roztoku. Formy draslíku a jeho přeměny jsou znázorněny na obrázku 7.

*Rezervní nebo nevýměnný draslík* je součástí všech sloučenin, ze kterých nelze draslík vytěsnit roztoky neutrálních solí. Zde patří několik forem, které tvoří 95 % z jeho celkového obsahu v půdě. Tyto formy představuje draslík pevně vázaný v krystalové mřížce alumosilikátových minerálů, draslík fixovaný a draslík vázaný na organické látky.

*Výměnný draslík* je adsorbovaný na půdní sorpční komplex, kde bývá lehce nahrazen jinými kationty. Jeho koncentrace je velmi variabilní v souvislosti s druhem a mineralogickým složením půdy, stupněm zvětrávání, hnojením, obsahem ostatních iontů, reakcí půdy a vodním režimem. Jeho množství z veškerého draslíku představuje 0,8 % u půd písčitých a 3 a více procent u půd humózních. Při vysoké koncentraci draslíku může docházet k depresi v příjmu jiných kationtů, zejména hořčíku  $Mg^{2+}$ . Výměnný draslík má pro výživu cukrovky opodstatněný význam, neboť je dobře přístupný, nepodléhá rychlému vyplavení z půdy a nemá vliv na koncentraci půdního roztoku.

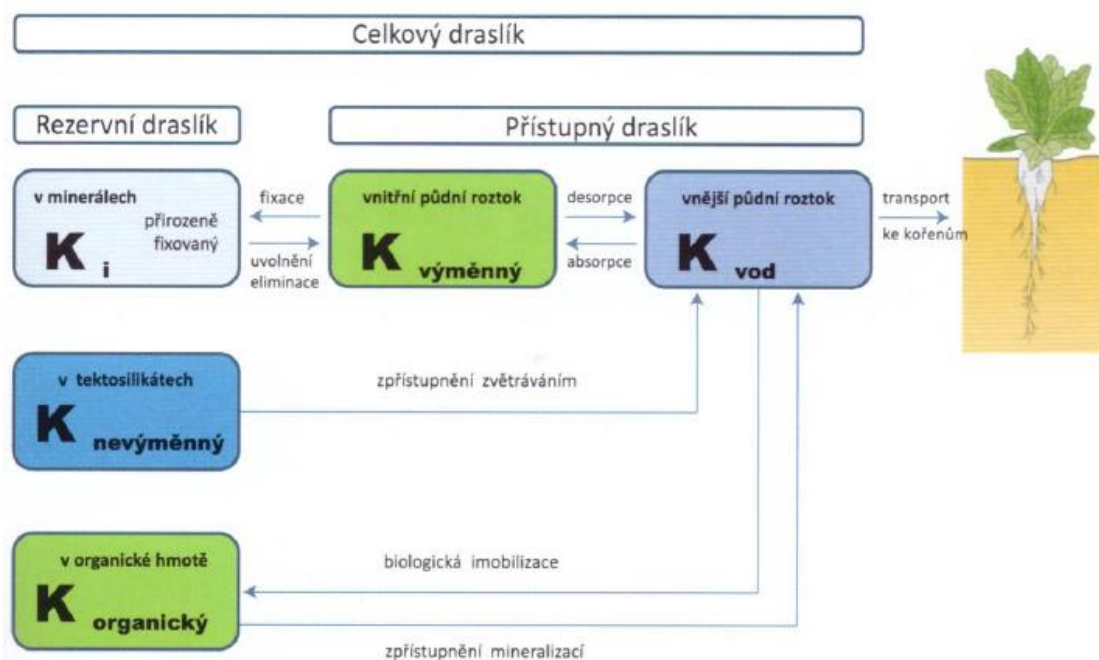
*Vodorozpustný draslík* se nachází v půdním roztoku v malém množství. Přesto tato forma draslíku je bezprostředně přijatelná a absorbovaná kořenovým systémem rostlin. Z důvodu nízké koncentrace této formy draslíku je potřeba, aby ostatní formy přecházely na tuto frakci.



Příjem draslíku cukrovkou probíhá velmi dynamicky aktivním i pasivním způsobem. V rostlině má celou řadu funkcí. Při jeho vysokém obsahu potlačuje příjem dalších živin ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ) a naopak stimuluje příjem aniontů ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ).

Draslík je makroživina, která je přijímána a využívána cukrovkou ve větším množství v průběhu celé vegetace, proto musíme aplikovat při základním hnojení dostatek draselných hnojiv (Draycott, 2005).

Draslík má příznivý vliv na dělení buněk, fotosyntézu a dýchání, látkovou výměnu sacharidů, dusíkatý metabolismus, vodní režim a na enzymovou aktivitu (Hřivna et al., 2014). Dále příznivě ovlivňuje cukernatost a výnos sklizených bulev. Na druhé straně je součástí rozpustného popela, který působí negativně při cukrovarnickém zpracování. Vyšší nedostatek draslíku se vyznačuje podvinováním listů, modrozelenou barvou okolo cévních svazků, žloutnutím čepelí listů a skvrnami ve tvaru trojúhelníků (Pulkrábek et al., 2007).



Obr. 9 – *Formy a přeměny draslíku v půdě* (Hřivna et al., 2014)

### 3.5.1.4 Hnojení hořčíkem (Mg)

Cukrovka je rostlina velmi náročná na hořčík, jehož spotřeba je vyšší než u fosforu. Hořčík je centrálním atomem chlorofylu, který hraje důležitou roli v růstu rostlin (Draycott, 2005). Vyskytuje se v primárních i sekundárních minerálech. Hojně je zastoupen v dolomitickém vápenci, magnezitu nebo fosforečnanech. Převážnou část

hořčíku přístupného pro rostliny tvoří *výměnný hořčík*, jehož množství zaujímá 2 – 3 krát vyšší část sorpční kapacity než draslíku. *Vodorozpustný hořčík* se v půdě vyskytuje v půdním roztoku ve formě chloridu, síranu, dusičnanu nebo hydrogenfosforečnanu hořečnatého.

V procesu fotosyntézy umožňuje přeměnu světelné energie na chemickou, tudíž má význam při metabolismu cukrů. Hojně je zastoupen v chlorofylu, protoplazmě a v buněčné šťávě. Podílí se na aktivaci enzymů a při jeho nedostatku nedochází k syntéze proteinů. Má-li porost cukrovky dostatek hořčíku, způsobuje zrychlený růst, rychlé uzavírání řádků, zvýšený výnos, vyšší koncentraci cukru a snížený obsah škodlivého  $\alpha$ -aminodusíku v bulvě (Hřivna et al., 2014).

Působí při aktivaci transaminačních enzymů, má vliv na růst, výnos a nutriční hodnotu (Draycott, 2006). Příznaky, které jsou charakteristické pro nedostatek hořčíku, bývají někdy překryty dusíkem. Jeho deficiencie se projevuje bledě žlutými ploškami na okrajích listů, které jsou ostře ohraničeny. Postupně se žlutá pletiva zvětšují a listy se zvlňují. Během několika týdnů dochází k nekrotázám žlutých plošek až k rozpadu. Listy vypadají jako rozervané (Hřivna et al., 2014).

### **3.5.1.5 Hnojení vápníkem (Ca)**

Vápník v půdě zvyšuje technologickou kvalitu cukrovky a má vliv na odolnost proti škodlivým činitelům. Ve výživě cukrové řepy má podstatný význam. Je to hlavní faktor při kontrole pH půdy (Draycott, 2005). Má vliv na většinu půdních a humusotvorných procesů a tím zpřístupňuje ostatní živiny. Tvorba, růst kořene a obzvláště kořenového vlášení, jsou značně závislé na vápníku, jehož nedostatek se projevuje omezenou tvorbou kořenů a kořenového vlášení. Klíčovou úlohu hraje také při tvorbě listové plochy a příznivě ovlivňuje vodní režim. Fyziologické uplatnění vápníku v rostlinách spočívá především ve stabilizaci buněčných membrán a stěn buněk. Jeho příznivý vliv zvyšuje polopropustnost buněčných membrán. Příjem vápníku probíhá pouze kořenovými špičkami, nicméně je také ovlivněn koncentrací jiných iontů a průběhem povětrnosti. Při jeho nadbytku v půdě může zvyšovat hodnotu pH, což vede k deficitu některých mikroelementů a při jeho nedostatku se projevuje omezenou tvorbou kořenů, rozpadem cévních svazků a zasycháním vegetačního vrcholu (Hřivna et al., 2014).

### **3.5.1.6 Hnojení sodíkem (Na)**

Sodík se nachází v mnoha matečných horninách, ze kterých je půda složena. Zvětráváním a dalšími půdotvornými procesy bývá sodík vyloučen. Koncentrace sodíku v půdě je v rozmezí 1 – 2 %.

