

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra rostlinné výroby**



**Vliv výživy na výnos a jakost řepy cukrové**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Romana Pamánková**

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

© 2016 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

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

V Praze dne 8. 4. 2016

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala ing. Jaroslavu Urbanovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, pomoc a podporu při zpracování této diplomové práce a Výzkumné stanici FAPPZ ČZU Praha v Červeném Újezdě za umístění a realizaci pokusu.

# Vliv výživy na výnos a jakost řepy cukrové

## Souhrn

V rámci maloparcelkového pokusu založeného na Výzkumné stanici FAPPZ ČZU Praha v Červeném Újezdě, byl sledován v letech 2013, 2014 a 2015 vliv aplikovaných hnojiv LAD, NPK, DASA, DAM, ENSIN a ALZON na výnos a jakost cukrové řepy. Posuzoval se vliv dělených dávek dusíku na výnosové a kvalitativní parametry, v porovnání s dávkou jednorázovou, aplikovanou před setím. Do pokusu byla zařazena odrůda Gellert, se stabilními výsledky z odrůdových zkoušek.

Ve výnosových ukazatelích, tj. výnos bulev, výnos polarizačního cukru, výnos bílého cukru a výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost, se v průměru pokusných let jako jednoznačně nejlepší varianta projevila varianta hnojení č. 3 ENSIN s jednorázovou dávkou 120 kg N aplikovanou před setím. U výnosu chrástu byla nejvyšší hodnota dosažena u varianty pokusu č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N), tj. u varianty s použitím dělené dávky dusíku.

U kvalitativních parametrů se v průměru sledovaných let dalo vysledovat, že u cukernatosti a teoretické výtěžnosti, byly nejlepší výsledky dosaženy u variant pokusu s dělenou dávkou dusíku, použitou před setím a následně v době vegetace. Konkrétně u parametru cukernatosti, to byla varianta pokusu č. 1 LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N) a u parametru teoretické výtěžnosti bylo nejlepších výsledků dosaženo ve variantě č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N). Použité varianty pokusů č. 1 LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N) a č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N), tj. varianty s dělenými dávkami dusíku, neovlivnily výrazněji obsah melasotvorných látek. Větší vliv na obsah alfa-aminodusíku, draslíku a sodíku, měly varianty s jednorázovou aplikací dusíku před setím.

Hypotéza o pozitivním vlivu rozdělení celkové dávky dusíku do několika dělených dávek dusíku na zvýšení výnosu a kvality cukrové řepy se potvrdila pouze částečně. Potvrzena byla u kvalitativních ukazatelů. U výnosových ukazatelů bylo dosaženo příznivějších výsledků u variant hnojení s jednorázovou dávkou dusíku před setím.

Jednoznačně nejlepší byla varianta č. 3 ENSIN (120 kg N), aplikovaná v jednorázové dávce před setím a můžeme ji doporučit pro využití v zemědělské praxi.

**Klíčová slova:** řepa cukrová, dusík, výživa, výnos, jakost

# The influence of nutrition on yield and technological quality of sugar beet

## Summary

Within this experiment based on the Research station FAPPZ CZU Prague in Červený Újezd was monitored in 2013, 2014 and 2015 the effect of fertilizers such as LAD,NPK, DASA, DAM, ENSIN and ALZON on yield and quality of sugar beet. There was assessed the impact of divided doses of nitrogen on the yield and quality parameters in comparison to a single dose, applied before sowing. The experiment included variety Gellert with the stable results of varietal testing.

In yield indicators, eg. bulb yield, yield of polarization sugar, yield of white sugar and the bulb yield converted to 16% sugar content, the average test flight as clearly the best option showed a variant of fertilization no. 3 ENSIN with a single dose of 120 kg N applied before sowing. At the tops yield was the highest value achieved in variants test no. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N), i.e. the variant using divided doses of nitrogen.

In qualitative parameters monitored in diameter years could be observed that the sugar content in a theoretical yield, the best results were obtained in variants of experiment with a split dose of nitrogen applied before sowing and later in the growing season. Specifically, the parameter sugar content, it was a variant of the experiment no. 1 LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N) and the parameter of the theoretical yield the best results were achieved in the variant no. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N). Variants of experiments no. 1 LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N) and no. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N), i.e. variants with divided doses nitrogen content did not affect molassigenic substances significantly. Greater influence on the content of the alpha-amino nitrogen, potassium and sodium, had variants with a single application of nitrogen before sowing.

The hypothesis about the positive effect of dividing the total dose of nitrogen into several sub-doses of nitrogen to increase the yield and quality of sugar beet was confirmed

only partially. It was confirmed by qualitative indicators. For yield indicators were achieved favorable results in fertilization variant with a single dose of nitrogen before sowing.

Definitely the best option was no. 3 ENSIN (120 kg N), administered as a single dose before sowing and can be recommended for use in agricultural practice.

**Keywords:** sugar beet, nitrogen, nutrition, yield, quality

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Vědecká hypotéza a cíle práce</b> .....	<b>12</b>
<b>3 Přehled literatury (literární rešerše)</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Výživa rostlin</b> .....	<b>13</b>
3.1.1 Kořenová výživa rostlin.....	13
3.1.2 Mimokořenová výživa.....	14
<b>3.2 Dusík a jeho přeměny</b> .....	<b>14</b>
3.2.1 Mineralizace (Amonifikace).....	17
3.2.2 Nitrifikace a její inhibitory.....	19
3.2.3 Denitrifikace.....	21
3.2.4 Volatilizace.....	22
3.2.5 Vzdušný dusík.....	23
<b>3.3 Hnojiva</b> .....	<b>23</b>
<b>3.4 Cukrová řepa</b> .....	<b>24</b>
3.4.1 Význam a využití cukrové řepy.....	25
3.4.2 Chemické složení cukrové řepy.....	26
3.4.3 Výnosové možnosti řepy cukrové.....	27
3.4.4 Zakládání porostu řepy cukrové.....	28
3.4.5 Zásady výživy a hnojení řepy cukrové.....	29
3.4.6 Nedostatečná výživa dusíkem.....	43
<b>4 Materiál a metody</b> .....	<b>44</b>
<b>4.1 Charakteristika pokusného stanoviště</b> .....	<b>44</b>
<b>4.2 Metodika řešení</b> .....	<b>45</b>
4.2.1 Varianty pokusu.....	46
4.2.2 Přehled pracovních operací.....	46
4.2.2.1 Pěstitelská technologie 2013.....	46
4.2.2.2 Pěstitelská technologie 2014.....	47
4.2.2.3 Pěstitelská technologie 2015.....	48
<b>4.3 Charakteristika počasí</b> .....	<b>49</b>
4.3.1 Agrometeorologický rok 2012/2013.....	49
4.3.2 Agrometeorologický rok 2013/2014.....	50
4.3.3 Agrometeorologický rok 2014/2015.....	51
<b>4.4 Charakteristika odrůdy Gellert</b> .....	<b>52</b>
<b>4.5 Charakteristika použitých hnojiv</b> .....	<b>52</b>
4.5.1 LAD.....	52



4.5.2	DASA .....	52
4.5.3	DAM .....	53
4.5.4	ENSIN .....	53
4.5.5	ALZON .....	53
<b>4.6</b>	<b>Zpracování výsledků .....</b>	<b>53</b>
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>54</b>
<b>5.1</b>	<b>Hodnocení výnosových ukazatelů řepy cukrové.....</b>	<b>54</b>
5.1.1	Hodnocení výnosu bulev.....	54
5.1.2	Hodnocení výnosu chrástu.....	56
5.1.3	Hodnocení výnosu polarizačního cukru.....	59
5.1.4	Hodnocení výnosu bílého cukru .....	61
5.1.5	Hodnocení výnosu bulev přepočteného na 16 % cukernatost .....	63
<b>5.2</b>	<b>Hodnocení kvalitativních parametrů řepy cukrové .....</b>	<b>66</b>
5.2.1	Hodnocení cukernatosti.....	66
5.2.2	Hodnocení obsahu $\alpha$ -aminodusíku .....	68
5.2.3	Hodnocení obsahu draslíku.....	71
5.2.4	Hodnocení obsahu sodíku.....	73
5.2.5	Hodnocení teoretické výtěžnosti .....	75
<b>6</b>	<b>Diskuse .....</b>	<b>78</b>
<b>7</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>80</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literatury .....</b>	<b>82</b>
<b>9</b>	<b>Samostatné přílohy .....</b>	<b>85</b>

# 1 Úvod

Za posledních dvacet let se cukrová řepa stala speciální plodinou, která má specificky omezený okruh pěstitelů. Specifickým omezením je přítomnost cukrovarů, kterých je v České republice jen 7. Jsou to Dobruška, České Meziříčí, Opava, Vrbátky, Litovel, Hrušovany nad Jevišovkou a Prosenice. Cukrovka je pěstována jako technická plodina. V posledních letech dosahuje běžně výnosu bílého cukru kolem 10 tun z hektaru. Cukr je strategickou surovinou. Má nezastupitelné místo ve výživě obyvatel, protože je energeticky bohatou a ekologicky čistou potravinou. Světová produkce cukru neustále roste a spotřeba cukru stoupá. Bylo by proto nezodpovědné, kdyby se výroba cukru v naší republice utlumovala a velikosti ploch pro pěstování cukrové řepy snižovaly. Trendem současné doby je naštěstí podpora jejího pěstování, což se projevuje na postupném nárůstu velikosti ploch využívaných k pěstování cukrovky. Vznikl i zcela nový trend využití cukrové řepy. Intenzivně se rozvíjí její využití k nepotravinářským účelům, především na výrobu bioetanolu či produkci bioplynu. Cukrová řepa je plodinou, u které se při zpracování získává řada vedlejších produktů. Významným vedlejším produktem je melasa s uplatněním v lihovarnictví, v drožděnictví, pro výrobu kyseliny citrónové případně ke krmným účelům.

Cukrovka má vysokou předplodinovou hodnotu, protože posklizňové zbytky cukrovky se stávají po zaorání významným zdrojem živin pro následné plodiny a také svým hlubokým prokořeněním kladně působí na úrodnost půdy.

Vysokou kvalitu cukrovky ovlivňují jak stanoviště, půdní podmínky a průběh počasí, tak i povětrnostní vlivy a agrotechnika, v níž hraje výživa cukrové řepy významnou roli. Aplikací hnojiv můžeme příznivě ovlivňovat výnosy bulev i jejich výslednou kvalitu.

Nařízením Rady (ES) č. 318/2006 je minimální cena cukrové řepy podléhající kvótám stanovena na 26,29 EUR za tunu čisté hmotnosti při cukernatosti 16 %, tj. dle kurzu eura v rozmezí 700,- až 750 Kč.t<sup>-1</sup>.

V novém rozpočtovém období nové společné zemědělské politiky je cukrovka zařazena mezi citlivé komodity a dotace pro roky 2015 – 2020 bude činit 7 200,- Kč až 8 000,- Kč na hektar dle skutečně oseté plochy řepou a rozpočtení 450 mil. Kč určených cukrovce v rámci citlivých komodit.

Od roku 2017, s plánovanou liberalizací trhu s cukrem, poklesnou dále ceny bílého cukru až na referenční cenu 404 EUR za tunu. Pro uspokojivou ekonomiku jsou však nutné ceny cukru alespoň ve výši 500 – 550 EUR za tunu. Nadcházející roky tak budou pro

řepářství i cukrovarnictví složité a teprve čas ukáže, jakým směrem se bude tento obor dále vyvíjet.

## **2 Vědecká hypotéza a cíle práce**

### **Vědecká hypotéza:**

Rozdělení celkové dávky dusíku do několika dělených dávek dusíku, bude mít pozitivní vliv na zvýšení výnosu a kvality cukrové řepy.

### **Cíl diplomové práce:**

Cílem diplomové práce je vyhodnotit vliv vybraných dusíkatých hnojiv na výnos a jakost cukrové řepy.

Dílčím cílem práce je posouzení vlivu dělených dávek dusíku na výnosové a kvalitativní parametry v porovnání s dávkou jednorázovou, aplikovanou před setím.

## 3 Přehled literatury (literární rešerše)

### 3.1 Výživa rostlin

Pod pojmem výživa rostlin si ve většině případů představíme celý proces příjmu živin rostlinou z okolního vnějšího prostředí. Přijímání živin je základním projevem života rostliny. Jde o kvalitativní změnu, která vyjadřuje proces přeměny abiotického materiálu ve složku buňky, která má schopnost dalších asimilačních procesů, kdy konečným výsledkem je vyprodukování nové hmoty. Jak uvádí Richter (2004) rostliny přijímají z troposféry převážně uhlík ( $\text{CO}_2$ ) a to přes kutikulu a průduchy listů dále stonky a osinami ve formě molekulární. Většina rostlin svými listy, stonky a generativními orgány přijímá i další z živin, kterými jsou dusík, fosfor, draslík, vápník, železo, mangan či mikroelementy a to formou rozpustných solí v určité koncentraci. Tento způsob označujeme jako listovou výživu. Pro rostlinu je však rozhodující příjem živin a vody kořenovou výživou (Russel, 1988).

#### 3.1.1 Kořenová výživa rostlin

Kořeny rostlin přijímají většinu živin ve formě kladných či záporných iontů. Jedná se buď o kationty, příkladem je například  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  a další nebo jde o anionty. Příkladem aniontů jsou např.  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  aj.

Nejdříve se sorbují jednotlivé ionty na povrchu kořenů, kde se ustálí mezi půdním roztokem a volným prostorem kořenů rovnováha, tj. první fáze příjmu a dále pronikají ionty přes polopropustnou membránu do vnitřního prostoru kořenů, tj. druhá fáze (Vaněk a kol., 2007).

Podle Vaňka a kol. (2007) je charakteristické pro příjem iontů dovnitř buňky to, že se proces děje směrem proti koncentračnímu spádu a vyznačuje se schopností rostlin získat z přítomných iontů i takový, který má nízkou koncentraci a vše je spojeno, z důvodu potřeby energie, s metabolickými ději.

Na kořenovém příjmu živin se podílí části mladých kořenů a zejména je to pak zóna kořenového vlášení, která mnohonásobně zvyšuje povrch kořene. Rozhodující je druh rostliny, vlhkost či provzdušnění půdy (Russel, 1988).

### 3.1.2 Mimokořenová výživa

Schopnost rostlin je přijímat živiny svými orgány – jde především o listy, poté stonky, květy. U stromů i kmen a větve. Vstup živin do rostliny pomocí nadzemních orgánů je podobný kořenové výživě. Pro působení jednotlivých živin je důležitým předpokladem zasažení co největší plochy rostlin roztokem a doba po jakou se udrží v místě aplikace a může působit. Výživa ostatními orgány rostliny nenahradí plně výživu kořenovou. Z tohoto důvodu je nutné ji vnímat jako doplněk výživy a to zejména u širokolistých rostlin a u speciálních kultur. Mimokořenovou výživu je nutno chápat jako opatření speciální. Při nedostatku vláhy, nevhodném pH, což jsou nepříznivé podmínky pro kořenový příjem živin. Při poškození kořenů a v kritických obdobích růstu rostlin. Možná je i prevence proti poškození rostlin např. mrazem (Vaněk a kol., 2007).

Mimokořenová výživa, z důvodu malého množství přijatých živin rostlinou, nenahradí plně výživu kořenovou. Pokusy prokázaly, že u rostlin odkázaných pouze na mimokořenovou výživu dochází k zaostávání ve vývoji a tvorba generativních orgánů je silně omezena. Naopak předností tohoto druhu výživy je vyloučení interakce mezi ionty, které jsou rozpuštěny v půdním roztoku a eliminace sorpce pevného půdního podílu. Tyto přednosti by při aplikaci živin mohly výrazným způsobem ovlivňovat přijatelnost živin a potažmo i jejich účinnost. Jak uvádí Richter (2004), aplikaci živin lze spojovat, zejména u hnojiv dusíkatých, s ošetřováním porostu pesticidy, herbicidy a morfo-regulátory.

### 3.2 Dusík a jeho přeměny

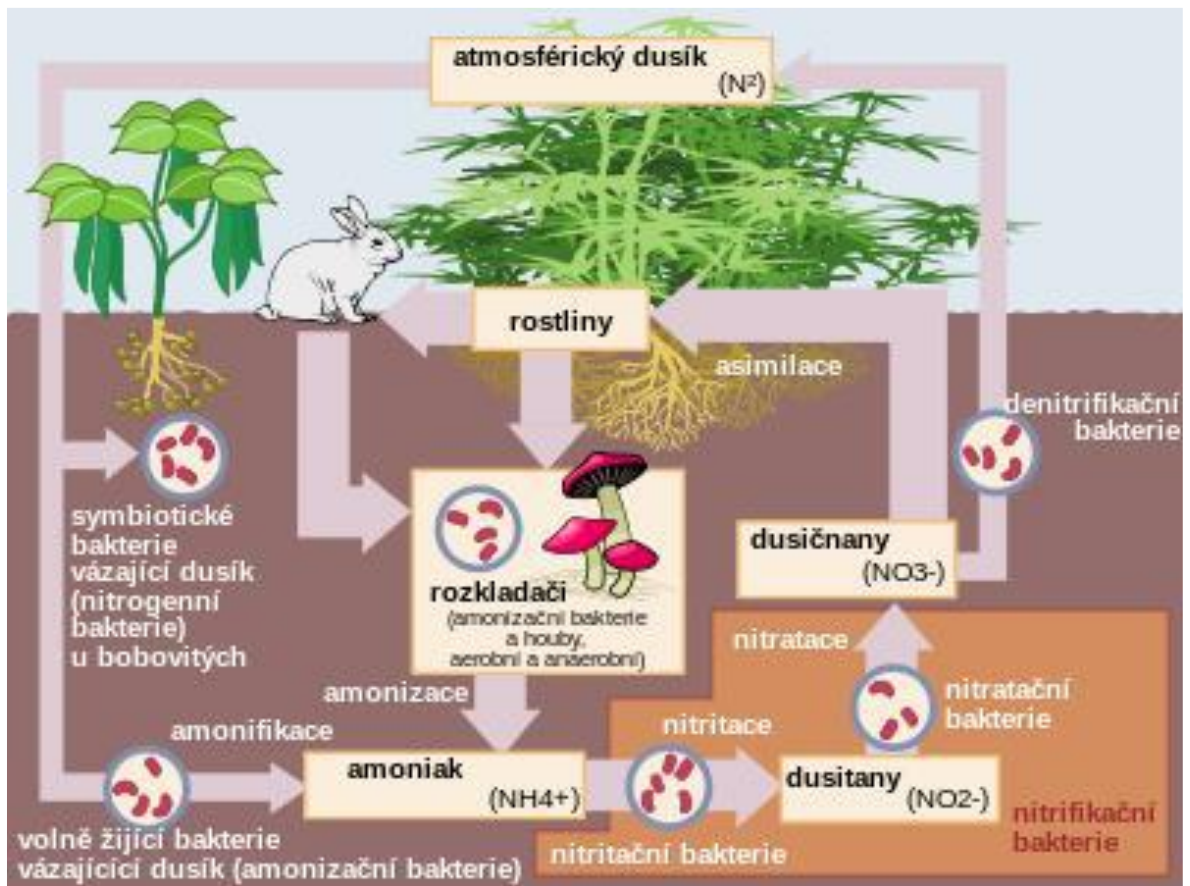
Pro všechny živé organismy, včetně rostlin, je dusík významným prvkem. Obsahují ho aminokyseliny, amidy, bílkoviny, chlorofyl, enzymy, nukleové kyseliny, purinové a pyrimidinové báze a další biologicky aktivní látky. Obsah a jeho rozdílné rozmezí v rostlinách je ovlivněno ve značné míře druhem orgánu a stářím rostliny. V počátečních vývojových fázích rostliny je obsah dusíku vysoký a úměrně k tvorbě biomasy se snižuje.

Do uhlíkatých sloučenin se přijatý dusík zabudovává za vzniku aminokyselin. Rostlina dusík přijímá prakticky jako  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$  ionty. Vedle toho mohou rostliny v menší míře přijímat i některé organické dusíkaté látky jako močovinu nebo aminokyseliny. Jako zdroj může sloužit i vzdušný  $\text{N}_2$  např. u bobovitých rostlin (Richter, 2004)

Dusík si pozornosti, která se mu věnuje, zaslouží pro svůj největší vliv na tvorbu výnosu ze všech ostatních živin. Pokud se však nesprávně aplikuje, ať již v nevhodném termínu, dávce či formě, dochází ke zbytečným ztrátám v jeho přirozeném koloběhu. Efektivita hnojení se stává nižší a náklady spojené s nákupem dusíkatých hnojiv a též spojené s jejich aplikováním, nepřinesou výnos, který se očekává.

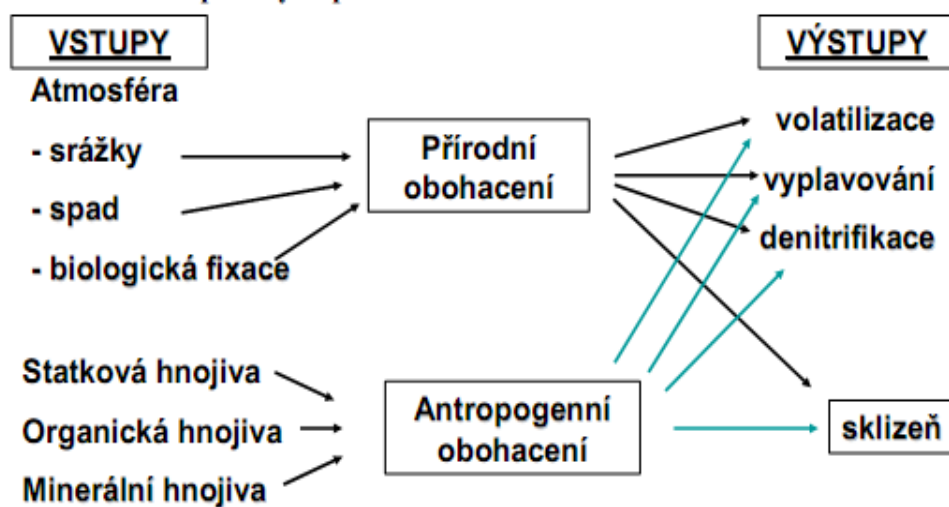
K pochopení složité problematiky související s používáním dusíku v rostlinné výrobě a jeho působnosti v ekosystému obecně, je nutno přiblížit jeho přeměny v půdě. Podmínky těchto půdních přeměn ovlivňují jednak půdní vlastnosti, ale velmi důležitý je i průběh počasí. Předpovídat průběh počasí je z dlouhodobého hlediska velmi obtížné, proto je pro hnojení dusíkem nezbytností vycházet z aktuálních podmínek v daném roce. Ohled je třeba brát na hnojené plodiny, stanovit dávku a formu aplikovaného dusíku. Obecnou, zaručenou a jednotnou metodiku v hnojení dusíkem vhodnou plošně pro všechny bez rozdílu nelze vytvořit, ale je možné využívat znalostí jednotlivých přeměn (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

V koloběhu dusíku, který znázorňuje obr. 1 níže, hrají důležitou roli dva rozdílné procesy. Jsou jimi mineralizace látek organických až na amoniak a imobilizace, tj. zabudovávání dusíku zpět do půdní organické hmoty. Dusík amonný, vzniklý při procesu mineralizace, i případně ten z dodaných hnojiv, je z části zpřístupněn rostlinám v půdním roztoku, z části je oxidován tzn. nitrifikován přes nitrity na nitráty, ale část podílu je také fixována krystalickou mřížkou jílových minerálů. I ztráty dusíku z půd, zaujímají nezanedbatelné množství představující zejména vyplavování nitrátů a denitrifikaci, tj. únik ve formě  $N_2$  (Fecenko et. al., 1998). Uvedené procesy zajišťují rozklad organických dusíkatých látek a také syntézu nových dusíkatých látek vlivem půdního fytoedafonu a zooedafonu. S předpokladem dostatku organických látek v půdě s širokým poměrem C:N, se může dusík, který je uvolněn mineralizací či je minerální, imobilizovat (Richter a Hlušek, 2006).



Obr. 1 Koloběh dusíku, Dréo (2006)

K lepšímu porozumění složité problematiky dusíku v rostlinné produkci a důležitost jeho vlivu na celý ekosystém je nezbytné vycházet z koloběhu N v přírodě. Tomuto tématu se věnovali i Richter a Hlušek (2006), kteří shrnuli tuto problematiku významu N porovnáním vstupů a výstupů dusíku pro zemědělce do grafu, viz obr. 2.





Obr. 2 Vstupy a výstupy dusíku (Richter a Hlušek, 2006)

Značné změnové procesy v obsahu anorganického dusíku v půdě se dějí v průběhu celého roku. Na jaře, v období dubna až května, se důsledkem oteplování půdy činnost mikroorganismů zvyšuje a minerální dusík dosahuje maximálních hodnot obsahu v půdě. Pro tento stav se používá označení jarní maximum N. Ve vegetačním procesu se odběr dusíku plodinami, i postupným snížením intenzity mineralizace obsahu minerálního dusíku v půdě, sníží a dosáhne až ke stabilní hodnotě bez větších výkyvů v období těsně před sklizní a po sklizni. Tuto fázi značíme letní minimum. Za působení příznivých teplotních a vlhkostních podmínek se opět na podzim začíná obsah N<sub>min.</sub> v půdě zvyšovat díky mineralizaci posklizňových zbytků. Toto je období podzimního maxima. V posledním období roku, těsně před zimou, zase klesne. Je to důsledek poklesu teplot, který snížil aktivitu mikroorganismů. Je třeba tuto, v sezóně velkou, variabilitu minerálního dusíku v půdě respektovat a využít v praxi při výživě rostlin. Jednak při určování dávek N k jednotlivým zemědělským plodinám při zakládání porostů, ale i v průběhu vegetace při přihnojování (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

V rostlinách obsažený dusík je jak v anorganické, tak zejména v organické formě. Tyto organické sloučeniny dusíku mají v rostlinách celou řadu funkcí – stavební, metabolickou, transportní i zásobní (Boldt a Zrenner, 2003).

### 3.2.1 Mineralizace (Amonifikace)

Organický dusík, který je v půdách přítomen, téměř všechen pochází z rostlin (Mengel a Kirkby, 2001). Jeho naprostá většina má vysokou stabilitu a odolnost biologické dekompozice (rozkladu). Nejdůležitějším zdrojem z různých forem organického dusíku je pro mineralizaci N v půdách aminový dusík (amino-N). Skupiny aminů jsou přítomny v amino-kyselinách, peptidech i polypeptidech a v amino-sacharidech. Na orné půdě právě aminový dusík může tvořit okolo 30 % přítomného dusíku a jeho množství dosahuje přibližně 1 700 – 2 000 kg N.ha<sup>-1</sup> ve vrchní vrstvě ornice (10 cm). Z takto velkého množství dusíku je mineralizován v průběhu vegetace pouze malý podíl. Mineralizace, uskutečňovaná mikroorganismy, započne hydrolyzou N sloučenin, která je mnoha heterotrofními mikroorganismy katalyzována a vede v procesu amonifikace k tvorbě amoniaku (NH<sub>3</sub>).

Minerální dusík se produkuje za předpokladu uspokojení potřeb N mikroorganismů v závislosti na využívání organického uhlíku pro energetické a syntetické účely. Z celkově

přítomného dusíku v bílkovinách či polypeptidech buněčných stěn mikroorganismů se pouze část mineralizuje a tento podíl mineralizace závisí na poměru C:N, která je předmětem mikrobiálního rozkladu. Když je poměr C:N nízký, obecně zvyšuje podíl mineralizovaného N (Mengel a Kirkby, 2001).

Mineralizace je půdním procesem rozkladu organických látek, během něhož jsou uvolňovány z organických vazeb živiny, které následně využívají pro svou výživu rostliny. Proces amonifikace je přeměna organických sloučenin na amoniak. Na orných půdách, v podmínkách naší republiky, se při mineralizaci uvolní 50 – 90 kg N/ha za jednu vegetační sezónu (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

Hlavními, mineralizaci ovlivňujícími, faktory jsou: teplota, vlhkost, provzdušnění a pH (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

Teplota pro mineralizaci je v optimu okolo 30 °C. Když je její pokles o 10 °C, intenzita mineralizace se sníží o 50 %. Při nízkých teplotách je mineralizace velmi malá a téměř se zastaví kolem 0 °C.

Změna vlhkostí má na mineralizaci menší vliv než teplota. Intenzivnější mineralizační průběh nastává při střídání vlhkého a suchého období. Z organických dusíkatých látek se uvolňuje NH<sub>3</sub>. Ten ve vodném prostředí přijme proton a přemění se na NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. V suchém období vzniká vyšší riziko ztráty dusíku volatilizací (těkáním).

Provzdušnění probíhá za aerobních i anaerobních podmínek v procesu mineralizace souvisejících s činností celé řady fyziologicky odlišných mikroorganismů a bezobratlých.

Vliv půdní reakce je při hodnotách pH 5 – 8 velmi malý (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

V rizosféře z důvodu snadněji rozložitelných substrátů probíhá mineralizace rychleji než ve volné půdě. Pozitivním vlivem pro mineralizaci je množství a kvalita organické hmoty v půdě, kdy kvalitou rozumíme poměr mezi C/N. Se zvyšujícím se poměrem C/N přítomné množství uvolněného dusíku do půdního roztoku exponenciálně klesá. Svůj vliv má i půdní druh, kdy na písčitéch půdách je mineralizační proces vyšší než na jílovitých a hlinitých půdách. Ke zvýšení mineralizace přispívá i tzv. priming effect, tj. přidání dusíku do půdy.

Rostlinám je k dispozici za vhodných podmínek pro mineralizaci dostatečné množství minerálního dusíku, častokrát více než po hnojení dusíkatými hnojivy. Obecně můžeme konstatovat, že při sušším počasí je třeba i na biologicky činných a úrodných půdách zvýšit

dávky dusíkatých hnojiv a používání hnojiv typu LAV. Taktéž i za chladnějšího počasí. V období tepla a vlhka dávky dusíku, s výjimkou velmi lehkých půd, snižujeme (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

### 3.2.2 Nitrifikace a její inhibitory

Nitrifikace je klíčový proces v ekosystémech a mnoha půdách. Amoniak uvolněný v procesu mineralizace je hlavním zdrojem nitrifikace. V rámci ní se přeměňuje relativně nepohyblivá amonná forma na velmi pohyblivou dusičnanovou formu dusíku. Tak se dusík zpřístupní rostlinám ve formě využitelné živiny. Vznikne tím však i riziko ztrát dusíku vyplavováním a denitrifikací.

K faktorům ovlivňujícím nitrifikaci patří teplota, vlhkost, provzdušnění a pH.

Pro proces nitrifikace v půdách je optimální teplota v rozmezí 25 – 30 °C. Teploty pod 15 °C již nitrifikaci limitují a teploty pod 5 °C umožní už jen minimální míru nitrifikace.

Vlhkost půdy 70 % MVK je pro průběh nitrifikace optimální. Sucho nitrifikaci zastavuje.

Nitrifikace je aerobní proces s rychlejším průběhem v provzdušněných půdách.

Optimální je rozmezí pH 6,5 – 8,5. Při hodnotě pH pod 6,5 intenzita klesá a s hodnotou pH pod 5 se nitrifikace zastaví (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

Nitrifikací rozumíme proces biologické oxidace amoniaku na nitráty. Amoniak je nejdříve oxidován na  $\text{NO}_2^-$ , dále na hydroxylamin  $\text{NH}_2\text{OH}$  a poté na  $\text{NO}_3^-$ . Proces zprostředkovávají autotrofní bakterie, které získávají svou energii oxidací minerální hmoty za přítomnosti amoniaku a nitritů. Zahrnutý jsou specializované dvě skupiny bakterií. První v oxidaci  $\text{NH}_4^+$  na  $\text{NO}_2^-$ . Druhá v oxidaci  $\text{NO}_2^-$  na  $\text{NO}_3^-$ . Jsou známy autotrofní rody a druhy oxidující amoniak a  $\text{NO}_2^-$ . Rody oxidující amoniak zahrnují Nitrosocystys, Nitrosomonas a Nitrosospira (Paul a Clark, 1996 in Mengel a Kirkby, 2001).

Nitrity produkované amoniak oxidujícími autotrofy jsou rychle oxidovány na nitráty druhy rodu Nitrobacter. Amoniak oxidační i bakterie nitrit oxidační jsou aerobní a na většině stanovišť se vyskytují společně, což přináší rychlou oxidaci nitritů a jejich neakumulaci. Na půdách zamokřených je oxidace  $\text{NH}_4^+$  z důvodu nedostatku kyslíku, který je třeba pro proces oxidace nezbytný, omezena. Dalším důvodem je u nitrifikující bakterie preference neutrálních

až slabě kyselých pH podmínek. Z tohoto důvodu je nitrifikace v kyselých půdách podstatně potlačena a může být zcela inhibována.

Na polích probíhá proces nitrifikace často na nižší úrovni, u půd s nízkým pH a na půdách zamokřených je tento proces omezen a může být úplně potlačen (inhibován). V těchto podmínkách pak půda může amoniak hromadit. Nitrifikace je potlačena i v suchých půdách. Optimum proces dosahuje při 26 °C. Optimum pro mineralizaci (amonifikaci) pak dosahuje 50 °C (Mengel a Kirkby, 2001).

Rychlost nitrifikace ovlivňuje druh aplikovaného hnojiva. Pomalu je nitrifikován dusík dodávaný v amonné formě - hnojiva typu síran amonný. Naopak velmi rychle je nitrifikován dusík například z močoviny. Průběh jeho nitrifikace je po 5 – 7 dnech, tj. poměrně krátká doba, podoben přeměně dusíku, který je dodáván v hnojivech typu dusičnanu (ledku) amonného. Hnojiva na bázi močoviny (jejich některé typy), využívají inhibitorů nitrifikace, je však třeba zdůraznit, že působení výrazněji ovlivňuje i průběh počasí. Při teplém a suchém počasí zmiňované inhibitory mohou paradoxně snižovat využití N z močoviny, a to zejména je-li zapravena do povrchových vrstev ornice. Ke ztrátám amoniaku pak dochází volatilizací (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

Pro zabránění větších ztrát nitrátů vyplavením nebo jako výsledku denitrifikace, byly vyvinuty inhibitory nitrifikace. Úkolem těchto inhibitorů je blokáce oxidace  $\text{NH}_3$  na  $\text{NO}_2^-$  zapříčiněných druhy bakterií rodu *Nitrosomonas* a rodů *Nitrosocystis* a *Nitrosospira*.

Nejdůkladněji prozkoumaným inhibitorem nitrifikace je Nitrapyrin (Huber et al., 1977 in Mengel a Kirkby, 2001). Inhibitor blokuje mikrobiální oxidaci amoniaku na nitrity a tím i tvorbu nitrátů. Tím je ztrátě dusíku denitrifikací nebo vyplavením zabráněno.

Dalším z inhibitorů v procesu nitrifikace je dikyandiamid, který může být také v půdě produkován v průběhu degradace kalcium kyanamidu. Pyrit potlačuje nitrifikaci a navíc má na půdu okyselující efekt a může tak snižovat těkání či odpařování amoniaku  $\text{NH}_3$ .

Inhibitory nitrifikace se aplikují zejména na podzim spolu s amoniakálními hnojivy. Jak uvádějí ve své knize Mengel a Kirkby (2001), četné pokusy prováděné na polích v Indianě v USA v 5letém období ukázaly příznivé výsledky nitrapyrinu, při podzimní společné aplikaci s amoniakem nebo močovinou.

### 3.2.3 Denitrifikace

Denitrifikace je redukční proces, kdy za přítomnosti lehce rozložitelných organických látek jsou nitráty redukovány na oxidy dusíku až elementární dusík (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

V podmínkách naší republiky převažuje typ denitrifikace způsobené fakultativně anaerobními mikroorganismy, jež ve fázi rozkladu využívají kyslík nitrátů.

Optimální teplota pro proces denitrifikace v půdách je v rozmezí mezi 25 – 30 °C. U teplot pod 10 °C je průběh denitrifikace jen v omezeném měřítku.

Při nasycení půdy od 60 do 100 % MVK dosahuje denitrifikace nejvyšších hodnot.

Proces probíhá v anaerobních podmínkách, tj. při nedostatečném provzdušnění půdy.

Průběh procesu je při pH 6 – 8. Intenzita denitrifikace klesá při hodnotě pH pod 5,5.

Podmínkou pro fungující průběh denitrifikace v půdě je nedostatek kyslíku, přítomnost nitrátů a dostatečné množství lehce rozložitelných organických látek. Procesem denitrifikace mohou vznikat dost značné ztráty dusíku a jejich omezení je žádoucí (Vaněk a kol., 2007).