Sodík se vyznačuje podobnými fyziologickými účinky jako draslík. Sodík s draslíkem mají koloidně chemickou funkci i stejné účinky na fyziologický stav rostliny, proto je sodík v metabolismu do určité míry zastupitelný. Nicméně funkci draslíku při tvorbě cukru zastoupit nedokáže (Hřivna et al., 2014). Cukrovka přijímá sodík z půdy jako kationt  $\text{Na}^+$ . Největší zastoupení sodíku je v hlavě a je až 20 krát větší než v kořenu. Při dobrém seříznutí a odejmutí kořene se dostává až 90 % sodíku zpět do půdy (Draycott, Christenson, 2003).

### **3.5.1.7 Hnojení sírou (S)**

Hlavní zdroj síry v půdě je aniont  $\text{SO}_4^{2-}$ , který je přijímán rostlinami ve velmi malém množství (Draycott, 2006). V půdě se uvolňuje z rozpustných organických sloučenin a síranů a část síry jsou rostliny schopny přijímat z ovzduší (Hřivna et al., 2014). Nedostatek síry souvisí se značnou redukcí emisí oxidu siřičitého do atmosféry a s nižší manipulací ve statkových i minerálních hnojivech, což je příčinou nedostatečné výživy pro celou řadu rostlin (Ryant et al., 2007). V současné době se zdrojem síry stává hnůj nebo síran amonný, který se zapracovává do půdy v podzimním období. Součástí základního hnojení cukrové řepy se stává i samostatné hnojení sírou (Hřivna et al., 2014).

Síra je nezbytnou složkou pro tvorbu proteinů v cukrové řepě. Poměr dusíku k síře je 15:1 (Draycott, Christenson, 2003). Její deficit se projevuje žloutnutím listů neboli chlorózou a nekrózami. Funkce síry v rostlinách souvisí s metabolismem dusíku. Při aplikaci dusíku se snižuje mobilizace půdní síry a zesiluje se její imobilizace. Deficit síry v půdě snižuje využití dusíku, zvyšuje množství nitrátů v pletivech a zhoršuje se odolnost rostlin proti chorobám (Hřivna et al., 2014).

### **3.5.2 Výživa stopovými prvky (mikroelementy)**

Mikroelementy jsou nezastupitelné ve fyziologii rostlin. Při výnosu 50 tun na hektar cukrové řepy se spotřebuje 1,9 kg železa, 0,55 kg manganu, 0,35 kg bóru a 0,19 kg zinku. Při velkém množství působí toxicky na buňky a ovlivňují výslednou jakost rostlin (Ryant a kol., 2007).

#### **3.5.2.1 Bór (B)**

Bór je rostlinou přijímán ve formě nedisociované kyseliny borité, obdobně jako vápník. Od ostatních mikroelementů se liší ve fyziologických funkcích – tvoří estery kyseliny borité, s -OH skupinami cukrů vytváří polyhydroxylové sloučeniny, které stabilizují buněčné stěny (Pulkrábek et al., 2005).

Bór je jedním z nejvýznamnějších mikroelementů ve výživě cukrovky. Je nezbytný pro dostatečný floémový transport sacharózy, má zastoupení při syntéze buněčných stěn a lignifikaci, metabolismu ribonukleových kyselin a auxinu. Dále je účastníkem mnoha fyziologických procesů, které jsou vyvolávány světlem, vlivem zemské tíže nebo fytohormony. Jeho úloha spočívá při metabolismu cukrů, kdy se tvoří estery s alkoholy a cukry, které mohou snadněji přecházet přes buněčné membrány (Hřivna et al., 2014). Bór má příznivý vliv na příjem fosforu a jiných živin, také má důležitou funkci při metabolismu vápníku, syntézu cytokininu a zvyšuje hladinu auxinu. Jeho pohyb v rostlinách je omezen, proto je ze starších pletiv využíván jen nepatrně (Bittner, 2012a). Nedostatek bóru způsobuje nižší výnos řepy a nižší cukernatost. Dále se projevuje u cukrovky srdéčkovou hnilobou, zpomaluje se dlouhivý růst, dochází k praskání řapíků, vzniku trhlin na čepeli listu a zhoršuje se příjem ostatních živin (Hřivna et al., 2014).

#### **3.5.2.2 Mangan (Mn)**

Mangan má vliv na několik enzymatických procesů v rostlině, zejména při tvorbě glycidů a peptidů (Bittner, 2012a). Účastní se oxidačních, redukčních a karboxylačních procesů. Jeho příjem je značně ovlivněn pH a redoxním potenciálem půdy. V kyselějších půdách je přijatelnost manganu vyšší a v zamokřených půdách může docházet až k jeho toxicitě, což může způsobovat jeho nadbytek. Naproti tomu u půd neutrálních až alkalických dochází k omezování příjmu manganu až k jeho nedostatku vlivem zvýšené oxidace. To způsobuje variabilní množství manganu v půdách a je třeba

ho brát na zřetel při mimokořenové výživě (Hřivna et al., 2014). Deficit manganu se projevuje drobnými žlutobílými skvrnami na nových listech, protože neprobíhá jeho redistribuce z listů starších (Draycott, 2006). Tyto příznaky se projevují především na jaře a v průběhu vegetace mohou odeznít (Hřivna et al., 2014). Pokud je deficiencie manganu větší, dochází k pomalejšímu růstu rostlin, který se projeví na snížení výnosů až o 30 %. Listy jsou vzpřímené, řapíky rostou svisle a jsou delší, okraje listů se často svinují (Bittner, 2012a).

### **3.5.2.3 Měď (Cu) a zinek (Zn)**

Měď přijímají rostliny ve formě kationtu  $\text{Cu}^{2+}$ . V rostlině je málo pohyblivá a závislá na komplexních a organických sloučeninách. Drtivá část (zhruba 70 %) se nachází v chloroplastech. Měď má příznivý vliv na stabilitu chlorofylu a listy, které jsou déle zelené, vykazují vyšší fotosyntézu (Hřivna et al., 2014). Při deficitu mědi bývá zpomalen celkový růst kořenů a dochází k tvorbě bílých postranních kořenů (Draycott, 2006).

Stejně jako měď je zinek přijímán ve formě kationtu  $\text{Zn}^{2+}$ . Je nezbytný jako stavební komponent některých enzymů a proteinů (Draycott, 2005). Jeho opodstatnění je při enzymatických reakcích a při tvorbě růstových hormonů. Nedostatek zinku způsobuje poruchy při dělení buněk na špičkách kořenů, vegetačních vrcholech, v kambiálních pletivech, dochází k narušení růstu rostlin, způsobuje nekrózy ve formě světlých až bílých skvrn. Naopak nadbytek se projevuje chlorózami a zakrslostí rostlin (Hřivna et al., 2014).

### **3.5.2.4 Železo (Fe)**

Železo je rostlinou přijímáno ve formě železnatého kationtu na půdách těžkých nebo přemokřených a železitého kationtu na půdách provzdušněných. Role železa je rozdílná od ostatních mikroelementů. Vstupuje do struktury proteinů jako kofaktor enzymatických reakcí a je důležitý pro fotosyntézu. Dále hraje roli při redoxních reakcích v cytochromech (Draycott, 2006). Železo má vztah k využití dusíku a síry. Na půdách alkalických je typicky výrazná chloróza na listech (viz. kapitola „Přílohy“), která je způsobena nedostatkem železa (Hřivna et al., 2014).

### 3.5.3 Organické hnojení

Hnojení organickými látkami je nezbytnou součástí výživy porostu cukrové řepy (Pulkrábek et al., 2007). Pravidelné hnojení půdy chlévských hnojem nebo jinými statkovými hnojivy je nevyhnutelné pro udržení půdní úrodnosti. Stabilizace organických látek v půdě je příznivě ovlivněna pravidelným vápněním. Dostatečné množství organických látek v půdě ještě nedává záruku vysokých a kvalitních výnosů. Důležitou roli zde sehrává obsah a poměr živin v půdě, který by měl být vybilancovaný pravidelným hnojením vycházejícím z agrochemických vlastností půdy. Jako nejpoužívanější hnojivo se využívá chlévský hnůj, kejda, kompost, sláma a posklizňové zbytky, digestát a zelené hnojení (Hřivna et al., 2014).

*Chlévský hnůj* se zpravidla používá v podnicích s živočišnou výrobou. Dávka vyzrálého hnoje se pohybuje okolo 30 – 40 tun na hektar, důležitější je spíše termín zaorání, který by měl být do konce září (Pulkrábek et al., 2007). Při jeho zmíněném dávkování dodáváme do půdy okolo 150 kg dusíku, 75 kg oxidu fosforečného a 210 kg oxidu draselného. Kromě těchto živin dále obsahují humusotvorné látky, růstové látky, hormony, látky potřebné pro výživu mikroflóry a mikrofauny (Klír et al., 2008).