Jde zejména o to, aby v půdách nebyl obsah nitrátů vysoký a to zejména koncem vegetace a v období mimo vegetačním, protože je omezen obsah kyslíku z důvodu zvýšeného nebezpečí vyššího obsahu vod v půdě. Volné nitráty v podzimním období je v půdě schopna využít ozimá plodina. Pokud ale na pozemku bude v osevním sledu následovat jarní plodina, je pro snížení ztrát nitrátového dusíku vhodné použít zelené hnojení. Toto lze aplikovat i pro snížení ztrát vyplavování dusíku v období mimo porost. Mikroorganismy nevyužívají nitrátový dusík např. ze zaorávky slámy. Využívají především dusík amonný, protože příjem z nitrátového dusíku je pro ně energeticky náročný. Ztráty procesem denitrifikace jsou vyšší, zejména při hnojení nitrátovou formou N. Denitrifikace se zvyšováním koncentrace  $\text{NO}_3^-$  v půdě stoupá a tak z aplikovaných dusičnanových hnojiv může dojít ke ztrátám z půdy až 40 % dusíku denitrifikací (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

Procesy amonifikace organického půdního dusíku a nitrifikace jsou důležitými kroky v globálním koloběhu dusíku. Vytvořený nitrát může být díky denitrifikaci na  $\text{N}_2$  recyklován zpět do atmosféry. Tento proces doplňuje obrovský fond dusíku v atmosféře a může tak vyrovnávat do určité míry  $\text{N}_2$ , který byl vyňat z atmosféry, biologickou fixací  $\text{N}_2$ . Předmětné

údaje jsou v tab. 1 (Mengel a Kirkby, 2001). Z údajů vyplývá, že stanovení denitrifikace a biologické fixace je zatím stále nepřesné.

Tab. 1 Globální obrat mezi půdním N a atmosférickým N v  $10^6$  t.rok<sup>-1</sup>

Zisk		Ztráta	
Průmyslová produkce	46	Denitrifikace	200 - 300
Biologická fixace	100-200		
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> srážky	60	Výpar (vytěkání)NH <sub>3</sub>	165
NH <sub>3</sub> srážky (srážení)	140		

Zdroj: Mengel a Kirkby, 2001

### 3.2.4 Volatilizace

Proces ztrát dusíku volatilizací, je způsoben těkáním amoniaku z povrchu či vrchní vrstvy půdy. Ztráty tímto těkáním činí okolo 5 %. V závislosti na půdně klimatických podmínkách, formě hnojiva a dávce i na době a způsobu aplikace, mohou dosahovat ztráty hodnot až přes 25 % z dávky aplikovaného dusíku.

Pokud se teplota zvyšuje, dochází k většímu uvolňování amoniaku.

K intenzivnějšímu uvolňování amoniaku dochází při poklesu obsahu vody v půdě a to zejména na jejím povrchu.

V anaerobních podmínkách dochází k vyšší volatilizaci amoniaku. Je ovlivněna hodnotou pH. Nejvíce se s ní můžeme setkat na alkalických půdách.

Obsah jílovitých částic určujících půdní druh, ale třeba i stabilní organické látky snižují ztráty amoniaku v procesu volatilizace.

Po aplikaci organických hnojiv s vyšším podílem amonné formy N, jako je močovka, kejda, hnůj i čistírenský kal, dochází na povrchu půdy k volatilizaci. Rychlost a způsob zapravení hnojiv rozhodují zejména v prvních hodinách po aplikaci. Obdobná volatilizace dusíku je i při povrchové aplikaci minerálních dusíkatých hnojiv, která obsahují nebo se u nich vytváří amoniak, např. močovina (Černý, Vaněk, Kozlovský, 2011).

### 3.2.5 Vzdušný dusík

Přísun dusíku z biologické fixace  $N_2$  se pohybuje na úrovni  $139 - 170 \times 10^6$  t N za rok. Přeměna molekuly  $N_2$  ve sloučeninu  $NH_3$ , která následně může být využita jako živina, je označována jako vysoko energeticky náročná fixace, protože je v procesu velké množství spotřebovávané energie. V průmyslové i biologické přeměně převažuje reakce  $N_2 \rightarrow 2 NH_3$ . V průmyslové fixaci je  $N_2$  katalyticky reakcí s vodíkem redukován na  $NH_3$ , v Haber-Bosch syntéze ( $N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2NH_3$ ) s podmínkou vysokých teplot a tlaku. Zvyšování cen fosilní energie a celkové celosvětové poptávce po dusíkatých hnojivech vhodných k používání pro produkci potravin vede k obnovenému zájmu o biologickou fixaci  $N_2$  jako alternativě nebo alespoň jako doplněk k využívání N hnojiv.

$N_2$ -fixující půdní bakterie volně žijící jsou hlavně heterotrofní, příkladem je *Azotobacter*, a díky tomu omezené ve své  $N_2$ -fixační kapacitě limitujícím substrátem s neodpovídající dostupností organických zbytků. V zemních ekosystémech je jejich přínos fixaci N malý, výjimkou jsou bakterie C autotrofní, jako je *Anabaena* či cyanobakterie.

Přínos symbiotických, asociativních a volně žijících  $N_2$  fixujících systémů je v průměru v pořadí 30 % nesymbiotický a 70 % symbiotický (Peoples a Craswell, 1992 in Marschner 1995).

## 3.3 Hnojiva

Pojem hnojiva vymezuje zákon č. 156/1998 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Za hnojiva se považují látky obsahující živiny pro výživu kulturních rostlin a lesních dřevin, látky pro udržení nebo zlepšení půdní úrodnosti a látky pro příznivé ovlivnění výnosu či kvality produkce.

Rozdělení hnojiv – dle tří základních hledisek:

- Podle účinnosti: na přímá hnojiva – hnojiva minerální a hnojiva statková

na pomocné látky

- Podle skupenství: hnojiva tuhá a

hnojiva kapalná

- Podle počtu složek: hnojiva jednosložková a

hnojiva vícesložková.

Hnojiva přímá jsou látky obsahující jednu nebo více rostlinných živin, zpravidla s jejich větším obsahem a to buď v minerální či organické formě. Poskytují rostlinám makro- nebo mikro-živiny.

Pomocné látky neobsahují živiny ve větším množství. Primárně tedy nedodávají rostlinám živiny, ale umožňují zlepšení výživy úpravou životního prostředí nebo ovlivněním metabolismu rostlin tak, že rostliny dovedou díky nim využít větší množství živin na tvorbu výnosu (Hlušek, 2004).

### 3.4 Cukrová řepa

Řepa cukrová (*Beta vulgaris* L., subsp. *exculenta* Salisb., var. *Altissima* Döll., syn. *saccharifera* Alef.) je nositelem chemotaxonomických znaků čeledě merlíkovité (*Chenopodiaceae*). S vysokým obsahem cukru má i relativně vysoký obsah dalších látek. Těmi jsou glutamin, kyselina glutamová, aspartová,  $\gamma$ -aminomáselné a betain. Je citlivá k nedostatku stopových prvků (B, Mn, Mo), přednostně akumuluje nitráty. Příznivě reaguje na přihnojování v podobě chloridových forem draselných solí (doprovázených sodíkem), typické pro halofyty. Prozrazuje tím tak na sebe prapůvod předků z přímořských oblastí, kde jsou půda i atmosféra uvedenými halovými prvky prosyceny. Především je pro cukrovku však charakteristické její specifické obsahové složení prošlechtěné průmyslové plodiny. Bulva má v průměru víc než 16 % sacharózy. Kromě uvedené sacharózy je dále zastoupena nejen glukóza, ale i fruktóza, galaktóza i rafinóza. Z organických kyselin pak obsahuje kyselinu citrónovou, jablečnou a  $\alpha$ -ketoglutarovou (Pulkrábek a Urban, 2008).

Cukrovka se řadí k plodinám typickým spíše pro mírné pásmo, pěstuje se i v subtropích, ale velmi omezeně a její využití je vymezeno 35 ° severní a jižní zeměpisné šířky (Draycott, 2006).

Z biologického hlediska je řepa cukrová mnohaletá plodina opakovaně plodící. V zemědělské výrobě se však využívá jen jejích prvních dvou let a z tohoto hospodářského hlediska ji považujeme za dvouletou (Rybáček, 1985). Ale například Draycott (2006) uvádí cukrovku pěstovanou pro účely získávání cukru a jiné využití při pěstování pouze v jednom kalendářním roce, jako rostlinu jednoletou.



Řepa (*Beta*) má od západní Evropy až po Indii rozšířených asi 12 druhů jednoletých, dvouletých i vytrvalých typů. Ty se od sebe odlišují. Oboupohlavní drobné květy tvoří klubíčka a nažky obaluje ztvrdlé okvětí, u některých taxonů kořeny na bázi lodyhy ztloustnou působením několika vrstev kambiálního pletiva a vytvoří bulvu.

*Beta vulgaris* je bylina dvouletá, zřídka jednoletá, s různými dlouhými řapíkatými přízemními listy. Lodyha je vysoká asi 1 m a vyrůstá ve druhém roce, kdy jsou květy v klubíčkách po 2 - 6, ale mohou být i jednotlivé v úžlabích listenů. Okvětí květů je zelené a dužnaté, plodenství je ztvrdlé (Novák a Skalický, 2009).

### 3.4.1 Význam a využití cukrové řepy

Nejběžnější sladidlo ve většině zemí na světě je cukr, který je ve své podstatě velmi čistou chemickou sloučeninou tj. sacharózou. Biologickými zdroji pro výrobu sacharózy je cukrovka a cukrová třtina. Každá z plodin se spolu střetávají v subtropích, tj. limitních oblastech pro jejich pěstování. Po chemické stránce mezi cukrem třtinovým a řepným není rozdíl. O sacharózu jde v obou případech, i přes rozdílné složení těchto rostlin. Právě složení rostlin se pak odráží v používání odlišných technologií při zpracování surovin v cukrovarech (Pulkrábek et al., 2007). Přibližně dvě třetiny vyrobeného cukru pocházejí ze zpracování cukrové třtiny a zhruba jedna třetina produkovaného cukru pochází ze zpracování řepy cukrové (Baudisová, 2013).

Původ cukrovky je v západní Asii a v oblastech kolem Kaspického moře. Jako léčivá rostlina se pěstovala již v Římě a v antickém Řecku. Počátky jejího využívání jako technické plodiny jsou přibližně datovány 200 let nazpátek. Postupem času se z ní začal následně vyrábět cukr, líh i kávové náhražky (Hůla et al., 2008).

Jak uvádí Pulkrábek et al. (2007), řepa cukrová se pěstuje jako surovina pro výrobu cukru a poslední dobou se intenzivněji rozvíjí i její použití k výrobě palivového lihu. Význam cukrovky je mnohostranný. Využití nalézá v cukrovarnickém průmyslu, potažmo v průmyslovém zpracování produktů cukrovarnické výroby. Příkladem je výroba lihu z melasy. Dále se z ní ke krmným účelům využívá chrást, řízky a melasa. Řepa cukrová patří k energeticky nejvýnosnějším plodinám. Produkuje nejvíce sušiny a živin, předčí v tomto i obilí a brambory a přibližuje se jí jen kukuřice (Hamerník et al., 1960).

### 3.4.2 Chemické složení cukrové řepy

Chemické složení cukrovky chápeme jako soubor jednotlivých prvků, které řepa obsahuje. Z pohledu chemicko-technologického je to složení vztahující se k získávanému produktu. Dle hlediska chemicko-technologického rozdělujeme obsažené látky ze sklizených bulv na dřev a řepnou šťávu. Řepná dřev je soubor látek, které jsou ve vodě nerozpustné. Řepná šťáva tvoří zbytek poměru, což je voda a v ní rozpuštěné látky. Poměr obsahu řepné bulvy je 76 % vody k 24 % sušiny, podrobněji rozděleno viz tab. 2 (Chochola, 2010).

Tab. 2 Složení řepy dle chemického a hospodářského členění

Chemické složení řepy v %		Hospodářské produkty v % na řepu	
Voda	76	Rafináda	14,7
Sacharóza	17,3	Sušina řízku	4,5
Organické necukry	1,2	Sušina melasy	3,8
Popeloviny	0,5	Ztráty	1
Dřev	5		

Zdroj: Chochola, 2010

Řepná dřev se podílí cca 6 % na mase bulvy. Hlavní část tj. 70 – 90 % tvoří celulóza, pektinové látky a pentozany. Zbytková část je tvořena ligninem, rostlinnou bílkovinou a stopovým množstvím jiných organických látek, přibližně 4 % vodou nerozpustných organických kyselin. Obsah dřevě tvoří s cukernatostí přímou kladnou závislost (Rybáček, 1985).

Řepné šťávy, jak bylo uvedeno výše, je ve sklizených bulvách poměrem přibližně 76 % vody k 18 % vodou rozpustných látek. Obsahují sacharózu, tj. cukr. Veškeré ostatní rozpuštěné látky označujeme jako necukry.

Sacharóza v cukrové řepě dosahuje nejčastěji koncentrace v rozmezí 15 – 18 %, v maximu 20 – 22 %. Doprovodné látky z pohledu technologické jakosti cukrovky jsou zajímavé zejména ty, jež při extrakci sacharózy přejdou do surové šťávy, zvýší množství melasy a sníží tak její čistotu. Je tak negativně ovlivněna výtěžnost cukru (Jůzl a kol., 2000). Ztráty výtěžnosti u sacharózy mohou být ovlivněny i špatným seříznutím řepné bulvy. Nadsazený řez zapříčiní to, že se do získávané šťávy dostane velké množství melasotvorných látek. Řezem příliš hlubokým ztratíme ve skrojecích velké množství cukru (Pulkrábek et al., 2007).

### 3.4.3 Výnosové možnosti řepy cukrové

Pokud srovnáme cukrovou řepu s jinými plodinami, zjistíme, že se nevyznačuje autoregulační schopností. Vlastní je jí pouze kompenzační schopnost, jejímž vlivem průměrná hmotnost rostlin odpovídá určitému rozsahu plochy půdy, kterou mají rostliny k dispozici v průběhu růstu (Pulkrábek et al., 2007).

Tvorbu výnosů ovlivňuje celá řada faktorů. Z dostupných výsledků pokusů na polích v Německu má vliv stanoviště, tj. půdní a klimatické podmínky (vliv z 37 %). Hnojení N tvorbu výnosu ovlivní z 20 %, vliv odrůdy asi z 16 %, organizace porostu z 1 % a povětrnostní podmínky daného roku asi z 11 %.

Jak uvádí Rybáček (1985) ve své publikaci, výnos cukru z jednoho hektaru tvoří:

- počet bulev,
- průměrná hmotnost bulev,
- cukernatost, tj. průměrný obsah cukru v bulvě.

Potenciál výnosu cukrové řepy závisí na produkčním potenciálu stanoviště a na používaných intenzifikačních faktorech. K základním intenzifikačním faktorům, které ve významné míře ovlivňují zvýšení výnosu a technologickou jakost cukrovky, řadíme optimální výživu a hnojení, používání regulátorů růstu a také uvážené využití pesticidů (Urban et al., 2003).

Uvádí se, že řepa cukrová v dnešní době dosahuje větší než desetinásobný výnos cukru v porovnání s počátky svého pěstování. Cukr, který je vyprodukován i související vedlejší produkty, jsou cennými obnovitelnými surovinami pro potravinářství, fermentaci, při výrobě pohonných látek a mimo jiné i pro použití v chemii. Cukrovku však řadíme k nejnáročnějším plodinám se specifickými požadavky na opatření uplatněná při pěstování (Pulkrábek et al., 2007).

Výnosový potenciál cukrovky je dlouhodobě a pravidelně zvyšován díky úspěšnému šlechtění. Dochází ke zkoumání podmínek pro tvorbu výnosu a u nich se jeví, že tolik obávané klimatické změny spolu se zvýšenou koncentrací oxidu uhličitého řepě pěstované v Evropě spíše prospívají. Hledány jsou možnosti, jak úspěšně dosáhnout prodloužení

vegetační doby, jak omezit a zmírnit pro rostliny stres ze sucha. S ozimou řepou je spojováno skokové navýšení výnosového potenciálu. U ozimé řepy se očekává zvýšení výnosu o přibližně 26 % a také se očekává dřívější začátek sklizně a cukrovarnické kampaně přibližně o 6 - 8 týdnů. Pro současnou řepu je bohužel letální teplota -6 až -7 °C a je zapotřebí překonat u přezimujících řep jejich vybíhání. Toto jsou velké výzvy v oblasti výzkumu a šlechtění (Chochola a Pulkrábek, 2012).

Řepa cukrová je pro svůj vysoký růstový potenciál velmi výkonnou rostlinou řepařské výrobní oblasti. Stupeň účinnosti fotosyntézy, v porovnání s divoce rostoucími rostlinami, byl šlechtěním i pomocí moderních pěstitelských technologií zvýšen mnohonásobně. Energie vložená v souvislosti se zpracováním půdy, použitá při hnojení a ochraně rostlin, se následně vyplatí několikanásobně zvýšenou sklizní (Pulkrábek et al., 2011).

Je nutné zdůraznit, že navyšování produkce řepy cukrové by mělo jít ruku v ruce s komplexní péčí o půdní úrodnost, vycházet také z používání intenzivních odrůd, jež jsou tolerantní k významným chorobám a v neposlední řadě z vysoké intenzity konkrétních pěstitelských zásahů v technologii pěstování cukrové řepy (Urban et al., 2003).

#### **3.4.4 Zakládání porostu řepy cukrové**

K zakládání porostu cukrovky je dnes používán přesný výsev osiva na konečnou vzdálenost, tj. použití technologie bez ruční práce. Takovéto zakládání porostů vyžaduje nutnost velmi dobrých pozemků a stejná důležitost se přikládá i kvalitní přípravě půdy. Cíl je v dosažení kompletního porostu řepy, protože k tvorbě výnosu cukrové řepy je nejdůležitější podmínkou mít rovnoměrné obsazení stanoviště rostlin bez mezer a shluků. V současnosti se jeví optimálními hustější porosty oproti minulosti. Optimum je v rozmezí 95 000 až 100 000 rostlin s mezerovitostí do 3 – 5 % a shluky do 2 – 3 %.

Výsevní vzdálenosti cukrové řepy se odvíjejí s přihlédnutím k několika faktorům. Těmito faktory jsou kvalita použitého osiva s klíčivostí nad 90 % a připravenost stanoviště pro výsev. Na základě těchto kritérií se cukrovka vysévá ve vzdálenosti mezi 17 – 21 cm s meziřádkovou vzdáleností 45 cm (50 cm). V konečném důsledku to představuje výsevek na 1 ha 1,31 až 1,06 výsevních jednotek (Pulkrábek a kol., 2007).

V připravené půdě se hloubka výsevu pohybuje v rozmezí 25 mm až 30 mm. Výsev cukrovky ovlivňuje teplota půdy v hloubce setí a správná doba setí. Minimální teplota půdy

by měla být 5 °C. Správná doba setí cukrovky je v období 15. března až 20. dubna (Vaněk a kol., 2007).

Hloubku setí ovlivňuje předset'ová příprava půdy, výsevni technika, ale i pracovní rychlost sečky (Streit et al., 1993).

Poslední dobou nacházejí uplatnění sečky s elektropohonem. Jsou to stroje s nižší hmotností, ke kterým se agreguje slabší traktor. Dojde ke snížení zatížení plochy pozemku a efektem je i příznivější ekonomika setí.

Důležitá je u nových secích strojů i možnost zakládání tzv. kolejevých řádků, což jsou vynechávané řádky pro průjezd postřikovače. Jejich využití zatím není vysoké, ale je bezpochyby cestou k další úspoře a zintenzívnění produkce cukrové řepy.

K relativně novějším prvkům v zakládání porostů řepy cukrové je „hnojení pod patu“. Toto hnojení spočívá v aplikování granulovaného či tekutého hnojiva při výsevu za pomoci speciálních disků nebo radliček v secím stroji cukrovky a zapravení do půdy ve vzdálenosti cca 5 – 6 cm od řádku, do hloubky přibližně 10 cm. Klade si za cíl zvýšení výnosu či úsporu v hnojivu. Efektivita je zajištěna tím, že se hnojivo umístí do míst, kde je rostlinou při jejím počátečním růstu nejvíce zapotřebí (Pulkrábek a Urban, 2006).

Pro pozemky erozně ohrožené nebo pro společnosti hospodařící bez živočišné výroby, je doporučováno půdo-ochranné zpracování půdy za využití mulče strniskových meziplodin. Efekt, který se očekává od setí cukrové řepy do mulče z meziplodiny, je přispění k ochraně půd před větrnou i vodní erozí. Významným je i přínos technologie ke snížení rozsahu zhutňování půd v jarním období. Dalším z přínosů setí do mulče z vymrzající meziplodiny je snižování proplavování živin, hlavně dusíku, do podzemní vody v době, kdy by půda byla bez vegetačního pokrytí.

Tato technologie se používá zejména při pěstování cukrové řepy po obilninách. Pro setí se mohou použít speciální secí stroje, které zvládnou kvalitní založení porostu i u vyššího zastoupení biomasy meziplodin na povrchu půd společně s podpovrchovým uložením minerálního hnojiva (Brunotte et al., 1998).

### **3.4.5 Zásady výživy a hnojení řepy cukrové**

Cukrová řepa má velmi specifické nároky na výživu, potažmo na hnojení, kterým pěstitelé výživu usměrňují. Při vysokém výnosu biomasy odebírá cukrovka i veliké množství živin

z půdy. Příjem vyšší než nezbytně nutný, je však škodlivý. Jednak zhoršuje ekonomiku pěstování a zejména stěžuje zpracování na cukr. Hnojení je tedy o optimalizaci v nalezení nejlepší kombinace mezi příznivými a nežádoucími účinky hnojiv. V přístupu ke hnojení je velmi důležitá odpovědnost. Každé hnojení neovlivňuje jen hnojenou plodinu. Vytváří půdní zásobu živin, ovlivňuje následné plodiny v osevním sledu, ovlivňuje potravní řetězec v půdě. Hnojení ovlivňuje i kvalitu vod opouštějících pozemek a obecně ovlivňuje životní prostředí. Správný návod tedy nemůže vycházet jen z potřeb cukrové řepy, zrovna tak dobrou výživu cukrovky nezajistíme jen jejím přímým hnojením. Musíme si vytvářet podmínky celou škálou úkonů v hospodaření (Rybáček, 1985).

Cukrovka přijímá převážnou většinu živin z půdní zásoby. Předpokladem je tedy půdní prostředí s vyrovnaným vodním a vzdušným režimem, v němž může prokořenit profil alespoň do hloubky 60 cm. Výživa je předurčována základní agrotechnikou, kvalitou zpracování půdy, osevním sledem s organickým hnojením. Teprve při splnění těchto podmínek dochází k efektivnímu využívání zásoby živin a přímého hnojení. U utužených nebo zamokřených a jinak nevhodných půdních profilů, jsou běžné projevy poruch výživy, které žádné hnojení neodstraní.

Správné dávky hnojiv závisí na zásobě živin v půdě. Ta se určuje v různých stupních přesnosti pomocí agrochemických rozborů. Rozbory je vhodné doplňovat o vlastní zkušenosti agronoma z hospodaření na daném poli.

Zásoba dusíku se v půdě velmi rychle mění jak v průběhu roku, tak se většinou liší i pozemek od pozemku. Dusík má velmi silný vliv na výnos i jakost cukrovky. Nejlepší výsledky o stavu dává zásoba nitrátového dusíku v půdě v předjaří. V květnu a červnu dochází v půdách k procesu mineralizace organických látek. Ta se zvyšuje po víceletých pícninách a po organickém hnojení. Díky dlouholetým polním pokusům lze odhadnout při určitém postavení v osevním sledu, dávce organického hnojení a průměrných klimatických podmínkách mineralizaci a stanovit potřebnou dávku k dohnojení (Rybáček, 1985).

Správné používání hnojiv výrazně ovlivňuje kvalitu rostlinné produkce a s ní i výživu lidí a zvířat. Optimální výživa rostlin je jedním z předpokladů pro výnos i kvalitu produkce s dostatkem bílkovin, cukrů, tuků, vitamínů a přiměřeného obsahu minerálních látek v produktech, především fosforu, vápníku a hořčíku. Jak stupňované hnojení ovlivňuje cukrovou řepu, je uvedeno v tab. 3.

Tab. 3 Stupňování dávek N u cukrovky z pokusů VŠÚŘ Semčice

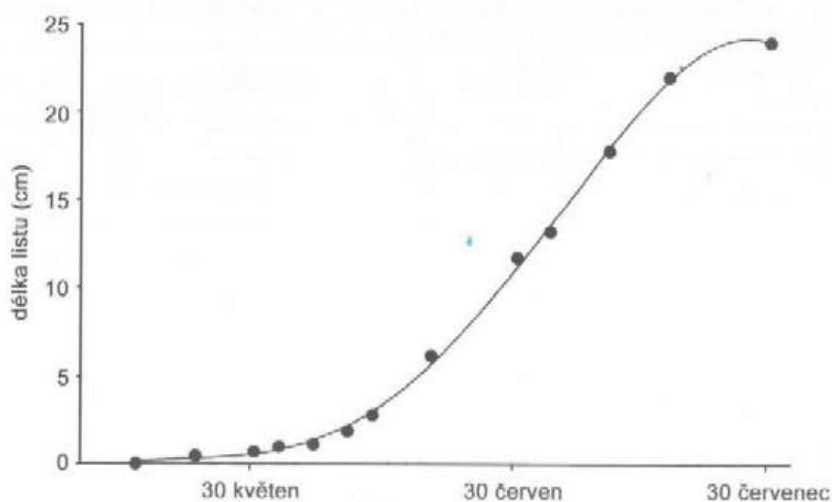
Sledovaný ukazatel	Jednotka	Dávka N (kg.ha <sup>-1</sup> )				
		0	60	120	180	240
Výnos chrástu	t.ha <sup>-1</sup>	32,6	41,1	46,4	55,1	57
Výnos bulev	t.ha <sup>-1</sup>	54,9	61,2	62,7	61,9	58,5
Cukernatost	%	17,5	17,5	17,1	16,9	16,2
Obsah K	mmol.100g <sup>-1</sup>	5,2	5,4	5,5	5,7	5,9
Obsah Na	mmol.100g <sup>-1</sup>	1,1	1,2	1,3	1,4	1,7
Obsah alfa-amino N	mmol.100g <sup>-1</sup>	23,4	28,8	29,2	38,3	50,2
Výtěžnost	%	15	14,8	14,4	14,1	13,2
Výnos cukru	t.ha <sup>-1</sup>	9,6	10,7	10,7	10,4	9,4
Výnos rafinády (bílého cukru)	t.ha <sup>-1</sup>	8,2	9,1	9	8,7	7,7

Zdroj: VŠÚŘ Semčice

Nejvyšší cukernatost, nejnižší obsah  $\alpha$ -aminodusíku a nejvyšší výtěžnost rafinády je dosažena bez dusíkatého hnojení. Protože však s přiměřeným dusíkatým hnojením roste výnos bulev, je třeba se v zájmu vysokého výnosu cukru s určitým poklesem cukernatosti smířit. Z uvedených hodnot je z hlediska výnosu i kvality dávka 60 kg N na ha dostačující. Vyšší dávky pak sice zvyšují výnos bulev, ale snižuje se cukernatost a výnos rafinády. Vyšší dávky N příznivě působí na výnos chrástu. Důležité je tedy zajištění podmínek vyvážené výživy rostlin, obsah živin a hnojení jen takovými dávkami hnojiv, především dusíkatými, které odpovídají produkci a daným podmínkám stanoviště.

V dávkách dusíku pro cukrovku můžeme vidět dvousečnou zbraň. Na jedné straně je nezbytnou podmínkou výnosu, na straně druhé je však jeho nežádoucí složkou. Nedostatek dusíku zapříčiňuje malou fotosyntetizující plochu listů a tím dojde k nevyužití fotosynteticky aktivního záření. Přebytek dusíku zase v rostlině posunuje biochemické procesy tak, že fotosynteticky vytvořené sacharidy se reutilizují na tvorbu katokyselin, jako akceptorů amonného dusíku. Fotosyntézou redukováný uhlík se stává stavební složkou aminokyselin a posléze bílkovin, místo aby se ukládal jako sacharóza. Listová růžice se zvětšuje jak v ploše, tak v hmotnosti, dochází k vzájemnému zastíňování listů a následně spodní patra listové růžice odumřou. Tím klesá fotosyntetický výkon plošné jednotky listů. Rostlina cukrovky přebytečný dusík nestihne zpracovat, hromadí se v ní jako nitrát a dusík, který sama nestihne přijmout, následně kontaminuje spodní vody (Chochola, 1988).

Také Draycott (2006) uvádí, že u cukrovky je nutné zajištění nezbytného minimálního množství N pro vytvoření dostatečné listové růžice od počátku vegetace, aby v další fázi následovalo období minimálního příjmu N, které působí příznivě na růst bulv a jejich cukernatost. Růst listů odčerpává v 1. polovině vegetace značné množství dusíku. Dostatečná listová plocha je základ pro intenzivní fotosyntetickou činnost a předpoklad pro vysoký obsah cukru v bulvě cukrovky. Pouhý počet listů na rostlině nebývá rozhodující, významná je jejich velikost a listová plocha. Pokud se rostlina stresuje nedostatkem dusíku, listy jsou malé a klesá plocha pro fotosyntézu. Přísun dusíku, který je rovnoměrný, má velký význam, protože jak dokládá graf na obr. 3, jednotlivé listy se vyvíjí a rostou poměrně dlouho.



Obr. 3 Růst a vývoj pátého pravého listu v průběhu vegetace (Draycott, 2006)

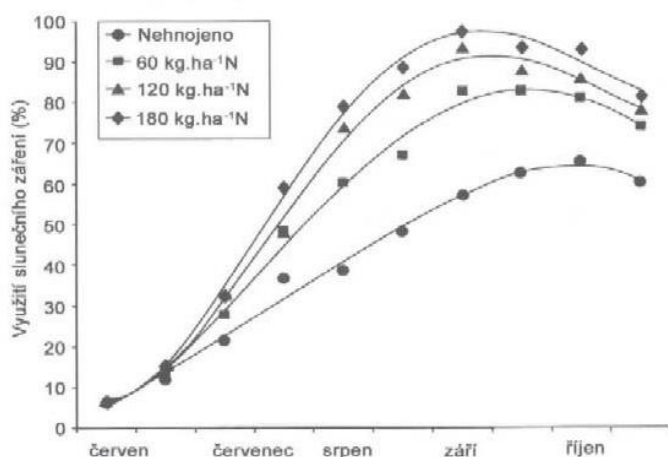
Účinky dusíku se mění i v průběhu ontogeneze. V počátku vegetace je rychlá výstavba listové růžice účelná a zajišťuje předpoklad vysokého výnosu. V létě a v období podzimu by však měla listová plocha mít ustálený rozsah, přebytek dusíku má vždy nepříznivý dopad na strukturu výnosu. Problém dusíku je tedy u cukrovky v tom, že je problémem vystihnout minimální skutečně nezbytné množství pro vytvoření dostatečné plochy listů a dále problémem poskytování tohoto množství v samém počátku vegetace, aby po fázi s intenzivním příjmem následovala fáze přísunu s příjmem minimálním. Vliv stupňovaného hnojení zachycuje tab. 3 uvedená výše.

Cukrovka je hluboce kořenící rostlinou a dusíkem se vyživuje z půdní vrstvy zhruba 0,6 - 1 metru. Ovlivnit tuto vrstvu jednorázovým hnojením není možné. S tvorbou zásoby dusíku je



třeba začít hned po sklizni předplodiny a ukončit zpravidla v začátku června vegetačního roku (Rybáček, 1985).

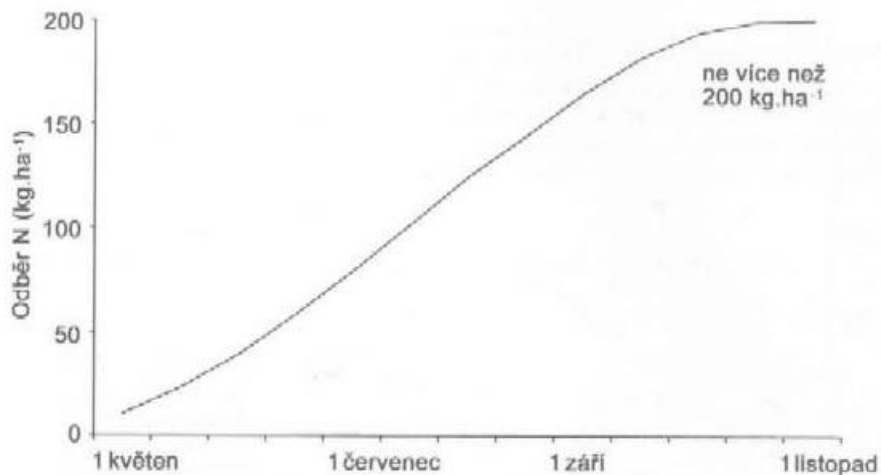
Pokud dávku dusíku zvolíme optimálně, zajistíme nárůst dostatečně velké listové plochy a tím se zvýší výkonnost rostliny a obsah cukru v kořeni cukrovky, jak je patrné z obr. 4 (Draycott, 2006).



Obr. 4 Vliv dávky dusíku na výkonnost rostliny (Draycott, 2006)

Důležité je správné zvolení dávky dusíku. Ta se může značně lišit. Dřívější zkušenosti z Anglie udávají dávku mezi 120 – 180 kg N.ha<sup>-1</sup>, současné poznatky o hnojení dusíkem jsou přehodnocovány směrem k nižším dávkám dusíku na ha.

Ve hnojení dusíkem a draslíkem je v západoevropských zemích s intenzívní výrobou řepy všeobecný trend k přehodnocování nároků cukrovky na tyto živiny a snižování hnojení při současném zvyšování výnosu polarizačního cukru z ha. Umožňují to lepší schopnosti nových odrůd cukrovky při využívání živin pro svůj růst. Toto souvisí i s klimatickými podmínkami – teplo a CO<sub>2</sub>. Svou roli hrají půdní podmínky. Vzhledem k vyšší intenzitě hnojení v Německu i Velké Británii než v České republice, lze předpokládat vyšší efekt staré půdní síly, který právě cukrovka dokáže velmi dobře využít (Draycott, 2006).

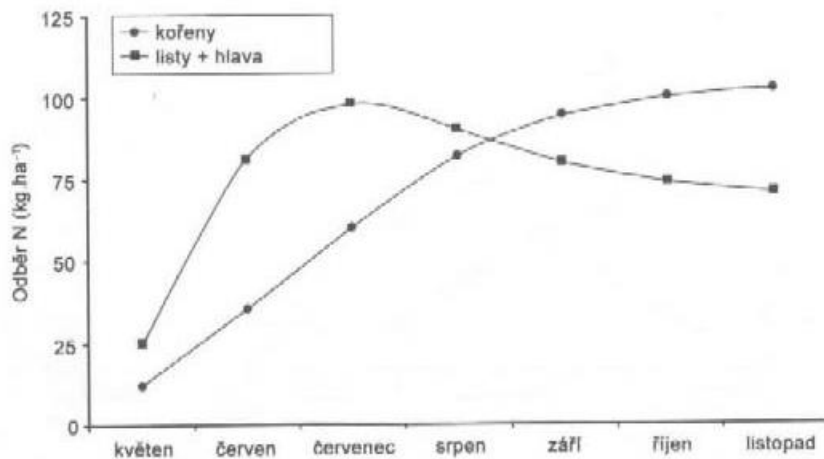


Obr. 5 Ideální odběr dusíku cukrovkou při vysokém výnosu a kvalitě bulev (Draycott, 2006)

Nezbytné množství N pro výnos kolem 8 – 10 t polarizačního cukru z ha (40 - 45 t chrástu a 50 - 60 t kořene) v podmínkách naší republiky, je proti západním státům vyšší a představuje asi 240 kg.ha<sup>-1</sup>. Složitost optimalizační dávky dusíku je závislá na přístupnosti zdrojů dusíku a zdroje N zase závisí na vlhkosti, teplotě a provzdušenosti půdy (Vaněk a kol., 2007).

Využívají se různé metody zjišťování obsahu nitrátového, amonného i nízkomolekulárního dusíku a údaje z nich poté slouží při stanovování prognóz dávek dusíku.

Během vegetačního cyklu u cukrovky odběr dusíku vykazuje různou dynamiku. Z výsledků studie ve Velké Británii plyne poznatek viz obr. 6, že od poloviny května do poloviny června porostu cukrovky významně roste odběr dusíku za den a může dosahovat až 5 kg N.ha<sup>-1</sup>. Příjmové rozpětí během května až října se pohybuje v intervalu 1,6 – 5,4 kg dusíku za den. Současně probíhající studie ve Francii při dosažení vysokého výnosu cukrovky vykazovala odběr dusíku v průběhu června na úrovni cca 3 kg.ha<sup>-1</sup>.den<sup>-1</sup>. Když dojde k plnému zakrytí řádků a zapojení porostu, dusík začne být redistribuován do kořene cukrovky. Postupně pak během vegetace příjem dusíku rostlinou klesá a v období srpna až do doby sklizně je jeho úroveň cca 1 kg N.ha<sup>-1</sup>.den<sup>-1</sup>, i při skutečnosti, že 80 % dusíku směřuje do kořene (Draycott, 2006).



Obr. 6 Odběr dusíku nadzemní částí rostliny a kořeny u cukrovky při vysokém výnosu (Draycott, 2006)

Z výše uvedených skutečností je patrné, že cílem dusíkaté výživy je podpořit raný vývoj rostlin. Příjem dusíku v prvních 30 dnech je celkově velmi malý a při větších srážkách v měsíci dubnu a v počátku měsíce května je možné na lehčích půdách jeho vyplavení do hlubších vrstev (60 - 90 cm). Toto může způsobit negativní vliv na nežádoucí zvýšení příjmu N v druhé vegetační fázi. To je období, kdy se cukrovka svým kořenem k tomuto vyplavenému dusíku dostane. Pro dosažení vyššího obsahu dusíku do blízkosti kořenového systému mladých rostlin se hnojí řepa cukrová do řádků při setí, tzv. hnojení „pod patu“ (Chochola a Pulkrábek, 2012).