*Kejda* je směs pevných a tekutých výkalů hospodářských zvířat zředěných vodou. Je aplikována ve stejných termínech jako hnůj a má i srovnatelný hnojivý účinek. Hnojení kejdou v předjaří ohrožuje výsledek pěstování cukrovky ve výnosu i v jakosti (Pulkrábek et al., 2007). Kejda obsahuje větší množství stimulačních látek, proto se může promítat ve větším výskytu plevelů v porostu. Výhodné je používat kejdu společně se zeleným hnojením nebo zaorávkou slámy, jelikož společná aplikace pozitivně ovlivňuje výnos i kvalitu produktu (Hřivna et al., 2014).

*Komposty* mají při hnojení cukrovky spíše okrajový význam. Využívají se komposty statkové, průmyslové a speciální, jejichž složení je velmi proměnlivé. Jsou lepším zdrojem dusíku než chlévský hnůj, proto se dávky kompostu od dávky hnoje značně liší. Dávka kompostu by neměla překročit 20 t/ha. Před použitím dávky kompostu by měl být stanoven analytický rozbor hlavních živin a rozbor rizikových prvků (viz tabulka 2) (Hřivna et al., 2014).

*Sláma a posklizňové zbytky* se uplatňují jako hnojivo spíše v podnicích bez živočišné výroby. Sláma je dobrým zdrojem organických látek a živin, které jsou významné pro tvorbu humusu. Zapotřebí je slámu nejprve rozdrtit nebo nařezat a rovnoměrně rozvrstvit po pozemku. Při nepravidelném rozvrstvení dochází ke vzniku

shluků, které se velmi špatně rozkládají a jsou zdrojem inhibičních látek. Pro správný rozklad slámy používáme dusík nebo průmyslová dusíkatá hnojiva ve vhodném poměru (Hřivna et al., 2014). Pro vhodnější mineralizaci slamnatých zbytků používáme dusíkatá hnojiva se sírou a to z důvodu, aby nedocházelo k nebezpečí její imobilizace z půdy. Při poměru dusíku k síře 200:1 nehrozí nebezpečí imobilizace síranů a probíhá jejich uvolňování do půdního roztoku. Při vyšším poměru je naopak síra imobilizována (Wu et al., 1993).

*Digestát* a jeho složky separát a fugát z bioplynových stanic se používají jako organominerální hnojiva. Obsahují dusík, vápník, fosfor, draslík, hořčík, síru a stopy mikroprvků v závislosti na použitém zdroji, tudíž jeho složení se může výrazně lišit (Richter, Hřivna, 2014).

*Zelené hnojení* se může používat jako samostatné hnojivo nebo v kombinaci s kejdou, hnojem, močůvkou i slámou. Provádí se především v podnicích s rostlinnou výrobou s vysokým zastoupením obilních sledů. Pozitivně ovlivňuje půdní úrodnost, strukturu a podíl organických látek v půdním profilu. K vhodným meziplodinám řepařských půd patří podsevy v obilovinách (jetel plazivý, jílek mnohokvětý), luskoviny a jejich směsky s jíllem (bob, vikev, lupina, hrách, peluška), svazenka vratičolistá a brukvovité rostliny jako inhibitory hádátka řepného (Hřivna et al., 2014).

Tab. 2 – *Limitní hodnoty rizikových prvků v organických hnojivech (mg/kg sušiny)*  
(Vyhláška 131/2014 Sb.)

<b>Cd</b>	<b>Pb</b>	<b>Hg</b>	<b>As</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Mo</b>	<b>Ni</b>	<b>Zn</b>
2	100	1	20	100	150	20	50	600

### 3.5.4 Úprava půdy vápněním

Vápněním ovlivňujeme několik faktorů v půdách, jsou to především faktory chemické, fyzikálně chemické a biologické (Hřivna et al., 2014). Dále má vápnění vliv i na přijatelnost živin. Cukrovka v průměru odčerpá na 1 hektar až 72 kg vápníku chrástem a 16 kg vápníku bulvami. Vápnění je potřeba provést zásadně na podzim se zapravením do hluboké orby, nicméně můžeme provádět i vápnění udržovací, které se aplikuje na podzim nebo na jaře. K vápnění můžeme použít několik druhů vápenatých hnojiv, nejčastěji se používají saturační kaly, mletý vápenec, dolomitický vápenec nebo vícesložková hnojiva obsahující vápník (Hřivna et al., 2005).

*Saturační kaly* patří k organominerálním hnojivům a poskytují celou řadu živin a mikroelementů. Vápník je obsažen ve formě uhličitanu vápenatého. Patří mezi nejlevnější vápenaté hnojivo s obsahem dalších živin a organických látek. Dávka se pohybuje v rozmezí 4 – 10 t/ha v závislosti na půdních podmínkách (půdní druh, pH atd.). Chemické složení kalů se může lišit podle původu vápence, roli hraje i technologie jeho uplatnění v cukrovaru.

*Vápenec* ( $\text{CaCO}_3$ ) je nejvhodnějším vápenatým hnojivem. Zpravidla se distribuuje jako mletý odlišující se čistotou. Vysokoprocentní vápence tvoří až 90 %  $\text{CaCO}_3$  a u nízkoprocentního je jeho obsah tvořen ze 70 – 80 %. Kromě uhličitanu vápenatého se ve vápenci vyskytuje i hořčík ve formě uhličitanu hořečnatého. Podle jeho množství rozlišujeme vápenec (do 10 %  $\text{MgCO}_3$ ), dolomitický vápenec (10 – 23 %  $\text{MgCO}_3$ ), vápenatý dolomit s obsahem 23 – 41 %  $\text{MgCO}_3$  a dolomit s 41 – 46 %  $\text{MgCO}_3$ . Pro hnojení cukrovky je vhodnější použít vápence s vyšším obsahem hořčíku, jelikož porost cukrovky je na jeho obsah velmi náročný.

*Pálené vápno* ( $\text{CaO}$ ) se využívá zejména k velmi rychlé úpravě půdní reakce. Vyznačuje se silným alkalickým účinkem a je vhodné do půd těžkých a středních s dobrou sorpční kapacitou. Aplikuje se spíše k předplodině, jeho použití před setím není vhodné. Používají se dávky okolo 0,5 – 1 t/ha se zapravením do půdy.

*Vícesložkové hnojivo PRP SOL* je speciální granulované hnojivo tvořící uhličitan vápenatý (35 %) a uhličitan hořečnatý (8 %) s několika přísadami mikroelementů (zinek, železo, bór, sodík, mangan), které dohromady stmeluje pojídlo rostlinného původu – lignosulfonát (Hřivna et al., 2014).

### **3.6 Mimokořenová výživa**

Rostliny jsou schopny přijímat živiny všemi orgány (listy, stonky i květy). Mechanismus vstupu živin nadzemními orgány do rostliny je obdobný jako u kořenů. Účelem mimokořenové výživy je zvýšit cukernatost cukrovky a zlepšit její technologickou hodnotu (Hřivna et al., 2014). Důležitou podmínkou je, aby roztok živin pokryl co největší plochu rostliny a zůstal tam co nejdéle. To docílují smáčedla, která se přidávají k hnojivým roztokům (Hřivna et al., 2012). Mimokořenová výživa nikdy zcela nenahradí kořenovou výživu. Je to pouze doplněk výživy hlavně u širokolistých a speciálních kultur a opatření pro eliminaci nepříznivých podmínek pro kořenový příjem živin při nepříznivých půdních podmínkách a pro překonání kritických



období rostlin. Při mimokořenové výživě můžeme dosáhnout až 85 % účinnosti živin. Účinnost této výživy je závislá od vlastností aplikované látky, přídavných látek a použité koncentrace. Závisí také na stavu rostliny (orgán, stáří, vývojová fáze, výživný stav) a na vnějších podmínkách (teplota, vlhkost, světlo, denní doba, cirkulace vzduchu). Při suchém počasí může dojít k rychlému oschnutí aplikované látky a naopak při srážkách může dojít ke smytí (Vaněk et al., 2002). Hlavní překážkou k průniku postřiku přes pokožku rostliny je kutikula, která je složena ze tří vrstev. Svrchní část je tvořena epikutikulárním voskem a kutinem, který obsahuje vodu odpuzující látky. Pod ním se nachází celulózový skelet a hydrofilní pektiny, které ve vlhkém prostředí bobtnají a jsou propustnější pro vodu a v ní rozpuštěné látky. Součástí listů jsou průduchy, které slouží pouze k výměně plynů (Hřivna, Cerkal, 2009). Při jejich ovlhčení detergenty spolu s roztokem hnojiva, dochází k rozestoupení kutikuly a kontaktu roztoku hnojiva s buňkami listu. Poté jsou již živiny rozváděny uvnitř rostliny (Ryant et al., 2004). Rychlost příjmu a absorpce jednotlivých živin je značně rozdílná. Kationty pronikají přes membránu rychleji než anionty. Při přípravě roztoků musíme dbát na koncentraci a dávku předepsanou výrobcem. Mimokořenová výživa vede ke zvýšení výnosů porostu cukrové řepy a značně zvyšuje produkci polarizačního cukru v bulvě (Hřivna et al., 2014).

## 4 MATERIÁL A METODIKA

### 4.1 Materiál

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

Od zmíněné společnosti byly použity hnojiva a přípravky *Insenol*, *Carbon Si*, *Fumag 6NK Ca*, *Sulfika SB-C*, *Carbon Bor K*.

*Insenol* obsahuje účinnou látku polyvinylpyrrolidon, která má výborné smáčivé vlastnosti a snadno tvoří film. Předpokládá se ochranná funkce přípravku.

*Carbon – Si* je listové hnojivo, které slouží k odstranění deficitu křemíku a současně zásobuje rostlinu draslíkem a uhlíkem. Toto hnojivo obsahuje 15 %  $\text{SiO}_2$ , 5 %  $\text{K}_2\text{O}$  a 1 % C.

*Fumag 6NK Ca* je suspenzní hnojivo s kurativním účinkem, s vyšším obsahem vápníku a hořčíku, obsahuje rovněž dusík a draslík. Jeho složení je následující: 5 %  $\text{CaO}$ , 12 %  $\text{MgO}$ , 12 % N a 6 %  $\text{K}_2\text{O}$ .

*Sulfika SB-C* je hnojivo obsahující kombinaci tří prvků s největším zastoupením síry, dále bóru a nakonec uhlíku. Obsahuje 35 % elementární S, 5 % B, 2,5 % C.

*Carbon Bor K* slouží k odstranění latentního i zjevného deficitu bóru se současným dodáním draslíku a uhlíku. Skládá se z 10 % B, 2,5 %  $\text{K}_2\text{O}$ , 6 % C ([www.klofac-hnojiva.cz](http://www.klofac-hnojiva.cz)).

### 4.2 Metodika

Pokus byl založen na pozemku patřícím do katastru ZP Agrospol 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 tabulka 3.

Tab. 3 – Průběh povětrnosti

Měsíc	Průměrná teplota (°C)	Normál (°C)	Odchylka od normálu (°C)	Srážky (mm)	Normál (mm)	Srážky v %
Září	15,8	13,8	2,0	30,0	47,0	63,8
Říjen	9,1	8,7	0,4	37,5	36,0	104,2
Listopad	5,7	3,1	2,6	37,8	36,0	105,0
Prosinec	2,7	-0,4	3,1	20,5	26,0	78,8
Leden	-1,6	-2,0	0,4	27,1	22,0	123,2
Únor	4,6	-0,3	4,3	83,7	18,0	465,0
Březen	5,0	3,9	1,1	23	25,0	92,0
Duben	9,9	8,9	1,0	68,5	33,0	207,6
Květen	15,8	14,3	1,5	45,0	61,0	73,8
Červen	20,1	17,1	3,0	32,3	70,0	46,1
Červenec	21,0	18,9	2,1	177,0	71,0	249,3
Srpen	19,4	18,7	0,7	66,5	57,0	116,7
Září	17,9	13,8	4,1	25,5	51,7	54,3
Říjen	8,8	8,7	-0,1	41,2	32,6	114,4

#### 4.2.1 Agrotechnické údaje a hnojení pokusných variant

Pokus byl založen na honu – Sroubanec. Agrochemické vlastnosti pozemku prezentuje tabulka 4. Pěstována byla cukrová řepa odrůda Varios (NC typ). Předplodinou byla pšenice ozimá, posklizňové zbytky (sláma) byly zapraveny. Před zapravením byl aplikován Beta-liq (3t/ha). Dále byla aplikována P-hnojiva (1,7 q/ha Amofos - 52 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 12 % N) a K-hnojiva (2,8 q/ha draselná sůl, 60 % K<sub>2</sub>O). Výsevek činil 1,17 VJ (VJ-výsevní jednotka). Setí proběhlo dne 30.3.2016 na přesnou vzdálenost 18,8 cm a sklizeň byla provedena dne 24.10.2016 ručně.

Tab. 4 – Agrochemické vlastnosti pozemku

Kritérium	pH	P	K	Mg	Ca	K:Mg
Obsah	6,6	56	205	95	1890	2,16

*Poznámka: Obsah živin byl stanoven dle Mehlich III*

Přehled jednotlivých variant pokusu, ve kterých jsou uvedeny testovaná hnojiva a přípravky, prezentuje tabulka 5. Aplikace proběhla opakovaně ve dvou termínech.

Tab. 5 – Varianty pokusu

<b>Varianta</b>	<b>Dávka 1 kg/ha</b>	<b>Termín aplikace</b>	
Kontrola	-	-	-
Insenol	0,75	27.7.2016	15.8.2016
Carbon Si	1,0		
Fumag 6NK Ca	2,0		
Sulfika SB-C	4,0		
Carbon Bor K	1,5		

V průběhu vegetace byly prováděny zásahy spojené s plošným ošetřováním pokusu. Před setím byla provedena plošná aplikace LAV 27 (2,5 q/ha) a následně pak byl porost ošetřován dle rozpisu uvedeného v tabulce 6.

Tab. 6 – Ošetřování porostu v průběhu vegetace

<b>Datum aplikace</b>	<b>Přípravky</b>
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

#### 4.2.2 Odběr vzorků a jejich analýza

V průběhu vegetace byly odebírány vzorky rostlin a to vždy 3 rostliny z každé varianty. (8.8. 2016, 24.8. 2016, 20.9. 2016, 6.10. 2016). Kořen byl podroben technologickým analýzám v laboratoři Mendelu v Brně. Byla provedena horká digesce, stanoven obsah cukru na přístroji Polamat S. Dále pak byl stanoven obsah škodlivého dusíku (alfa-aminodusík). Hodnota alfa-aminodusíku (modré číslo) byla získána na spektrofotometru Konica Minolta CM 3500d. Dále pak stanoven obsah rozpustného popela konduktometricky (ExStik II). Vzorky byly připraveny pro analýzu dle standartních metodik (Friml, Tichá, 1986).

#### 4.2.3 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 vyzrálост cukrovky. Dále výnos polarizačního cukru (PC).

Způsob výpočtů je uveden níže:

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

$$B = Dg - 4,25 \cdot Pp - aN \cdot 25$$

**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, aN – škodlivý dusík*

Závěrečná 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.).

## 4.3 Výsledky a diskuze

### 4.3.1 Vyhodnocení odběrů prováděných během vegetace

První odběr cukrovky byl proveden dne 8.8.2016. Výsledky odběru prezentuje tabulka 7. Hned na úvod je třeba poznamenat, že vegetační odběry je nutno brát pouze jako orientační. Jedná se o malý odběrový vzorek, který představují pouze 3 rostliny, a proto je toto stanovení zatíženo velkou chybou. Vzhledem k tomu, že první aplikace přípravků proběhla v poslední dekádě července, mohli jsme zaznamenat změny i v hmotnosti bulev a cukernatosti, které se dají přisoudit aplikaci přípravků a hnojiv. Nejvyšší hmotnost bulev byla zaznamenána po postřiku Fumag 6 NK-Ca a Carbon Bor K. Tyto varianty se vyznačovaly i vysokou cukernatostí. Celkově nejvyšší cukernatost pak byla stanovena po aplikaci Carbon Si.

Tab. 7 – Odběr cukrovky dne 8.8.2016

Var.	Hmotnost chrástu (1 rostl.) kg	Hmotnost bulev (1 rostl.) kg	Digesce (%)	Alfa N (mg/100g)	Popel (%)	Refraktometrická sušina šťávy (%)
1	0,48	0,40	15,8	20	0,299	18
2	0,267	0,41	16,8	20	0,249	19,5
3	0,29	0,46	18,2	20	0,262	20
4	0,287	0,523	17,6	20	0,277	20,5
5	0,353	0,473	17,4	20	0,27	19,5
6	0,363	0,61	18	20	0,25	20,5

Druhý odběr byl proveden v době, kdy již byl realizován i 2. postřik (tab. 8). Hmotnost bulev se pohybovala v rozmezí od 0,42 kg u kontroly do 0,697 kg u varianty s aplikací přípravku Insenol. Nejvyšší cukernatost měly bulvy po aplikaci hnojiva Carbon Si (18,2 %). Obsah škodlivého dusíku i rozpustného popela byl u všech variant nízký (viz tab. 8).

Hřivna a kol. (2014) uvádí, že mimokořenová výživa vede ke zvýšení výnosu i k vyšší cukernatosti. To lze z našich výsledků potvrdit. Při porovnání druhé analýzy vzorků s první je již patrný vyšší výnos bulev, zvýšení hodnoty digesce, snížení škodlivého  $\alpha$ -aminodusíku i popela.