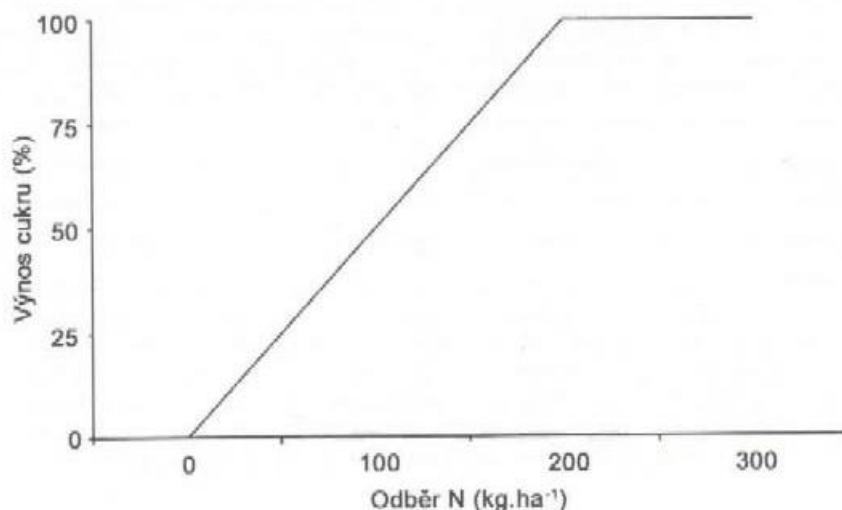
Vedle problému s dávkováním jsou u řepy cukrové významné problémy i s technologií hnojení, tj. kdy a jak hnojit. Pro tvorbu výnosu a kvality je nejvhodnější hnojit před setím. Amonný dusík však klíčící rostliny cukrovky poškozuje. Také zhutněné koleje snižují vzcháživost. Při kratším odstupu mezi hnojením a setím je důležité zvyšovat podíl nitrátové formy, případně aplikovat část potřebné dávky až po vzejití (Chochola, 1988).

Hnojení cukrovky dusíkem v červnu nebo později má za následek nejen snížení cukernatosti, ale i zvýšený obsah škodlivého dusíku ve formě aminokyselin, betainu či amidů, tj. látek, které působí silně melasotvorně. Pro tyto důvody hnojení N k cukrovce připadá na počátek března až do konce května. Pro vegetaci v pozdějším stádiu je žádoucí nižší odběr dusíku cukrovkou (Vaněk a kol., 2007).

Výživa cukrové řepy dusíkem není zajišťována jen hnojením. Významně ji ovlivňuje i fyzikální stav půdy. Její utužení na straně jedné omezuje prokořenění, na druhou stranu podstatně ovlivňuje rytmus mobilizace dusíku z organické hmoty (Pulkrábek et al., 2007).

Pro stanovení dávek aplikovaných při předseťové přípravě a během vegetace, je nutné provádět bilanci N vycházející z potřeby řepy cukrové pro dosah určitého výnosu u bulev s odpovídající cukernatostí (Pulkrábek a Urban, 2006).

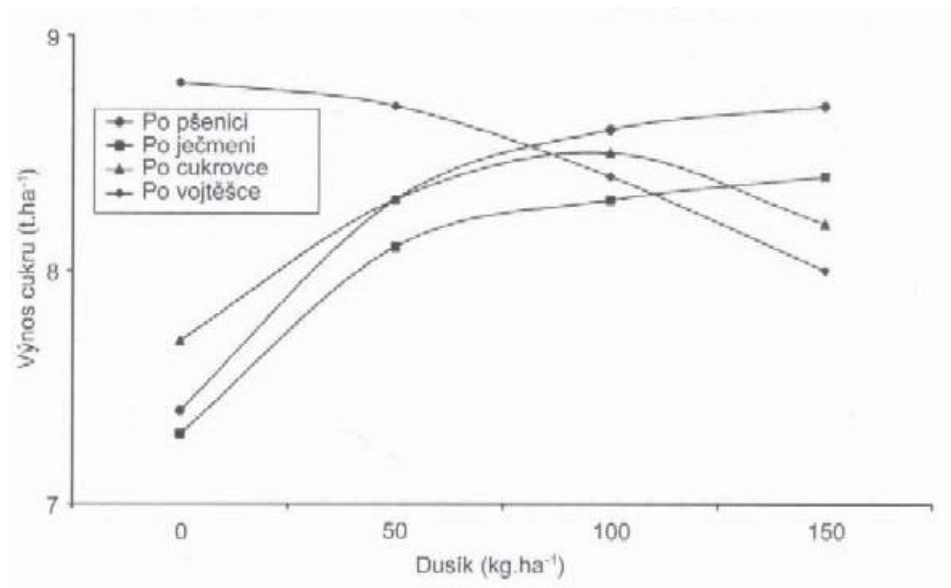
Podle zkušeností zemí západní Evropy se pohybuje celková potřeba dusíku potřebná na dosažení maxima výnosu cukru pod hranicí  $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  viz obr. 7 publikovaný Draycottem (2006).



Obr. 7 Vztah mezi odběrem dusíku při sklizni a výnosem cukrovky (Draycott, 2006)

Roli předplodin a jejich důležitost pro pěstování cukrovky a dosahování maximálních výnosů, viděl i Rybáček (1985).

Předplodina a její vliv spolu s půdními poměry stanoviště a především fyzikálně chemické a fyzikální vlastnosti půdy hrají významnou roli pro dosahování výnosů bulev s odpovídající cukernatostí. Toto je patrné z obr. 8 (Draycott, 2006).



Obr. 8 Vliv předplodiny na stanovení dávky dusíku s ohledem na výnos cukru (Draycott, 2006)

V podmínkách ČR se situace trochu liší a koresponduje s úrodností pozemku a s mírou intenzity hospodaření.

Výživa a hnojení cukrové řepy jsou významnými intenzifikačními faktory ovlivňující pěstování cukrovky. Je to kombinace krátkodobých i dlouhodobých efektů. Krátkodobé efekty zahrnují oblast dusíkatého hnojení a hnojení mikroelementy. Dlouhodobé efekty se týkají zejména půdní organické hmoty, půdní reakce a zásob fosforu, draslíku a manganu (Pulkrábek, Šroller, 1993).

Na půdách v řepářských oblastech, které mají dobrou sorpční schopnost, se v dřívější době využívalo hnojení fosforem a draslíkem jako předzásoba pro nadcházející osevní sled. V současnosti se základní hnojení často opomíjí a již nyní se projevuje na řadě stanovišť nižším výnosem. Hnojení dusíkem a mikroelementy se orientuje přímo na cukrovou řepu a díky vysokým nárokům na dodané množství a dynamiku odběru sebou nese určitá specifika. Efektivitu hnojení podmiňuje půdní prostředí s vyrovnaným vodním a vzdušným režimem, ovlivňuje ji vhodná základní agrotechnika, struktura pěstovaných plodin v osevních sledech a v neposlední řadě je to množství organické hmoty v půdě (Vaněk a kol., 2007).

Dávky živin pro cukrovku jsou určovány systémem založeným na analýzách půd, na operativním stanovování jarních zásob dusíku v půdách a na základě rozboru rostlin. Analýzy

půd se v minulosti prováděly metodami EUF, KVK nebo AZP. Také byla propagována metoda elektroultrafiltrace, která stanovila potřebu základního hnojení P, K, Ca a Mg, podzimního hnojení N a první prognózu potřeby jarního hnojení N (Pulkrábek, Šroller, 1993).

V současnosti ke stanovení celkových dávek dusíku můžeme vycházet z doporučení Pulkrábka a Šrollera (2003) viz tab. 4, kteří stanovují normativ dusíku podle sledu předplodin a hnojení hnojem. Dále zohledňují půdní poměry a průběh povětrnostních podmínek v podzimním období.

Tab. 4 Dávky dusíku ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) k cukrové řepě v průmyslových hnojivech

Osevní sled	Organické hnojení (ekv. $40\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	Výnos kořene ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )			
		35	40	45	50
Obilnina – obilnina - cukrovka	+	80	90	95	100
	-	110	120	125	130
Luskovina resp. okopanina – obilnina - cukrovka	+	60	70	75	80
	-	90	100	105	110
Jetelovina – obilnina - cukrovka	+	50	60	65	70
	-	80	90	95	100

Zdroj: Pulkrábek, Šroller, 2003

Příklady dalších korekcí dávek dusíku:

1. U velmi těžkých a utužených půd  $+ 20\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$
2. Pro průměrné roční teploty pod  $7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$   $+ 10\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$
3. Pro zimní srážky (listopad až březen) nad  $200\text{ mm}$   $+ 10\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$
4. Pro zaorávání chrástu v osevním postupu s  $25\%$ ,  
či vyšším zastoupení cukrovky  $- 20\text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$

Normativ se upraví na základě stanovení  $N_{\text{min}}$  v půdním profilu  $0 - 60\text{ cm}$  podle tab. 5 Pulkrábka a Šrollera (2003).

Tab. 5 Korekce normativu podle zásoby Nmin. v předjaří

Zásoba Nmin. v hloubce 0 – 60 cm v kg.ha <sup>-1</sup>	Korekce normativu
0 - 30	+ 40
31 - 50	+ 20
51 - 70	0
71 - 90	- 20
91 – 120	- 40
nad 120	- 60

Zdroj: Pulkrábek, Šroller, 2003

Názorné použití u příkladu, kdy cukrovka následuje v osevním postupu po obilovině, byla hnojena chlévským hnojem (40 t.ha<sup>-1</sup>), pěstována je na středně těžké půdě a při zajišťování vzorků na stanovení Nmin. byl zjištěný obsah v profilu 0 – 60 cm 150 kg N.ha<sup>-1</sup>. Plán pro výnos kořene je 50 t.ha<sup>-1</sup>.

Výpočet:

Potřeba dle tabulky odpovídající danému výnosu činí 100 kg N.ha<sup>-1</sup>, korekce na Nmin. – 60 kg N.

Výsledkem je dávka dusíku pro aplikaci ve výši 40 kg N.ha<sup>-1</sup>.

Podle Chocholy (2006) používá např. Opavský cukrovar na hnojení dusíkem normativ dle Řepářského institutu, který je velmi úsporný a s dávkami dusíku navrženými ještě v nižší hladině, viz tab. 6.

Tab. 6 Dávky dusíku ( $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) k cukrovce v průmyslových hnojivech

Osevní sled	Organické hnojení (ekv. $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )	Výnos kořene ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )			
		40	50	60	70
Obilnina – obilnina - cukrovka	+	75	80	85	90
	-	95	100	105	110
Luskovina resp. okopanina – obilnina - cukrovka	+	65	70	75	80
	-	85	90	95	100
Jetelovina – obilnina - cukrovka	+	55	60	65	70
	-	75	80	85	90

Zdroj: Chochola, 2006

Používání tohoto úsporného modelu je zvláště vhodné pro cukrovary, které vykupují řepu cukrovou na základě hodnot  $\alpha\text{N}$ , tj. škodlivého dusíku, jež tvoří důležitou a podstatnou část podílu melasotvorných látek v cukrovce (PCM).

Tento normativ upravíme opět podle stanoveného  $N_{\text{min}}$  v profilu půdy 0 – 60 cm podle rozšířené příložené tab. 7 autora Chocholy, kterou upravil Borovička.

Tab. 7 Korekce normativu podle zásoby  $N_{\text{min}}$  v předjaří

Zásoba $N_{\text{min}}$ v hloubce 0 – 60 cm v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	Korekce normativu
0 - 30	+ 40
31 - 40	+ 30
41 - 50	+ 20
51 - 60	+ 10
61 - 70	0
71 - 80	- 10
81 - 90	- 20
91 - 105	- 30
106 - 120	- 40
121 - 135	- 50
136 - 150	- 60

Zdroj: Chochola, upr. Borovička, 2006

Další korekce jsou shodné jako u tab. 5 Pulkrábka a Šrollera (2003) viz výše.



Ne vždy může být tento způsob stanovení dávky dusíku vyhovující. Proto lze využít i zjednodušené metody výpočtu dávky dusíku, při které stanovíme potřebu dusíku bilanční metodou. I pro tuto metodu počítáme s uvažovaným výnosem bulev, který by měl respektovat kvalitu stanoviště a místní možnosti. Optimální je vycházet z průměrných výnosů dosahovaných za přibližně 5 let zpátky. Při výpočtu celkové potřeby dusíku vyjdeme z odběrového normativu, který u cukrové řepy představuje na 1 tunu bulev včetně chrástu asi 4,4 kg N. Vynásobením plánovaného očekávaného výnosu touto hodnotou, získáme celkovou potřebu dusíku. Ta se sníží o množství N<sub>min.</sub> (kg.ha<sup>-1</sup>), které je obsaženo v profilu půdy 0 – 60 cm. Při využití tohoto způsobu výpočtu musíme také vyhodnotit připravenost pozemku pro cukrovku. Zjišťujeme tedy, zda bylo provedeno hnojení hnojem, zda proběhlo ošetření posklizňových zbytků dusíkatými hnojivy, musíme brát v potaz i to, o jakou půdu se jedná. Zda lehkou, střední nebo těžkou. Díky tomu eliminujeme možnost případné chybovosti v odběru vzorků a jejich analýze.

Toto si můžeme předvést na příkladu:

plánujeme výnos 50 t bulev.ha<sup>-1</sup>. Obsah dusíku v profilu 0-60 cm 150 kg.ha<sup>-1</sup>.

Výpočet provedeme takto:

plánovaný výnos 50 t x 4,4 odběrový normativ = 220 kg N.ha<sup>-1</sup>. Korekce na N<sub>min.</sub> 220 – 150 = 70 kg N.ha<sup>-1</sup>.

Celková dávka dusíku, kterou budeme k cukrové řepě aplikovat činí 70 kg.ha<sup>-1</sup>.

Pokud by nastala situace, že tato vypočítaná dávka přesáhne hodnotu 120 kg N.ha<sup>-1</sup>, hrozí tu nebezpečí, že dojde k posunu N do spodních vrstev a tím dojde ke zhoršení kvality kořene. Tuto hodnotu bychom neměli překračovat. Platí to zvláště u stanovišť, kde došlo ke hnojení statkovými hnojivy. Když máme k dispozici údaje o N<sub>min.</sub> v hloubce 60 – 90 cm, připočítáme tento údaj k celkové zásobě N<sub>min.</sub> pro výpočet dávky dusíku ke hnojení řepy cukrové. Jestliže tento údaj nemáme k dispozici, je dobré ubrat 10 – 20 kg na předpokládaný obsah dusíku v 60 – 90 cm hloubky a to zvláště u vyšších navrhovaných dávek.

Je vhodné si udělat plán sklizně, tj. které z námi obhospodařovaných pozemků budeme sklízet první tj. na začátku září a které budeme sklízet jako poslední tj. na konci října až listopadu. Podle délky vegetační doby musíme nastavit správně i výnos, protože rozdíl ve

výnosu u stejné odrůdy cukrovky při časně nebo pozdní sklizni může dělat například i 10 – 15 tun.

Vypočítanou dávku, pokud je vyšší, vhodně rozdělíme do dvou aplikací. První z aplikací provedeme před setím, následnou aplikaci pak provádíme v průběhu vegetace na list v období řádkování cukrovky. Tuto druhou aplikaci v pořadí musíme provést v nejzazším termínu do konce května, jinak se kvalita poklesne cukernatosti a zvednutou hodnotou PCM zhoršuje. Pokud je dávka zjištěná výpočtem menší, je vhodnější aplikace k vzešlému porostu jednorázově.

Při používání dusíkatých hnojiv před setím je nezbytně nutné respektovat formu N obsaženou v daném hnojivu. Dusíkatá hnojiva s amidickou formou nebo s amonnou formou dusíku aplikujeme v dostatečném časovém odstupu před vlastním setím, protože negativně působí na vzházení osiva.

Tab. 8 Odstup setí od dávky hnojení amidickým a amonným dusíkem

Dávka N kg.ha <sup>-1</sup>	Odstup setí (dny)	Pořadí hnojiv v intenzitě poškození cukrovky
30	3	močovina → DAM 390 → síran amonný →
60	12	dusičnan amonný → ledek amonný s vápencem
90	15	

Zdroj: Pulkrábek a Šroller, 2003

Nebezpečné poškození těmito formami N zvýší navíc nerovnoměrné aplikování hnojiv a pH půdy nad 7,0 nebo přítomnost přístupného vápníku. Obecně tedy močovina, DAM 390 a síran amonný při aplikovaných vyšších dávkách, by se použily na půdách s pH nad 7,0 a to alespoň 4 týdny před zasetím. Tuhá hnojiva vždy zapravujeme do půdy.

Pro aplikaci během růstu je používána spíše nitrátová forma dusíku. Pro cukrovou řepu má přihnojení během vegetační doby menší význam, protože je v půdách vysoká přirozená zásoba dusíku.

Pokud aplikujeme dusíkatá hnojiva na porost druhou dávkou N, vždy zohledníme stav porostu a to především jeho mezerovitost. Když je počet jedinců nižší než předpokládaných 80 – 100 tis., sníží se dávka dusíku za každý tisíc jedinců, kteří chybí, o přibližně 2 – 2,4 kg.

Vede to k úspoře dusíkatých hnojiv, podpoře cukernatosti a snížení podílu melasotvorných látek.

V průběhu období vegetace můžeme zpozorovat u cukrovky, že trpí nedostatkem dusíku. Výskyt není plošný a může být způsoben nesprávným zaoráním posklizňových zbytků nebo chybným rozmetáním použitých dusíkatých hnojiv. Deficit se může objevit také v období sucha. Tady se nabízí řešení nízkoprocentními roztoky dusíkatých hnojiv 3 – 5 %, které výživný stav mohou vylepšit. Aplikace tuhých hnojiv je spojena s menší kvalitou cukrovky a nedoporučuje se. Prokypření půdní vrstvy zlepší mineralizaci organických látek a uvolní tak rostlinám značné množství dusíku. Rovněž zlepší hospodaření s půdní vláhou při zasakování srážek a je i menší výpar. Z tohoto důvodu můžeme považovat plečkování za přihnojování dusíkem.

Zavádění nových produktů pro využívání v oblasti výživy rostlin – dusíkaté hnojivo UREA<sup>stabil</sup> tj. močovina s inhibítorem ureázy a pomocný přípravek StabilureN – přineslo v mnoha směrech nový pohled na výživu N. Naučené paušální zvyklosti tak v mnoha případech nejsou tím nejlepším řešením.