Tab. 8 – Odběr cukrovky dne 24.8.2016

Var.	Hmotnost chrástu (1 rostl.) kg	Hmotnost bulev (1 rostl.) kg	Digesce (%)	Alfa N (mg/100g)	Popel (%)	Refraktometrická sušina šťávy (%)
1	0,273	0,42	18	10	0,227	19
2	0,38	0,697	17,6	10	0,222	18
3	0,297	0,593	18,2	10	0,297	19,5
4	0,367	0,547	18	10	0,23	19
5	0,407	0,613	18	10	0,26	18
6	0,4	0,597	18	10	0,269	19,5

Dne 20.9.2016 byl proveden další odběr vzorků rostlin. Byl zde patrný výrazný nárůst cukernatosti bulev, což bylo spojeno s teplým a slunečným počasím a dostatečnou vlhkostí v půdě. V průměru všech variant se zvýšila i hmotnost bulev. Nepatrně vzrostl obsah rozpustného popela a stanovení alfa-aminodusíku vykazovalo v průměru rovněž vyšší hodnoty (viz tab. 9). Tento odběr se vyznačoval horší homogenitou odběru, což se odrazilo i ve vysoké hmotnosti kořene u kontroly.

Pospíšil a kol. (2005) upozorňují na to, že nadměrné hodnoty  $\alpha$ -aminodusíku negativně ovlivňují technologickou jakost, protože způsobují problémy při procesu krystalizace cukru. V rámci našeho pokusu byli hodnoty nejvyšší při třetím odběru, následně se hodnoty snižovaly nebo zůstaly stejné. Nicméně nebyla překročena hodnota 20 mg  $\alpha$ -aminodusíku na 100g řepy, což můžeme považovat za velmi kvalitní surovinu.

Tab. 9 – Odběr cukrovky 20.9.2016

Var.	Hmotnost chrástu (1 rostl.) kg	Hmotnost bulev (1 rostl.) kg	Digesce (%)	Alfa N (mg/100g)	Popel (%)	Refraktometrická sušina šťávy (%)
1	0,31	0,863	19,8	20	0,31	21,5
2	0,317	0,75	20,4	20	0,331	21,5
3	0,347	0,857	21	20	0,319	21,5
4	0,278	0,67	21	20	0,316	21,5
5	0,35	0,89	19,2	20	0,348	20
6	0,267	0,65	20	20	0,307	21,5

Dne 6.10.2016 byl proveden poslední odběr vzorků rostlin prováděný během vegetace (tab. 10). Všechny varianty, kde byly provedeny aplikace přípravků a hnojiv, vykazovaly vyšší hmotnost bulev oproti kontrole. Cukernatost bulev byla ve srovnání s výsledky, které publikovali Hřivna, Chodurová (2012) z pokusů prováděných na stejné lokalitě, extrémně vysoká (až 21,4 %). Jednoznačně se zde tedy projevil vliv ročníku. Ostatní parametry kvality tj. škodlivý dusík i obsah rozpustného popela byl na velmi dobré úrovni.

Tab. 10 – Odběr cukrovky 6.10.2016

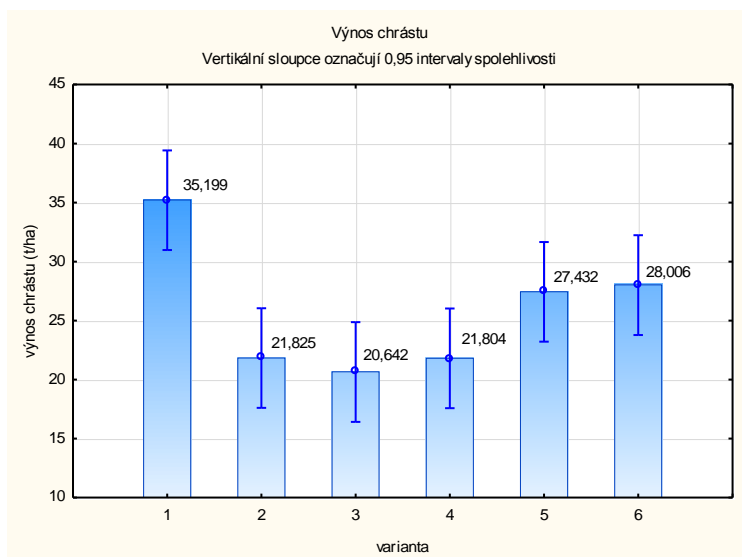
Var.	Hmotnost chrástu (1 rostl.) kg	Hmotnost bulev (1 rostl.) kg	Digesce (%)	Alfa N (mg/100g)	Popel (%)	Refraktometrická sušina šťávy (%)
1	0,253	0,73	21,4	15	0,211	22,5
2	0,307	0,823	21	10	0,242	22,5
3	0,287	0,803	21,4	15	0,323	23,5
4	0,293	0,9	21,4	20	0,303	22,5
5	0,347	0,933	21,2	15	0,307	22,5
6	0,36	0,987	21	20	0,243	23

#### 4.3.2 Vyhodnocení sklizňových výsledků

Dne 24.10 2016 byl pokus sklizen. Z každé varianty bylo sklizeno vždy 10 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. Takto získané výsledky je možné považovat ve srovnání s vegetačním pozorováním za podstatně přesnější. Nejvyšší výnos chrástu byl stanoven u varianty 1, tj. u kontroly (obr. 10). Nejnižší hmotnost byla zjištěna po postřiku přípravkem Carbon Si.

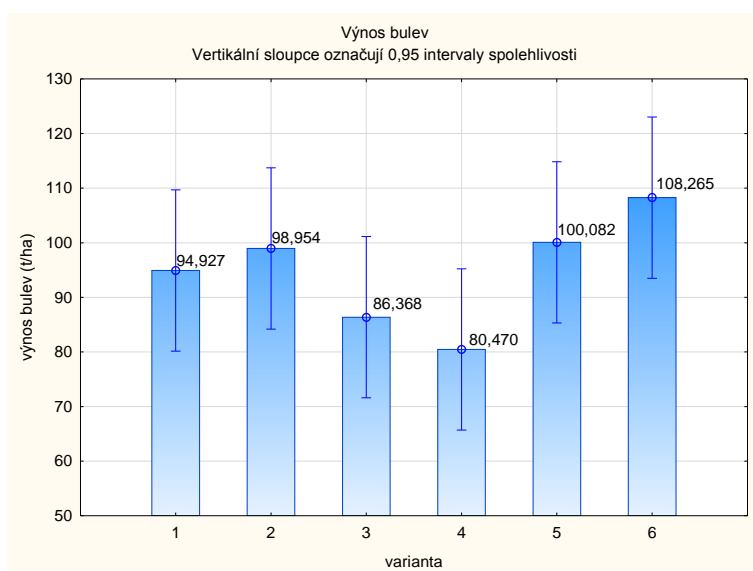
V porovnání s rokem 2011, kdy uvádí Pechková et al. (2014) výnos chrástu 54 – 70 t.ha<sup>-1</sup>, se v našem pokusu tyto výnosy dosáhnout nepodařilo. Pokud bychom měli výsledky pokusu zobecnit, musíme konstatovat, že mimokořenová výživa podpořila proces dozrávání porostu, což se odrazilo i v rychlejším odumírání chrástu.





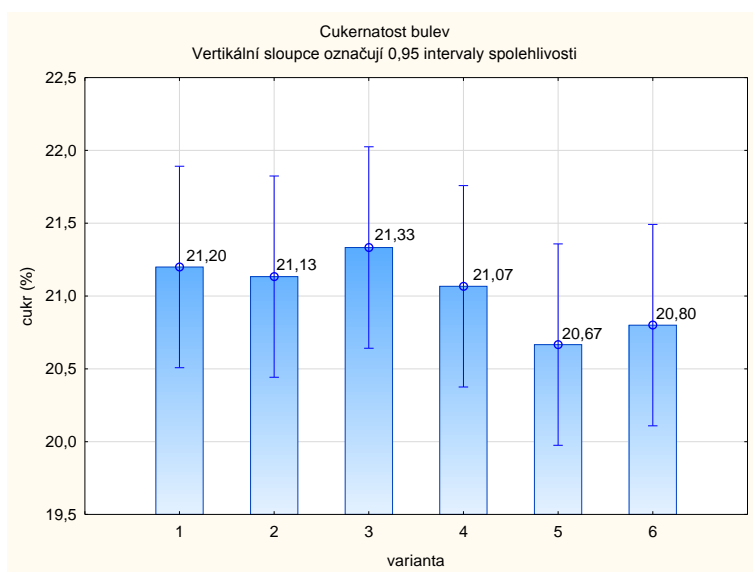
Obr. 10 – Výnos chrástu

Výnos bulev (obr. 11) pak vykazoval značnou variabilitu. Ne zcela byla potvrzena očekávání vycházející z vegetačních odběrů. Vyšší výnos oproti kontrole byl stanoven po aplikaci přípravků a hnojiv Insenol, Sulfika SB-C a Carbon Bor K. Naopak postřik přípravkem Carbon Si a Fumag 6NK-Ca se na výnosu bulev neprojevil. Vyplatila se tedy aplikace bóru, sacharidový metabolismus podporující aplikace draslíku a uhlíku a také větší ochrana prostřednictvím přípravku Insenol. Příznivý vliv aplikace bóru na výnos bulev cukrovky uvádí také Hřivna et al. (2014).



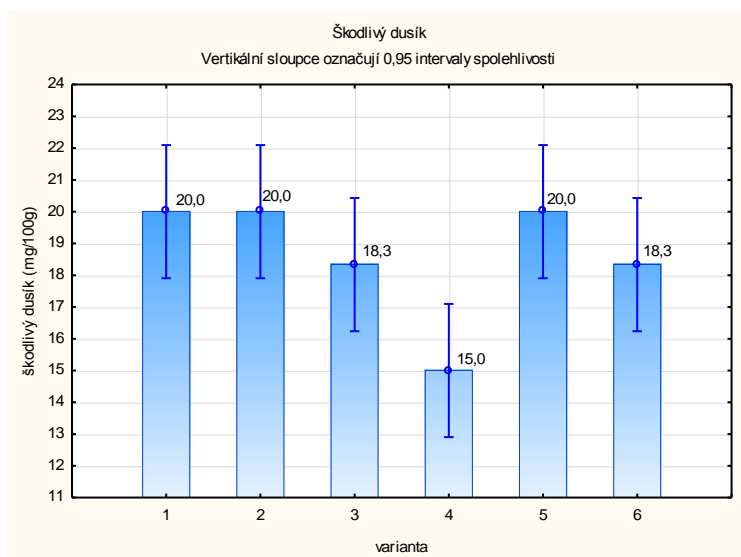
Obr. 11 – Výnos bulev

Cukernatost bulev byla v daném roce velmi vysoká. Nejvyšší cukernatost byla zaznamenána u varianty s aplikací Carbon Si (var. 3). Jednalo se zřejmě o určitou kompenzaci nižšího výnosu bulev. Nepotvrdilo se, jak uvádí Gupta, Solanki (2013), že bór se podílí především na metabolismu cukrů a zvyšuje cukernatost. Obě varianty (var. 5, 6), kde byl bór aplikován, se vyznačovaly nižší cukernatostí. Můžeme ale předpokládat, že se zde projevil zředovací efekt již proto, že u obou variant byl stanoven nejvyšší výnos. Za zmínku stojí také to, že pokud se přehoupne cukernatost přes 20 %, cukrovar to již v rámci přírážek za cukernatost nezohledňuje.



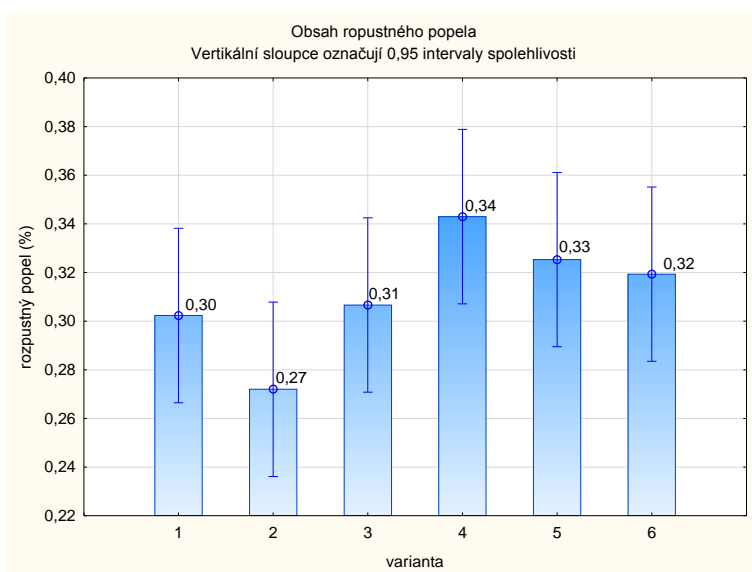
Obr. 12 – Cukernatost bulev

Cukrovka se vyznačovala velmi dobrou kvalitou, svědčí o tom i nízký obsah škodlivého dusíku (obr. 13), velmi nízký obsah rozpustného popela (obr. 14) a také hodnota MB faktoru (obr. 15), který potvrzuje, že cukrovka byla v době sklizně perfektně vyzrálá. Jeho hodnota je závislá na obsahu rozpustného popela a alfa-aminodusíku (Hřivna et al., 2012). Vzhledem k tomu, že oba tyto parametry byly při sklizni výrazně nízké, nedošlo k jeho ovlivnění. Jak uvádí Skalický (1994), jakostní cukrovka by měla dosahovat MB faktor v rozmezí hodnot 12 – 22, s čímž můžeme podle výsledku souhlasit.

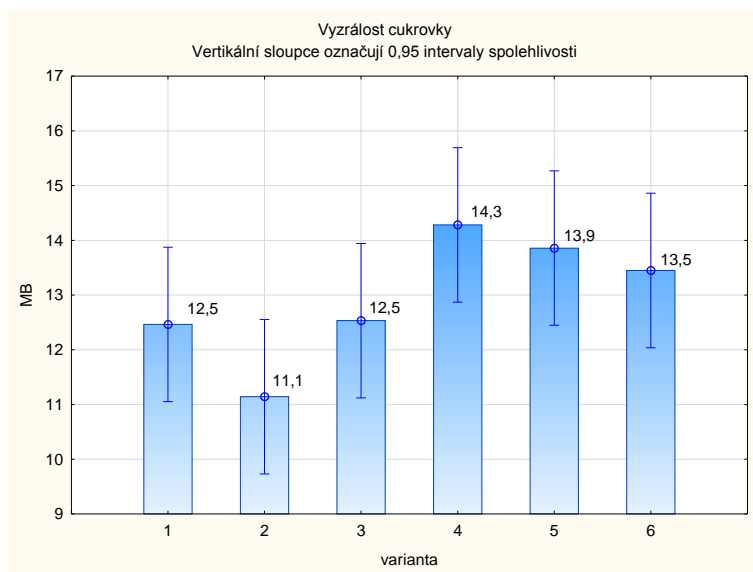


Obr. 13 – Obsah alfa-aminodusíku

Nejnižší obsah škodlivého dusíku byl pozorován po aplikaci Fumag 6NK-Ca (obr. 13). Byl zde ale nejvyšší obsah rozpustného popela (obr. 14), který má silně negativní vztah k výtěžnosti sacharózy a působí výrazně melasotvorně (Richter, Hřivna 2001). Z tohoto pohledu byl nejvhodnější (nejnižší) obsah rozpustného popela u varianty 2, kde byla i nejvyzrálejší cukrovka (obr. 14). Aplikace Insenolu tedy přispěla k nejvyšší kvalitě kořene. Je třeba ale poznamenat, že rozdíly mezi variantami nejsou velké a ve všech případech se jednalo o kvalitu vysokou. Dle Pulkrábka (2003) se běžné hodnoty rozpustného popela pohybují v rozmezí 0,250 - 0,450 %, což podle našich výsledků můžeme potvrdit.

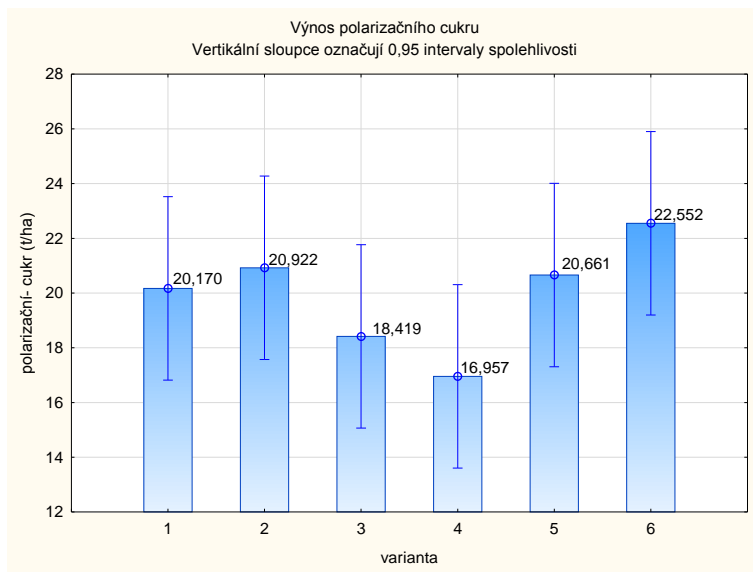


Obr. 14 – Obsah rozpustného popela



Obr. 15 – *Vzrůst cukrovky (MB faktor)*

Vysoká kvalita se projevila i v celkové produkci polarizačního cukru z hektaru (obr. 16). Produkce polarizačního cukru z hektaru se zvyšovala úměrně k výnosu bulev a jejich cukernatosti. Nejvyšší byla u var. 6. Po aplikaci hnojiva Carbon Bor K. Rozhodl zde především vysoký výnos bulev. Nad úroveň kontroly se pohybovaly také varianty 2 a 5. Dosažené výnosy polarizačního cukru z hektaru jsou velmi vysoké. Je to dáno tím, že se jedná o maloparcelní pokus. V podmínkách provozu zemědělských podniků je velkým úspěchem, pokud se produkce polarizačního cukru z hektaru pohybuje na úrovni blízké se 12-14 t.ha<sup>-1</sup>. Pokud bychom měli srovnat naši produkci s celorepublikovými výsledky, pak musíme konstatovat, že i v rámci ČR byly dosaženy dobré výsledky. V kampani 2016/2017 se v ČR zpracovalo cca 5 mil. tun cukrové řepy a předpokládá se, že výnos polarizačního cukru přesáhne cca 12 t/ha, což je velmi pěkný výsledek (Anonym, 2017).