Močovina v hnojivu UREA<sup>stabil</sup> se na stanovišti díky působení inhibítora ureázy jen pomalu rozkládá. Neprojevuje se nepříznivým vlivem na klíčení a vzcházení rostlin. Nerozložená močovina se velmi dobře pohybuje v půdě a díky srážkám se vyrovná její koncentrace v půdním profilu a klesne koncentrace dusíku v bezprostřední blízkosti osiva. Toto umožňuje aplikaci větších dávek hnojiva UREA<sup>stabil</sup> k osivu. Takto zakládané porosty mají vyšší odolnost ke stresu, například v době sucha a lépe využijí živiny z půd (Anon, 2011).

### **3.4.6 Nedostatečná výživa dusíkem**

Dusík v cévním systému rostlin je přemísťován zejména ve formě aminokyselin a dusičnanů. Zásobením mladých listů aminokyselinami musí být až do dosažení jejich plné zralosti (Noctor et al., 2002).

Síla metabolismu dusíku a zvláště rychlost biosyntézy bílkovin rozhoduje o směru toku dusíkatých sloučenin do různých částí rostlin. Pokud je v rostlině nedostatek dusíku, nastane proteolýza ve starších částech rostliny a z nich je dusík transportován do mladších listů a k podpoře tvorby semen (Hörtensteiner a Keller, 2002).

Proces proteolýzy zapříčiní zmenšení chloroplastů a snižování obsahu chlorofylu. Z tohoto důvodu je prvním příznakem rostlin při nedostatku dusíku žloutnutí starých listů. Pokud je nedostatek dusíku silný, list odumírá a opadne (Wang et al., 2000).

Mimo vizuálních příznaků zjistíme nedostatek dusíku objektivněji a hlavně časněji chemickým rozbořením rostlin (Zehnálek a kol., 2006).

## 4 Materiál a metody

Pokusy byly založeny ve Výzkumné stanici FAPPZ ČZU Praha v Červeném Újezdě. Pěstitelská technologie probíhala dle zásad pěstování cukrové řepy v zemědělské praxi, tzn. podzimní příprava půdy, hnojení PK, předseťová příprava, organizace porostu atd. Optimální hustota porostu byla upravena jednocením a okopávkou na 100 000 ks.ha<sup>-1</sup>. Velikost jedné parcely (varianty) byla 12 m<sup>2</sup>. Každá varianta měla čtyři opakování.

### 4.1 Charakteristika pokusného stanoviště

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

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

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

Červený Újezd spadá do klimatického regionu mírně teplého, suchého. Průměrná roční teplota vzduchu činí 7,7 °C a průměrný roční úhrn srážek je 549 mm (standardní klimatologický normál 1961-1990). Za teplý půlrok (1. 4. – 30. 9.) je na tomto stanovišti průměrná teplota 13,9 °C a průměrný úhrn srážek 361 mm. Průměrná teplota vzduchu za chladný půlrok (1. 10. – 31. 3.) je 1,5 °C a průměrný úhrn srážek 188 mm. První mrazivý den se dostavuje v průměru 11. října. Na jaře se vyskytují mrazíky ojediněle koncem dubna.

## 4.2 Metodika řešení

V realizovaném pokusu byl sledován vliv dusíkatých hnojiv na výnos a jakost cukrové řepy. Do pokusu byla zařazena dusíkatá hnojiva ALZON, ENSIN ve variantách s aplikací listových hnojiv a bez aplikace listových hnojiv, dále kombinace NPK + DASA + DAM a do kontrolní varianty bylo použito hnojivo LAD.

Sklizeň probíhala ručně. Při sklizni se na každé parcele zjišťovala hmotnost bulev, chrástu, počet rostlin. Dále se při sklizni odebíraly z jednotlivých parcel vzorky pro technologický rozbor (stanovení cukernatosti, obsahu  $\alpha$ -aminodusíku, draslíku a sodíku). Stanovení těchto kvalitativních ukazatelů se realizovalo ve spolupráci s laboratoří společnosti Syngenta Czech s. r. o. Na základě získaných výsledků z těchto ukazatelů byl vypočítán výnos polarizačního cukru, teoretická výtěžnost, výnos bílého cukru a výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost.

Přehled sledovaných parametrů

a) výnos bulev ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

b) výnos chrástu ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ )

c) cukernatost (%)

d) obsah  $\alpha$ -aminodusíku ( $\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ )

e) obsah draslíku ( $\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ )

f) obsah sodíku ( $\text{mmol} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ )

g) výnos polarizačního cukru ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) =  $\text{výnos bulev} \times \text{cukernatost} / 100$

h) teoretická výtěžnost (%) =  $\text{cukernatost} - (0,343 \times K + 0,343 \times Na + 0,094 \times \alpha\text{-aminoN} + 0,29)$ ; dle Reinefelda a IIRB

i) výnos bílého cukru ( $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) =  $\text{výnos bulev} \times \text{teoretická výtěžnost} / 100$

j) výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost =

[ $\text{výnos bulev} \times (\text{cukernatost} - 2,7) / 13,3$ ]

#### 4.2.1 Varianty pokusu

Tab. 9 Varianty pokusu

Varianta		Dávka
1.	Kontrola (LAD + LAD)	<b>60 kg N + 60 kg N</b>
2.	NPK (10-10-10) + DASA + DAM	<b>20 kg N + 60 kg N + 40 kg N</b>
3.	ENSIN	<b>120 kg N</b>
4.	ALZON	<b>120 kg N</b>
5.	ENSIN – bez listových hnojiv	<b>120 kg N</b>

#### 4.2.2 Přehled pracovních operací

##### 4.2.2.1 Pěstitelská technologie 2013

Tab. 10 Pěstitelská technologie 2013

Pracovní operace	Termín aplikace
Setí pokusu	16.4.2013
Hnojení (LAD 60 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 1	16.4.2013
Hnojení (NPK 10-10-10, 20 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 2	16.4.2013
Hnojení (ENSIN 120 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 3	16.4.2013
Hnojení (ALZON 120 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 4	16.4.2013
Hnojení (ENSIN 120 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 5	16.4.2013
T1 – herbicidní aplikace	30.4.2013
Aplikace graminicidu	5.5.2013
T2 – herbicidní aplikace	9.5.2013
Úprava hustoty porostu jednocením	22.5.2013
T3 – herbicidní aplikace	23.5.2013
Přihnojení pokusu (LAD 60 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 1	29.5.2013
Přihnojení pokusu (DASA 60 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 2	29.5.2013
Přihnojení pokusu (DAM 40 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 2	11.6.2013
T4 – herbicidní aplikace	12.6.2013
Aplikace listového hnojiva – Fertigreen Kombi (5 l.ha <sup>-1</sup> )	18.6.2013
Aplikace listového hnojiva – Borosan Forte (3 l.ha <sup>-1</sup> )	2.7.2013
Aplikace listového hnojiva – SK sol (5 l.ha <sup>-1</sup> )	15.7.2013
Aplikace listového hnojiva – Molysol (2 l.ha <sup>-1</sup> )	25.7.2013
Ruční sklizeň pokusu	8.10.2013

#### 4.2.2.2 Pěstitelská technologie 2014

Tab. 11 Pěstitelská technologie 2014

Pracovní operace	Termín aplikace
Setí pokusu	1.4.2014
Hnojení (LAD 60 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 1	1.4.2014
Hnojení (NPK 10-10-10, 20 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 2	1.4.2014
Hnojení (ENSIN 120 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 3	1.4.2014
Hnojení (ALZON 120 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 4	1.4.2014
Hnojení (ENSIN 120 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 5	1.4.2014
T1 – herbicidní aplikace	25.4.2014
T2 – herbicidní aplikace	7.5.2014
Úprava hustoty porostu jednocením	14.5.2014
T3 – herbicidní aplikace	4.6.2014
Přihnojení pokusu (LAD 60 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 1	3.6.2014
Přihnojení pokusu (DASA 60 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 2	3.6.2014
Přihnojení pokusu (DAM 40 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 2	20.6.2014
T4 – herbicidní aplikace	23.6.2014
Aplikace listového hnojiva – Fertigreen Kombi (5 l.ha <sup>-1</sup> )	11.6.2014
Aplikace listového hnojiva – Borosan Forte (3 l.ha <sup>-1</sup> )	18.6.2014
Aplikace listového hnojiva – SK sol (5 l.ha <sup>-1</sup> )	14.7.2014
Aplikace listového hnojiva – MolySol (2 l.ha <sup>-1</sup> )	23.7.2014
Aplikace fungicidu – Tango Super (1 l.ha <sup>-1</sup> )	7.8.2014
Ruční sklizeň pokusu	7.10.2014

#### 4.2.2.3 Pěstitelská technologie 2015

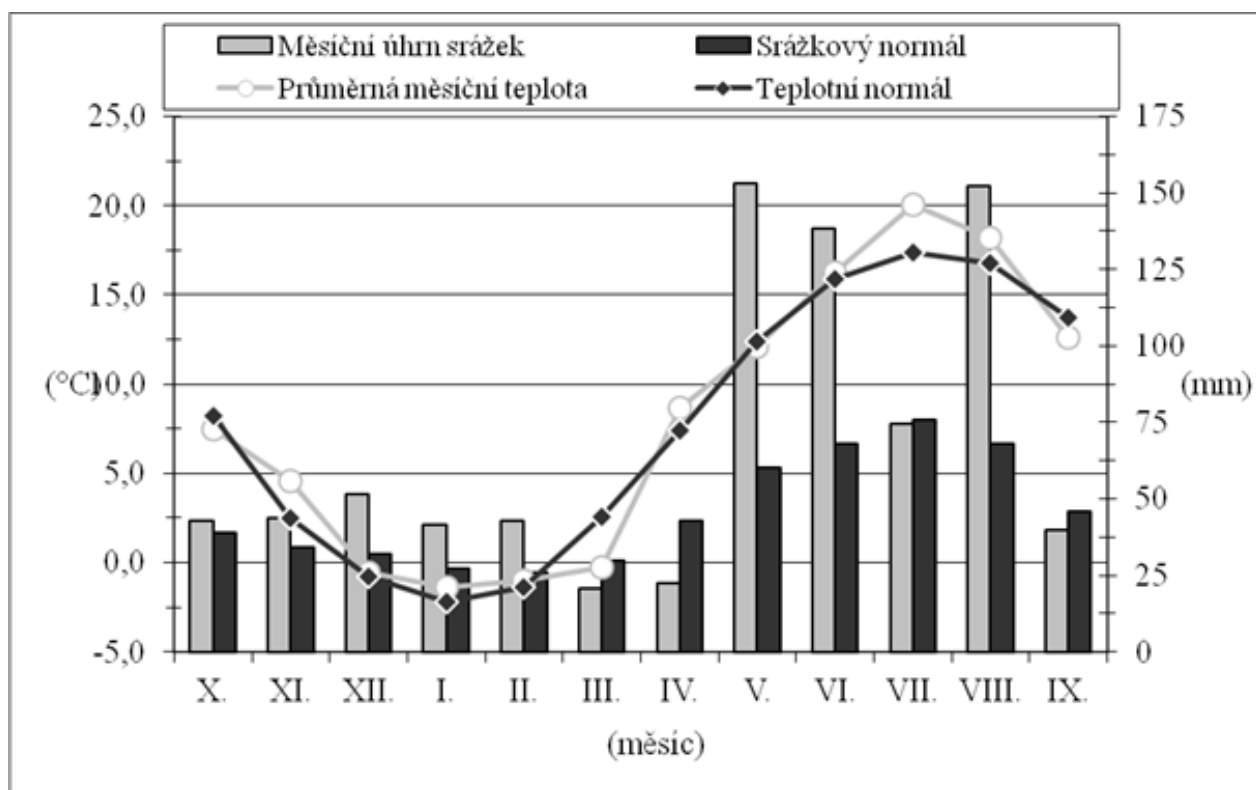
Tab. 12 Pěstitelská technologie 2015

Pracovní operace	Termín aplikace
Setí pokusu	26.3.2015
Hnojení (LAD 60 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 1	26.3.2015
Hnojení (NPK 10-10-10, 20 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 2	26.3.2015
Hnojení (ENSIN 120 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 3	26.3.2015
Hnojení (ALZON 120 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 4	26.3.2015
Hnojení (ENSIN 120 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 5	26.3.2015
T1 – herbicidní aplikace	30.4.2015
T2 – herbicidní aplikace	18.5.2015
Úprava hustoty porostu jednocením	21.5.2015
T3 – herbicidní aplikace	5.6.2015
Přihnojení pokusu (LAD 60 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 1	3.6.2015
Přihnojení pokusu (DASA 60 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 2	3.6.2015
Přihnojení pokusu (DAM 40 kg N.ha <sup>-1</sup> ) – varianta 2	25.6.2015
Aplikace listového hnojiva – Fertigreen Kombi (5 l.ha <sup>-1</sup> )	17.6.2015
Aplikace listového hnojiva – Borosan Forte (3 l.ha <sup>-1</sup> )	25.6.2015
Aplikace listového hnojiva – SK sol (5 l.ha <sup>-1</sup> )	21.7.2015
Aplikace listového hnojiva – Molysol (2 l.ha <sup>-1</sup> )	31.7.2015
Ruční sklizeň pokusu	21.10.2015



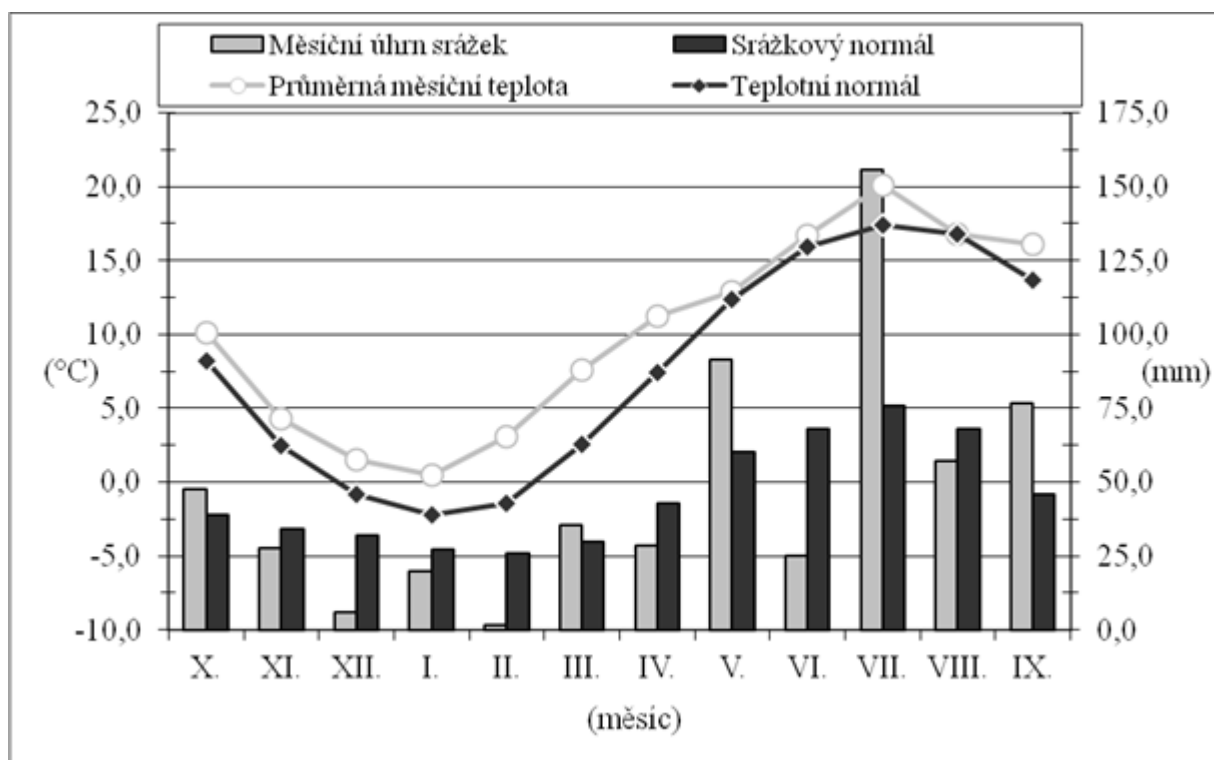
## 4.3 Charakteristika počasí

### 4.3.1 Agrometeorologický rok 2012/2013



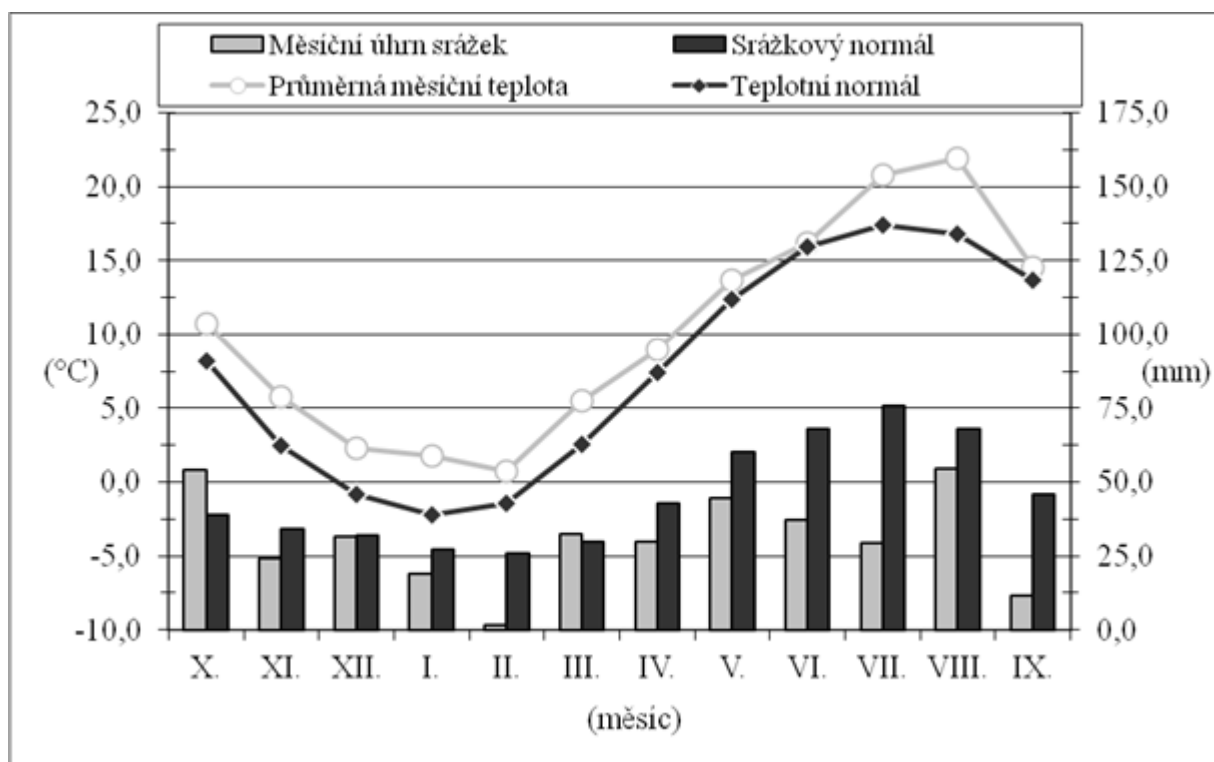
Agrometeorologický rok 2012/2013	Hodnocení			
	$\Delta t$	teplotní	%	srážkové
Říjen	-0,7	Normální	109	Normální
Listopad	2,0	Silně nadnormální	128	Normální
Prosinec	0,2	Normální	161	Nadnormální
Leden	0,8	Normální	153	Nadnormální
Únor	0,4	Normální	165	Nadnormální
Březen	-2,9	Podnormální	69	Normální
<b>Chladný půlrok</b>	<b>0,0</b>	<b>Normální</b>	<b>129</b>	<b>Nadnormální</b>
Duben	1,3	Normální	52	Podnormální
Květen	-0,3	Normální	255	Mimořádně nadnormální
Červen	0,4	Normální	204	Silně nadnormální
Červenec	2,7	Mimořádně nadnormální	98	Normální
Srpen	1,4	Nadnormální	224	Mimořádně nadnormální
Září	-1,1	Podnormální	86	Normální
<b>Teplý půlrok</b>	<b>0,7</b>	<b>Nadnormální</b>	<b>161</b>	<b>Mimořádně nadnormál.</b>
<b>AMT rok</b>	<b>0,4</b>	<b>Normální</b>	<b>150</b>	<b>Mimořádně nadnormální</b>