Obr. 16 – Výnos polarizačního cukru

## 5 ZÁVĚR

Cukrová řepa je plodina velmi citlivá na agrotechniku, výživu a hnojení, což se prokázalo během maloparcelního pokusu. Hnojiva a přípravky od firmy Klofáč spol. s r.o. ve většině případů potvrdily svoje benefity.

Růst nadzemní listové plochy vykazoval v průběhu vegetace určitou variabilitu. Listová plocha byla nejmohutnější na přelomu měsíců srpen – září. Při sklizni byla nejvyšší hmotnost zaznamenána u kontrolní varianty, kde výnos z hektaru činil 35,2. Růst bulv během vegetačního pozorování vykazoval značnou dynamiku. Mimokořenová výživa se v ní pozitivně odrazila. Při sklizni to ale již nebylo tolik znát. Vyšší výnos oproti kontrole byl stanoven po aplikaci přípravků a hnojiv Insenol, Sulfika SB-C a Carbon Bor K. Naopak postřik přípravkem Carbon Si a Fumag 6NK-Ca se na výnosu bulv neprojevil. Nejvyšší výnos bulv byl dosažen po aplikaci hnojiva Carbon Bor K (108,3 t/ha).

Tvorba cukru v průběhu vegetace probíhala velmi intenzivně. Již při prvním odběru se pohybovala v rozmezí 15,8 - 18,2 % a v měsíci září vzrostla až na hodnotu 21,4 %. Průměrný obsah cukru stanovený horkou digescí při sklizni se pohyboval v rozmezí od 20,67 až do hodnoty 21,33 %, která byla zaznamenána po aplikaci přípravku Carbon Si. Obsah alfa-aminodusíku se pohyboval na velmi nízké úrovni. Po celou dobu vegetace byl poměrně stálý s nejvyšší hodnotou 20 mg na 100 g řepy, což svědčí o velmi kvalitní cukrovce a vyváženém hnojení dusíkem. Výrazně nízká hodnota při sklizni byla stanovena po aplikaci Fumag 6NK-Ca (15 mg na 100 g řepy), úměrně tomu se ale u této varianty zvýšil obsah rozpustného popela, který negativně ovlivňuje výtěžnost cukru a působí silně melasotvorně. Nejnížší obsah rozpustného popela byl stanoven po aplikaci přípravku Insenol, zde byla i nejvzrálejší cukrovka. Nejvyšší výnos polarizačního cukru byl stanoven po aplikaci hnojiva Carbon Bor K. Příznivě se zde odrazil především vysoký výnos bulv.

Dosažené výsledky je potřeba hodnotit v kontextu s ročníkovými vlivy. Během vegetace byly podmínky pro růst a vývoj cukrovky velmi příznivé. Pravidelné srážky, slunečné září a dobrý zdravotní stav porostu umožňují vyhodnotit rok 2016 jako bezproblémový. V takových letech je vliv nadstandardních zásahů vždy méně vidět. Přesto můžeme konstatovat, že aplikace většiny hnojiv a přípravků byla přínosná.

## 6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ANONYM 2017: *Ke konci kampaně v České republice*. Listy cukrovarnické a řepařské, r. 133, č. 2, s. 1, ISSN 1805-9708 (Online)
2. BADALÍKOVÁ, B., 2006: *Zpracování půdy k cukrovce a jeho vliv na obsah a kvalitu humusu*. Úroda, 3, s. 46-48
3. BITTNER, V., 2012a: *Poruchy ve výživě cukrovky*, Listy cukrovarnické a řepařské, r. 128, č. 2
4. BITTNER, V., 2012b: *Poškození cukrovky herbicidy*: Listy cukrovarnické a řepařské, 128, 2012 b (3), s. 98
5. BITTNER, V., 2012c: *Bakteriální choroby cukrovky*, Listy cukrovarnické a řepařské, r. 128, č. 9-10
6. BITTNER, V., BĚHAL, R., 2010: *Škodlivé organismy cukrovky*, Maribo seed, ISBN 978-80-254-8494-4
7. BOCIANOWSKI, J. a kolektiv, 2015: *Vliv poškození bulev osenicemi Agrotis spp. na technologickou jakost cukrové řepy*, Listy cukrovarnické a řepařské, č. 12, 366-372 s.
8. BRETSCHNEIDER, R., 1969: *Technologie cukru (surovárna a rafinérie)*. Nakladatelství technické literatury, Praha, 404 s.
9. DRAYCOTT P. A., 2005: *Sugar Beet*, Formerly of Broom's Barn Research Station, Blackwell publishing, 474 p.
10. DRAYCOTT P. A., 2006: *Sugar Beet*. Formerly of Broom's Barn Research Station, Bury St Edmunds, Suffolk, Blackwell publishing, p. ISBN-10: 1-4051-1911-X
11. DRAYCOTT P. A., CHRISTENSON D. R., 2003: *Nutrients for sugar beet production Soil-Plant Relationships*, CABI publishing, 242 p. ISBN 08-5199-623-X

12. HŘIVNA, L., 2005: *Multimediální učební texty z výživy a hnojení rostlin – Cukrovka*, cit. [10.10.2016], dostupné na  
<[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/hnojeni\\_plodin/html/okopaniny/cukrovka.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/okopaniny/cukrovka.htm)>
13. FRIML, M., TICHÁ, B., 1986: *Laboratorní kontrola cukrovarnické výroby, Díl I Základní rozbor*, VÚPP Středisko technických informací potravinářského průmyslu, 152 s
14. GUPTA, U., SOLANKI, H. 2013: *Impact of boron deficiency on plant growth*. International journal of bioassays, 2, 2013 (7), p. 1048-1050
15. HŘIVNA, L., BOROVIČKA, K., BÍZIK, J., BITTNER, V., 2014: *Komplexní výživa cukrovky*, ISBN 978-80-260-7300-0
16. HŘIVNA, L., CERKAL, R., 2009: *Možnosti ovlivnění výnosu i kvality cukrovky mimokořenovou výživou*, Listy cukrovarnické a řepařské., 125, č. 5-6.
17. HŘIVNA, L., CHODUROVÁ, M., BUREŠOVÁ, I., 2012: *Dynamika růstu a změny kvality cukrovky po mimokořenové výživě*. Listy cukrovarnické a řepařské, č. 5/6, 184-192 s.
18. CHOCHOLA, J., 2010: *Průvodce pěstováním cukrové řepy*. KWS Osiva řepařský institut Semčice, 65 s., online cit. [9.10.2016]. Dostupné na  
<<http://www.semce.cz/Pruvodce.pdf>>
19. HŘIVNA, L., PECHKOVÁ, J., BUREŠOVÁ, I., 2014: *Vliv aplikace bóru na výnos a technologickou kvalitu cukrové řepy*. Listy cukrovarnické a řepařské, r. 130, č. 4, 123-130
20. JURSIK, M., HOLEC, J., SOUKUP J., 2014: *Polní vzcházivost plevelů v průběhu vegetace cukrovky*, Listy cukrovarnické a řepařské, r. 130, č. 5-6
21. JŮZL, M., ELZNER, P., 2014: *Pěstování Okopanin*. 1. vydání, Mendelova univerzita v Brně, Brno, 9-82 s.