### 4.3.2 Agrometeorologický rok 2013/2014



Agrometeorologický rok 2013/2014	Hodnocení			
	$\Delta t$	teplotní	%	srážkové
Říjen	1,9	Nadnormální	122	Normální
Listopad	1,8	Silně nadnormální	81	Normální
Prosinec	2,3	Nadnormální	19	Mimořádně podnormální
Leden	2,7	Nadnormální	73	Normální
Únor	4,4	Mimořádně nadnormální	7	Mimořádně podnormální
Březen	5,0	Mimořádně nadnormální	118	Normální
<b>Chladný půlrok</b>	<b>3,0</b>	<b>Mimořádně nadnormál.</b>	<b>73</b>	<b>Normální</b>
Duben	3,8	Mimořádně nadnormální	66	Normální
Květen	0,5	Normální	153	Nadnormální
Červen	0,8	Normální	37	Silně podnormální
Červenec	2,7	Mimořádně nadnormální	205	Silně nadnormální
Srpen	0,0	Normální	84	Normální
Září	2,4	Silně nadnormální	167	Nadnormální
<b>Teplý půlrok</b>	<b>1,7</b>	<b>Mimořádně nadnormál.</b>	<b>120</b>	<b>Normální</b>
<b>AMT rok</b>	<b>2,4</b>	<b>Mimořádně nadnormální</b>	<b>104</b>	<b>Normální</b>

### 4.3.3 Agrometeorologický rok 2014/2015



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

## 4.4 Charakteristika odrůdy Gellert

Gellert je diploidní odrůda, tolerantní k rizománii, NC typu.

Odrůda je odolná proti vybíhání do květu, méně odolná proti napadení komplexem listových skvrnitostí.

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

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

Odrůda je vhodná k rané sklizni.

## 4.5 Charakteristika použitých hnojiv

### 4.5.1 LAD

LAD 27 je dusíkaté granulované hnojivo obsahující směs dusičnanu amonného a jemně mletého vápence. Obsah živin: celkový dusík (N) 27 % hm., dusičnanový dusík 13,5 % hm., amonný dusík 13,5 % hm., oxid hořečnatý (MgO) celkový 4,1 % hm., vodorozpustný oxid hořečnatý (MgO) 1 % hm.

Toto dusíkaté hnojivo s kombinací amonného a dusičnanového dusíku je vhodné použít na základní hnojení, na hnojení před setbou a výsadbou a rovněž v době vegetace.

Hnojivo obsahuje asi 2 % hm vodorozpustného vápníku vyjádřen ve formě oxidu jako CaO.

### 4.5.2 DASA

DASA 26/13 je granulované dusíkaté hnojivo s obsahem síry. Obsahuje síran amonný s dusičnanem amonným. Obsah živin: celkový dusík (N) 26 % hm., amonný dusík 18,5 % hm., dusičnanový dusík 7,5 % hm., síra (S) vodorozpustná 13 % hm.

Dusíkaté hnojivo s vyšším obsahem síry je vhodné použít na základní hnojení nebo k přihnojení během vegetace.

### 4.5.3 DAM

DAM 390 je dusíkaté kapalné hnojivo, obsahující 30 % dusíku, z toho  $\frac{1}{4}$  ve formě amonné,  $\frac{1}{4}$  ve formě dusičnanové a  $\frac{1}{2}$  ve formě amidické. Tvoří jej roztok dusičnanu amonného a močoviny. Množství 100 litrů obsahuje 39 kg N. Při 25 °C má hustotu 1300 kg/m<sup>3</sup>. Vysolovací teplota je - 10 °C.

DAM 390 je možno použít k základnímu hnojení, k přihnojování během vegetace, k přípravě široké palety NPK suspenzí. Toto hnojivo vhodně zapadá i do systému předzásobního hnojení fosforem a draslíkem.

### 4.5.4 ENSIN

ENSIN je hnojivo, které je získáváno chemickou reakcí dusičnanu amonného se síranem amonným a přidáváním inhibitorů nitrifikace. Obsah živin: celkový dusík (N) 26 % hm., amonný dusík 18,5 % hm., dusičnanový dusík 7,5 % hm., síra (S) vodorozpustná 13 % hm., Dikyandiamid (DCD) + 1, 2, 4 triazol (TZ); DCD:TZ = 10:1; 0,37 – 0,74 % hm.

Dusíkaté hnojivo s vyšším obsahem síry a inhibitory nitrifikace DCD a TZ, inhibují biologickou oxidaci čpavkového dusíku na dusičnanový dusík v půdě.

Hnojivo je vhodné pro základní hnojení i pro přihnojování během vegetace.

### 4.5.5 ALZON

ALZON 46 je dusíkaté hnojivo s deklarovaným obsahem celkového dusíku jako močoviny N v 46 %, biuret max. 1,2 %.

Močovina je koncentrované dusíkaté hnojivo určené k základnímu hnojení před setím či výsadbou a k hnojení v průběhu vegetace.

Hnojivo obsahuje inhibitory nitrifikace (1H – 1, 2, 4 triazol). Hnojivo snižuje vyplavování dusičnanového dusíku v půdě do podzemních vod.

## 4.6 Zpracování výsledků

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

### Analýza rozptylu

K vyhodnocení výsledků byla použita vícefaktorová analýza či jednofaktorová analýza rozptylu (Multifactor Analysis of Variance, One-Way Analysis of Variance). Pro podrobnější

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

## 5 Výsledky

Zpracované výsledky a celková zhodnocení sledovaných ukazatelů a parametrů se týkají založených polních maloparcelkových pokusů s hnojivy LAD, NPK, DASA, DAM, ENSIN a ALZON, aplikovaných u cukrové řepy v průběhu tří pokusných let 2013, 2014 a 2015. Výnosové ukazatele i kvalitativní parametry byly získány jako průměrné hodnoty čtyř opakování. Zhodnocení výsledků proběhlo jako průměr sledovaných parametrů za tři roky a zároveň proběhlo porovnání výsledků dosahovaných v jednotlivých letech v konkrétních variantách pokusu s vazbou na kontrolní variantu.

### 5.1 Hodnocení výnosových ukazatelů řepy cukrové

Výnosovými ukazateli řepy cukrové jsou výnos bulev, výnos chrástu, výnos polarizačního cukru, výnos bílého cukru a výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost.

#### 5.1.1 Hodnocení výnosu bulev

Nejvyššího výnosu bulev bylo ve sledovaných letech dosaženo v roce 2014, kdy se hodnoty ve všech variantách pokusu pohybovaly nad  $100 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , konkrétně v rozmezí  $103,2 - 108,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nejvyššího výnosu dosáhla kontrolní varianta č. 3 ENSIN ( $120 \text{ kg N}$ )  $108,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nejnižšího výnosu bulev bylo za sledované období dosaženo v roce 2015, kdy se hodnoty všech variant dostaly na zhruba polovinu roku 2014 a pohybovaly se mírně nad hranicí  $50 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Konkrétní hodnoty byly v rozmezí  $50,7 - 54,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Dle meteorologických dat se jednalo o velmi suchý rok a ovlivnil tak velmi výrazně výnos bulev. V průměru

sledovaných let 2013 - 2015 bylo u výnosu bulev v jednotlivých variantách dosahováno hodnot v rozmezí 81,7 – 84,1 t.ha<sup>-1</sup>. Z údajů průměrných hodnot za sledované období byla při hodnocení výnosu bulev nejvýnosnější varianta č. 3 ENSIN (120 kg N) s hodnotou 84,1 t.ha<sup>-1</sup>, s nárůstem 2,6 % oproti kontrolní variantě. Variantou s nejnižším průměrem výnosu bulev byla varianta č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv s hodnotou 81,7 t.ha<sup>-1</sup>, s poklesem o 0,3 % ke kontrolní variantě. Rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. Kontrolní varianta vykazovala stejné výkyvy v hodnotách jako ostatní varianty.

V roce 2013 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejlepšího výsledku mezi variantami, konkrétně 90,9 t.ha<sup>-1</sup>. Nejnižší výnos v roce 2013 byl u varianty č. 4 ALZON (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 87,3 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 3,9 % méně oproti kontrolní variantě.

V roce 2014 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, naopak nejhoršího výsledku mezi variantami, konkrétně 103,2 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší výnos v roce 2014 byl u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 108,9 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 5,5 % více oproti kontrolní variantě.

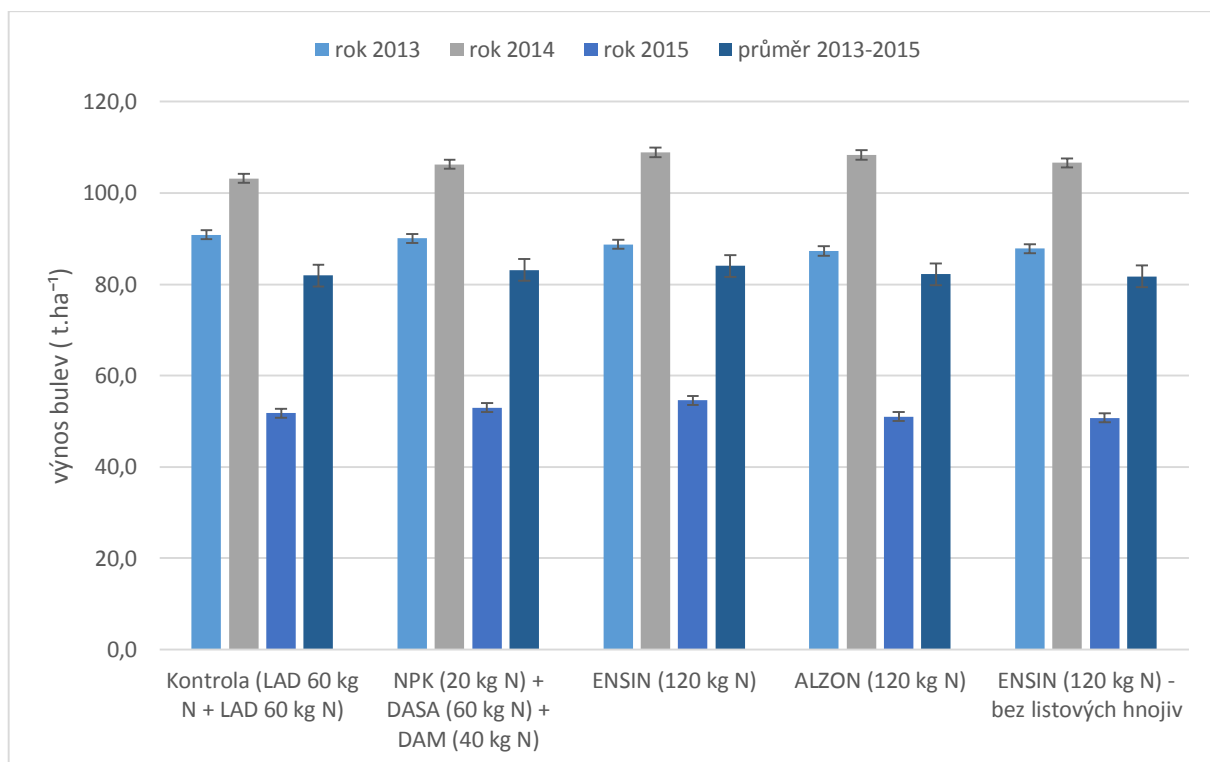
V roce 2015 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, také nejhoršího výsledku mezi variantami, konkrétně 51,8 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší výnos v roce 2015 byl u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 54,5 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 5,4 % více oproti kontrolní variantě.

Obsah hodnoceného ukazatele je shrnut v příložené tab. 13 a následně data převedena do grafu 1.

Tab. 13 Výnos bulev (t.ha<sup>-1</sup>)

Varianta	Výnos bulev							
	2013		2014		2015		průměr let 2013-2015	
	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%
1. <b>Kontrola</b> (LAD 60 kg N + LAD 60 kg N)	90,9 a	100,0	103,2 a	100,0	51,8 a	100,0	82,0 a	100,0
2. <b>NPK</b> (20 kg N) + <b>DASA</b> (60 kg N) + <b>DAM</b> (40 kg N)	90,1 a	99,1	106,3 a	103,0	53,0 a	102,3	83,1 a	101,4
3. <b>ENSIN</b> (120 kg N)	88,7 a	97,7	108,9 a	105,5	54,5 a	105,4	84,1 a	102,6
4. <b>ALZON</b> (120 kg N)	87,3 a	96,1	108,3 a	105,0	51,0 a	98,6	82,2 a	100,3
5. <b>ENSIN</b> (120 kg N) - bez listových hnojiv	87,8 a	96,6	106,6 a	103,3	50,7 a	98,0	81,7 a	99,7
F-test	1,95		0,57		0,73		0,66	
p (α)	0,1547		0,6905		0,5827		0,6237	
d <sub>αmin.</sub>	4,71066		12,9783		8,02495		4,76828	

Graf 1 Výnos bulev (t.ha<sup>-1</sup>)



### 5.1.2 Hodnocení výnosu chrástu

Nejvyššího výnosu chrástu bylo ve sledovaných letech 2013 - 2015 dosaženo v roce 2013, kdy se hodnoty ve variantách pokusu pohybovaly v rozmezí 38,5 -54,5 t.ha<sup>-1</sup>. Nejnižšího



výnosu bylo dosaženo v roce 2015, kdy se hodnoty všech variant dostaly pod úroveň více než poloviny výnosu roku 2013 i roku 2014 a pohybovaly se v rozmezí 16,3 – 19,3 t.ha<sup>-1</sup>. U kontrolní varianty byla zjištěná hodnota až o 2/3 nižší oproti hodnotám let 2014 i 2013. Dle meteorologických dat se jednalo o velmi suchý rok. V průměru sledovaných let 2013 - 2015 bylo u výnosu chrástu v jednotlivých variantách dosahováno hodnot v rozmezí 37,4 – 41,8 t.ha<sup>-1</sup>. Rozdíly mezi variantou č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) a variantou č. 4 ALZON (120 kg N) byly statisticky průkazné. Kontrolní varianta vykazovala stejné výkyvy v hodnotách ve sledovaném období 2013 - 2015 jako ostatní varianty.

V roce 2013 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, druhého nejlepšího výsledku mezi variantami, konkrétně 51,3 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší výnos v roce 2013 byl dosažen u varianty č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N), kde hodnota dosahovala 54,5 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 6,2 % více oproti kontrolní variantě. Nejnižší výnos v roce 2013 byl u varianty č. 4 ALZON (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 38,5 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 25,1 % méně oproti kontrolní variantě.

V roce 2014 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně 48,7 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší výnos chrástu v roce 2014 byl u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 52,9 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 8,7 % více oproti kontrolní variantě. Nejnižší výnos v roce 2014 byl zaznamenán u varianty č. 4 ALZON (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 46,7 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 4 % méně oproti kontrolní variantě.

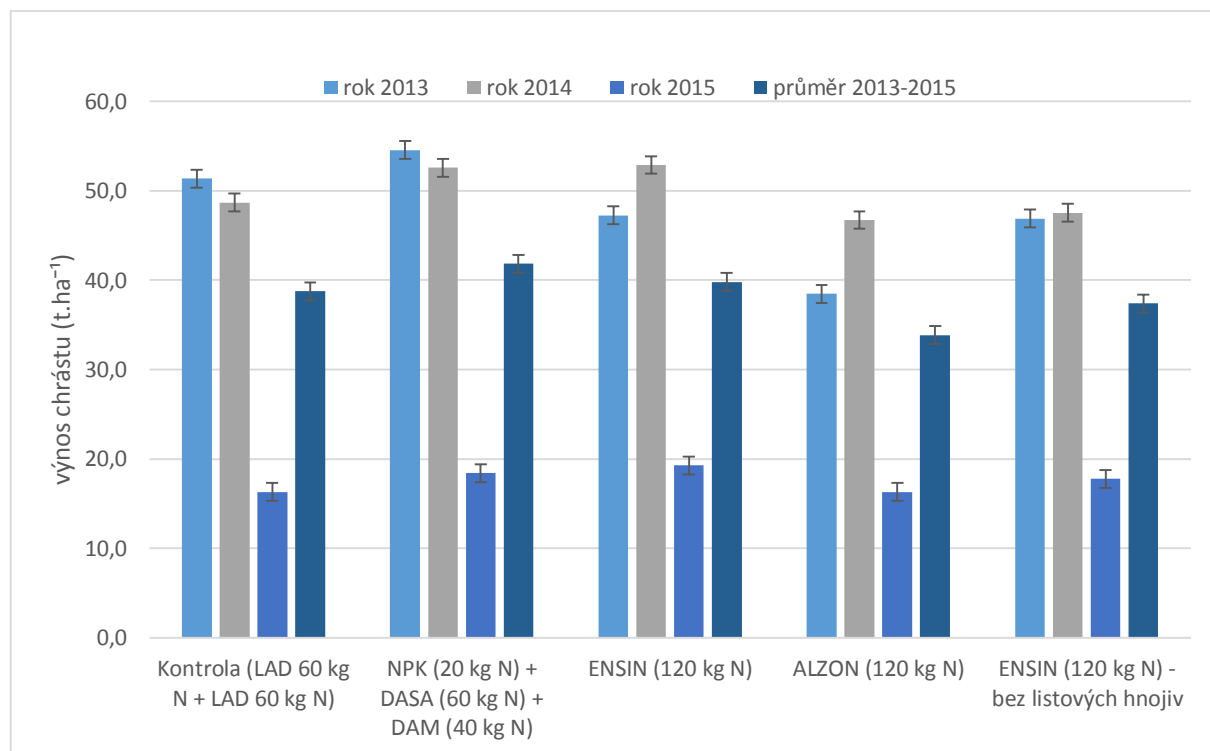
V roce 2015 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejhoršího výsledku mezi variantami, konkrétně 16,28 t.ha<sup>-1</sup>. Druhou nejhorší hodnotu vykazovala s rozdílem 0,03 t.ha<sup>-1</sup> ke kontrolní variantě varianta č. 4 ALZON (120 kg N) s hodnotou 16,31 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší výnos v roce 2015 byl u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 19,3 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 18,2 % více oproti kontrolní variantě.