22. KADALA, M., 2013: *Vliv agrotechniky na dynamiku změn kvality cukrovky*, Brno. Diplomová práce, Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, vedoucí práce doc. Ing. Dr. Luděk Hřivna
23. KADLEC, P., 2010: *Technologie cukru*, cit. [9.10.2016]. Dostupné na <[sch.vscht.cz/materialy/eso/tc\\_sylabus.pdf](http://sch.vscht.cz/materialy/eso/tc_sylabus.pdf)>
24. KLÍR, J., KUNZOVÁ, E., ČERMÁK, P., 2008: *Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení, Metodika pro praxi*, Výzkumný ústav rostlinné výroby, 40 s.
25. Klofac-hnojiva.cz, cit. [10.10.2016]: Dostupné na < [www.klofac-hnojiva.cz/katalog.html](http://www.klofac-hnojiva.cz/katalog.html) >
26. KONEČNÝ, I., 2009: *Sugar beet in the Czech Republic 2009*, Listy cukrovarnické a řepařské, Volume 125, Issue 2009
27. KROUSKÝ, J., KONEČNÝ, I., JOUDAL, Z., 2006: *České řepářství v EU a jeho perspektivy*, Listy cukrovarnické a řepařské, 122, Svaz pěstitelů cukrovky Čech, č. 7-8
28. MACINNIS, P., 2002: *Bittersweet, The story of sugar*, National Library of Australia, ISBN 1 86508 6576
29. PECHKOVÁ, J., 2012: *Vliv výživy na technologickou jakost cukrové řepy*, cit. [9.10.2016], dostupné na < <http://http://www.chempoint.cz/vliv-vyzivy-na-technologickou-jakost-cukrove-repy.htm> >
30. PELIKÁN, M., HŘIVNA, L., HUMPOLA, J., 1999: *Technologie sacharidů*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 152s, ISBN 80-7157-407-4.
31. POKORNÁ, I., SMUTKA, L., PULKRÁBEK, J., 2011: *The world production of sugar*, Listy cukrovarnické a řepařské, Volume 127, Issue 4, ISSN 12103306
32. POSPÍŠIL, M., POSPÍŠIL, A., SITO, S., 2005: *Listová aplikace hnojiva Fertina B na cukrovku*, Listy cukrovarnické a řepařské, r. 121, č. 5-6

33. PRUGAR, J. a kolektiv, 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2008. ISBN 978-80-86576-28-2.
34. PULKRÁBEK, J., 2003: *Okopaniny cvičení – Systém multimediální elektronické publikace*. Skripta ČZU. Online [cit. 1.3.2017].  
Dostupné na: <[http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul\\_key=70](http://etext.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=70)>
35. PULKRÁBEK, J. a kol, 2007: *Řepa cukrová – pěstitelský rádce*. ČZVvP, katedra RV, Praha, 1. vydání, 64 s., ISBN 978-80-87111-00-0
36. 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
37. REINBERGR, O., 2014: *Situace v českém a evropském cukrovarnictví 2013/2014*. Listy cukrovarnické a řepařské, 130, č. 5-6
38. RICHTER, R., HŘIVNA, L., 2014: *Digestát, jeho vlastnosti a použití v rostlinné produkci*. Agromanuál, 3/2014, 38-41 s.
39. RICHTER, R., HŘIVNA, L., 2001: *Nové trendy a poznatky při pěstování okopanin*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, 2001, 39 s.
40. 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., ISBN 978-80-7375-068-8
41. RYANT, P., RICHTER, R., HLUŠEK, J., FRYŠČÁKOVÁ, E., 2004: *Multimediální učební texty z výživy rostlin*. Cit. [10.10.2016], dostupné na <[http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/index.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/index.htm)>
42. RYBÁČEK, V., PROCHÁZKA, O., 1985: *Cukrovka*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 471 s.

43. SKALICKÝ, J., 1994: *Kritéria nákupu, manipulace, čištění a skladování cukrovky na stacionárních pracovištích*. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1994, 36s.
44. SMUTKA, L., POKORNÁ, I., PULKRÁBEK, J., 2011: *Světová produkce cukrodárných plodin*. Listy cukrovarnické a řepářské, 127, Česká zemědělská univerzita v Praze, č. 3, březen 2011
45. STÁVKOVÁ, J., DUFEK, J., 2005: *Biometrika*. MZLU v Brně. 194 s.
46. Syngenta.com, cit. [10.10.2016]: *Cukrová řepa - plodinový katalog*, dostupné na [http://www3.syngenta.com/country/cz/cz/syngenta/ke-stazeni/informacni-prospekty/PublishingImages/CZ\\_repa\\_final.pdf](http://www3.syngenta.com/country/cz/cz/syngenta/ke-stazeni/informacni-prospekty/PublishingImages/CZ_repa_final.pdf)
47. ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. a kol., 2002: *Základy rostlinné produkce*. Česká zemědělská univerzita v Praze, 153 s., ISBN 80-213-0924-5
48. ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. a kol., 2007: *Základy rostlinné produkce*. Česká zemědělská univerzita v Praze, 172 s., ISBN 978-80-213-1340-8
49. VANĚK, V., a kol., 2002: *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*, 3. vydání, Praha-redakce odborných časopisů, 132s,7., ISBN 80-902413-1-X
50. WU, J., O'DONNELL A., G., 1993: *Microbial growth and sulphur immobilization following the incorporation of plant residuem into soil*. Soil Biol. Biochem. 25: 1567-1573

## 7 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 – <i>Obsah živin v řízkách a chrástu</i> .....	18
Tab. 2 – <i>Limitní hodnoty rizikových prvků v organických hnojivech</i> .....	39
Tab. 3 – <i>Průběh povětrnosti</i> .....	43
Tab. 4 – <i>Agrochemické vlastnosti pozemku</i> .....	43
Tab. 5 – <i>Varianty pokusu</i> .....	44
Tab. 6 – <i>Ošetřování porostu v průběhu vegetace</i> .....	44
Tab. 7 – <i>Odběr cukrovky dne 8.8.2016</i> .....	46
Tab. 8 – <i>Odběr cukrovky dne 24.8.2016</i> .....	47
Tab. 9 – <i>Odběr cukrovky 20.9.2016</i> .....	47
Tab. 10 – <i>Odběr cukrovky 6.10.2016</i> .....	48

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 – <i>Příčný řez listem</i> .....	11
Obr. 2 – <i>Cukrovka v prvním a druhém roce vegetace</i> .....	12
Obr. 3 – <i>Morfologie řepné bulvy</i> .....	13
Obr. 4 – <i>Výčet jednotlivých složek cukrové řepy</i> .....	14
Obr. 5 – <i>Transpirační koeficient u různých polních plodin</i> .....	18
Obr. 6 – <i>Produkce kyslíku v průběhu vegetace při průměrném výnosu</i> .....	18
Obr. 7 – <i>Deformace bulev (mrcasy) - vpravo správný tvar bulvy</i> .....	20
Obr. 8 – <i>Správně obalené osivo řepy</i> .....	25
Obr. 9 – <i>Formy a přeměny draslíku v půdě</i> .....	33
Obr. 10 – <i>Výnos chrástu</i> .....	49
Obr. 11 – <i>Výnos bulev</i> .....	49
Obr. 12 – <i>Cukernatost bulev</i> .....	50
Obr. 13 – <i>Obsah alfa-aminodusíku</i> .....	51
Obr. 14 – <i>Obsah rozpustného popela</i> .....	51
Obr. 15 – <i>Vyžrálost cukrovky (MB faktor)</i> .....	52
Obr. 16 – <i>Výnos polarizačního cukru</i> .....	53

## 9 PŘÍLOHY

### 9.1 Významné choroby cukrovky



Virus žloutenky cukrové řepy



Virus mírného žloutnutí listů řepy



Padlí řepné



Rizománie řepy



Hniloba kořenů po napadení houbou *Aphanomyces cochlioides*

Zdroj: Bittner, V., 2012: *Škodliví činitelé cukrové řepy – virové žloutenky na cukrovce*, 136-138 s., *Rizománie řepy*, 182-183 s., listy cukrovarnické a řepařské

## 9.2 Významní škůdci cukrovky



Maločlenec čárkovitý



Dřepčík rdesnový



Květilka řepná



Bázlivec černý



Listokaz pšeničný



Puklice švestková

Zdroj: Šefrová, H., 2015: *Škodliví činitelé cukrové řepy – hmyz škodící na řepě*, Listy cukrovarnické a řepařské, 379-382 s., Mendelova univerzita v Brně

### 9.3 Projevy deficiencie živin



Deficit dusíku



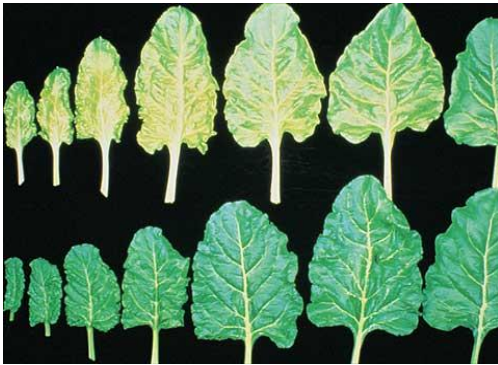
Deficit draslíku



Deficit fosforu



Deficit hořčíku



Deficit síry



Deficit bóru

Zdroj: Bittner, V., 2012: *Škodliví činitelé cukrové řepy – poruchy ve výživě cukrovky, listy cukrovarnické a řepařské*, 56-59 s.