Obsah hodnoceného ukazatele je shrnut v příložené tab. 14 a následně data převedena do grafu 2.

Tab. 14 Výnos chrástu (t.ha<sup>-1</sup>)

Varianta	Výnos chrástu							
	2013		2014		2015		průměr let 2013-2015	
	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%
1. <b>Kontrola</b> (LAD 60 kg N + LAD 60 kg N)	51,3 ab	100,0	48,7 a	100,0	16,3 a	100,0	38,8 ab	100,0
2. <b>NPK</b> (20 kg N) + <b>DASA</b> (60 kg N) + <b>DAM</b> (40 kg N)	54,5 b	106,2	52,6 a	108,0	18,4 a	113,1	41,8 b	107,9
3. <b>ENSIN</b> (120 kg N)	47,3 ab	92,0	52,9 a	108,7	19,3 a	118,2	39,8 ab	102,7
4. <b>ALZON</b> (120 kg N)	38,5 a	74,9	46,7 a	96,0	16,3 a	100,2	33,8 a	87,3
5. <b>ENSIN</b> (120 kg N) - bez listových hnojiv	46,9 ab	91,3	47,5 a	97,7	17,8 a	109,0	37,4 ab	96,5
F-test	4,12		0,4		0,84		2,58	
p (α)	0,0189		0,8046		0,5231		0,0475	
d <sub>amin.</sub>	13,0387		19,8538		6,24419		7,42587	

Graf 2 Výnos chrástu (t.ha<sup>-1</sup>)



### 5.1.3 Hodnocení výnosu polarizačního cukru

Výpočet výnosu polarizačního cukru se provádí podle vzorce:  $\text{výnos bulev} \times \text{cukernatost} / 100$ . Hodnocený ukazatel tedy závisí na výsledku cukernatosti a výnosu bulev. Patří k hlavním ukazatelům sledování efektivnosti pěstování cukrovky.

Nejvyššího výnosu polarizačního cukru bylo ve sledovaných letech 2013 - 2015 dosaženo v roce 2014, kdy se hodnoty ve všech variantách pokusu pohybovaly kolem hranice 20 t.ha<sup>-1</sup>, konkrétně v rozmezí 19,44 – 20,32 t.ha<sup>-1</sup>. Variantou s nejvyšším výnosem polarizačního cukru za sledované období byla varianta č. 3 ENSIN (120 kg N) s dosaženou hodnotou 20,32 t.ha<sup>-1</sup>, což byl nárůst ke kontrolní variantě o 4,54 %. Nejnižšího výnosu polarizačního cukru bylo dosaženo v roce 2015, kdy se hodnoty všech variant dostávaly na polovinu a mírně pod polovinu hodnot z roku 2014 a pohybovaly se u hranice 10 t.ha<sup>-1</sup>. Konkrétní hodnoty byly v rozmezí 9,8 – 10,57 t.ha<sup>-1</sup>. Variantou s nejnižším výnosem ve sledovaném období byla varianta č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv s hodnotou 9,80 t.ha<sup>-1</sup> a poklesem o 4,24 % ke kontrolní variantě. Dle meteorologických dat se jednalo o velmi suchý rok, který tak nepříznivě ovlivnil výnos bulev. V průměru sledovaných let 2013 - 2015 bylo u výnosu polarizačního cukru v jednotlivých variantách dosahováno hodnot v rozmezí 15,63 – 15,98 t.ha<sup>-1</sup>. Variantou s nejvyšším výnosem polarizačního cukru z průměru let byla varianta č. 3 ENSIN (120 kg N) s hodnotou 15,98 t.ha<sup>-1</sup> a nárůstem o 1,7 % ke kontrolní variantě. Variantou s nejnižším výnosem z průměru let byla varianta č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv s naměřenou hodnotou 15,63 t.ha<sup>-1</sup> a poklesem o 0,5 % s vazbou na kontrolní variantu. Rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. Kontrolní varianta vykazovala stejné výkyvy v hodnotách jako ostatní varianty.

V roce 2013 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejlepšího výsledku mezi variantami, konkrétně 17,18 t.ha<sup>-1</sup>. Nejnižší výnos v roce 2013 byl u varianty č. 4 ALZON (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 16,59 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 3,43 % méně oproti kontrolní variantě.

V roce 2014 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, naopak nejhoršího výsledku mezi variantami, konkrétně 19,44 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší výnos v roce 2014 byl u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 20,32 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 4,54 % více oproti kontrolní variantě.

V roce 2015 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně 10,23 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší výnos v roce 2015 byl u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna

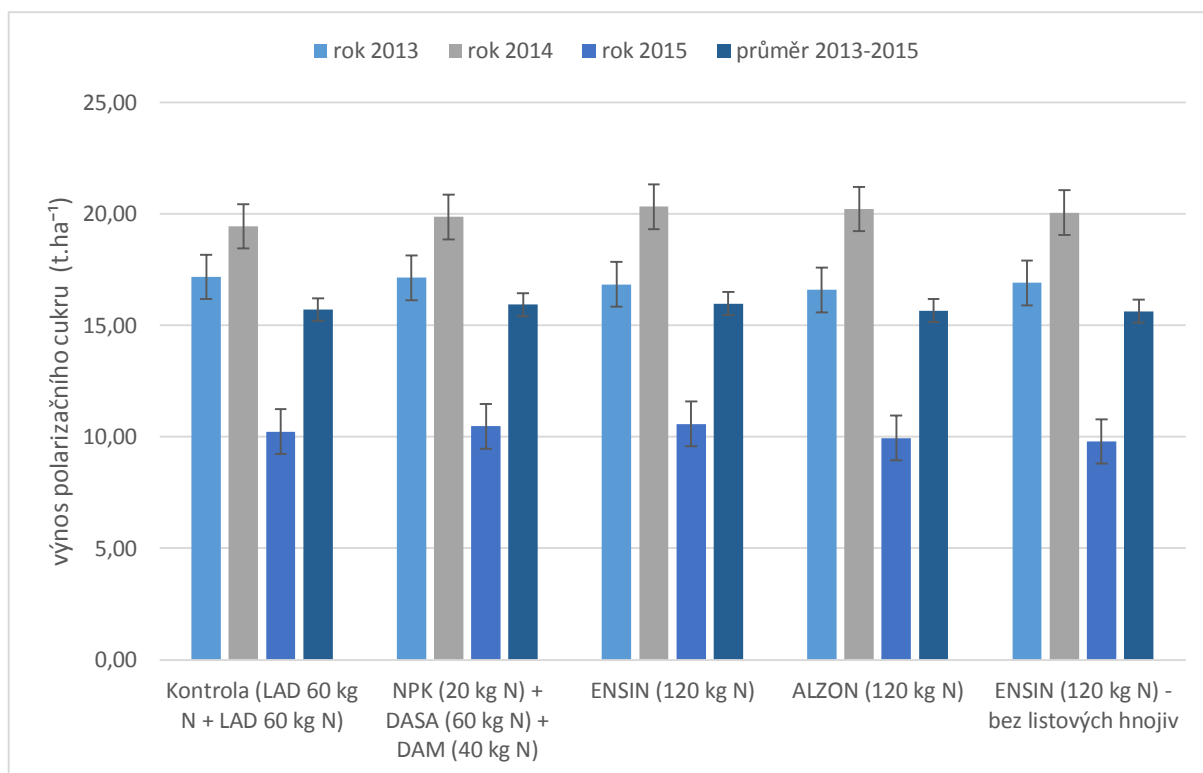
hodnota 10,57 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 3,36 % více oproti kontrolní variantě. Nejnižší výnos v roce 2015 byl dosažen ve variantě č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv a činil 9,80 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 4,24 % méně oproti kontrolní variantě.

Obsah hodnoceného ukazatele je shrnut v příložené tab. 15 a následně data převedena do grafu 3.

Tab. 15 Výnos polarizačního cukru (t.ha<sup>-1</sup>)

Varianta		Výnos polarizačního cukru							
		2013		2014		2015		průměr let 2013-2015	
		t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%
1.	<b>Kontrola</b> (LAD 60 kg N + LAD 60 kg N)	17,18 a	100,00	19,44 a	100,00	10,23 a	100,00	15,71 a	100,00
2.	<b>NPK</b> (20 kg N) + <b>DASA</b> (60 kg N) + <b>DAM</b> (40 kg N)	17,13 a	99,75	19,86 a	102,18	10,47 a	102,38	15,92 a	101,39
3.	<b>ENSIN</b> (120 kg N)	16,84 a	98,04	20,32 a	104,54	10,57 a	103,36	15,98 a	101,73
4.	<b>ALZON</b> (120 kg N)	16,59 a	96,57	20,22 a	104,01	9,94 a	97,19	15,66 a	99,72
5.	<b>ENSIN</b> (120 kg N) - bez listových hnojiv	16,90 a	98,42	20,05 a	103,14	9,80 a	95,76	15,63 a	99,50
	F-test	0,51		0,31		0,78		0,35	
	p (α)	0,7315		0,8669		0,5579		0,8444	
	d <sub>min.</sub>	1,47589		2,72462		1,64834		1,02598	

Graf 3 Výnos polarizačního cukru ( $t \cdot ha^{-1}$ )



#### 5.1.4 Hodnocení výnosu bílého cukru

Ukazatel výnosu bílého cukru je ovlivňován výnosem bulev a cukernatostí, včetně dalších technologických ukazatelů cukrovky, kterými jsou obsah draslíku, sodíku a  $\alpha$ -aminodusíku v bulvách řepy cukrové. Tento ukazatel ve výsledku odráží několik parametrů, které jsou v této práci dále jednotlivě hodnoceny. Vypočítává se podle vzorce:  $\text{výnos bulev} \times \text{teoretická výtěžnost} / 100$ .

Nejvyššího výnosu bílého cukru bylo ve sledovaném období let 2013 - 2015 dosaženo v roce 2014, kdy se hodnoty ve všech variantách pokusu pohybovaly kolem hranice  $18 t \cdot ha^{-1}$ , konkrétně v rozmezí  $17,82 - 18,58 t \cdot ha^{-1}$ . Variantou s nejvyšším výnosem bílého cukru byla varianta č. 3 ENSIN (120 kg N) se zjištěnou hodnotou  $18,58 t \cdot ha^{-1}$  a nárůstem o 4,27 % s vazbou na kontrolní variantu. Nejnižšího výnosu bylo dosaženo v roce 2015, kdy se hodnoty všech variant dostávaly na polovinu hodnot zjištěných v roce 2014 a pohybovaly se u hranice  $9 t \cdot ha^{-1}$ . Konkrétní hodnoty v jednotlivých variantách daného roku byly v rozmezí  $9,03 - 9,72 t \cdot ha^{-1}$ . Variantou s nejnižším výnosem bílého cukru za sledované období byla varianta č. 5

ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv s hodnotou  $9,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a s poklesem o 4,26 % k hodnotě kontrolní varianty. Dle meteorologických dat se jednalo o velmi suchý rok, který nepříznivě ovlivnil výnos bulev a tím ovlivnil i výnos bílého cukru. V průměru sledovaných let 2013 - 2015 bylo u výnosu bílého cukru v jednotlivých variantách dosahováno hodnot v rozmezí  $14,32 - 14,61 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Variantou s nejvyšším výnosem z průměru let 2013 - 2015 byla varianta č. 3 ENSIN (120 kg N) s hodnotou  $14,61 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a procentním nárůstem ve výši 1,6 k hodnotě kontrolní varianty. Variantou s nejnižším výnosem z průměrných hodnot sledovaného období byla varianta č. 4 ALZON (120 kg N) s naměřenou hodnotou  $14,32 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a poklesem o 0,5 % k hodnotě kontrolní varianty. Rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. Kontrolní varianta vykazovala stejné výkyvy hodnot ve sledovaném období jako ostatní varianty.

V roce 2013 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejlepšího výsledku mezi variantami, konkrétně  $15,62 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nejnižší výnos bílého cukru v roce 2013 byl u varianty č. 4 ALZON (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota  $15,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , tj. o 3,73 % méně oproti kontrolní variantě.

V roce 2014 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejhoršího výsledku mezi variantami, konkrétně  $17,82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nejvyšší výnos bílého cukru v roce 2014 měla varianta č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota  $18,58 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , tj. o 4,27 % více oproti kontrolní variantě.

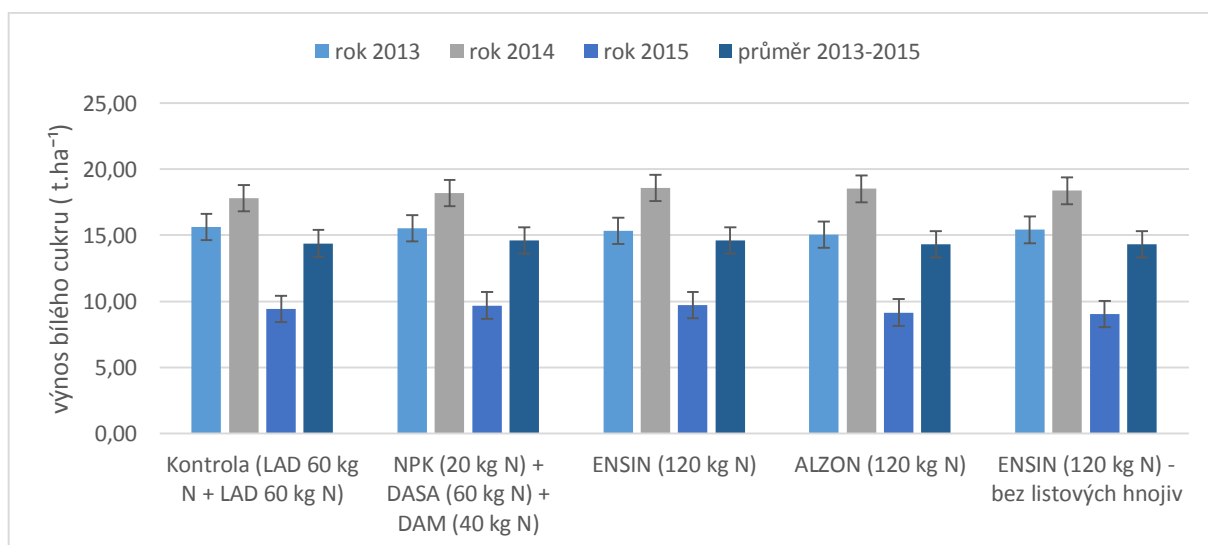
V roce 2015 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně  $9,44 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nejvyšší výnos v roce 2015 byl u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota  $9,72 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , tj. o 3,03 % více oproti kontrolní variantě. Nejnižší výnos bílého cukru v roce 2015 byl dosažen ve variantě č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv a činil  $9,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , tj. o 4,26 % méně oproti kontrolní variantě.

Obsah hodnoceného ukazatele je shrnut v příložené tab. 16 a následně data převedena do grafu 4.

Tab. 16 Výnos bílého cukru (t.ha<sup>-1</sup>)

Varianta		Výnos bílého cukru							
		2013		2014		2015		průměr let 2013-2015	
		t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%
1.	<b>Kontrola</b> (LAD 60 kg N + LAD 60 kg N)	15,62 a	100,00	17,82 a	100,00	9,44 a	100,00	14,39 a	100,00
2.	<b>NPK</b> (20 kg N) + <b>DASA</b> (60 kg N) + <b>DAM</b> (40 kg N)	15,55 a	99,54	18,21 a	102,20	9,69 a	102,67	14,59 a	101,42
3.	<b>ENSIN</b> (120 kg N)	15,33 a	98,15	18,58 a	104,27	9,72 a	103,03	14,61 a	101,56
4.	<b>ALZON</b> (120 kg N)	15,03 a	96,27	18,51 a	103,91	9,15 a	96,98	14,32 a	99,51
5.	<b>ENSIN</b> (120 kg N) - bez listových hnojiv	15,41 a	98,70	18,37 a	103,10	9,03 a	95,74	14,33 a	99,56
F-test		0,45		0,28		0,8		0,63	
p (α)		0,7686		0,8872		0,5462		0,6467	
d <sub>amin.</sub>		1,48135		2,52065		1,50604		0,426018	

Graf 4 Výnos bílého cukru (t.ha<sup>-1</sup>)



### 5.1.5 Hodnocení výnosu bulev přepočteného na 16 % cukernatost

Hodnocení výnosu bulev přepočteného na 16 % cukernatost v sobě obsahuje dva samostatné parametry, kterými jsou výnos bulev a cukernatost. Tento parametr je využíván jako srovnávací ukazatel produktivity porostu. Pro výpočet se používá vzorec:  $cukernatost = [výnos\ bulev \times (cukernatost - 2,7) / 13,3]$ .

Nejvyššího výnosu bulev přepočteného na 16 % cukernatost bylo ve sledovaném období let 2013 - 2015 dosaženo v roce 2014, kdy se hodnoty ve všech variantách pokusu pohybovaly za hranicí 125 t.ha<sup>-1</sup>, konkrétně v rozmezí 125,2 – 130,68 t.ha<sup>-1</sup>. Variantou s nejvyšším výnosem tohoto ukazatele byla varianta č. 3 ENSIN (120 kg N) se zjištěnou hodnotou 130,68 t.ha<sup>-1</sup>, tj. nárůst o 4,38 % k hodnotě kontrolní varianty. Nejnižšího výnosu bylo dosaženo v roce 2015, kdy se hodnoty všech variant dostávaly na poloviční hodnoty hodnot zjištěných v roce 2014 a byly také zhruba o 1/3 nižší v porovnání s hodnotami zjištěnými v roce 2013. Hodnoty roku 2015 se pohybovaly u hranice 64 t.ha<sup>-1</sup>. Konkrétní hodnoty v jednotlivých variantách daného roku byly v rozmezí 63,36 – 68,42 t.ha<sup>-1</sup>. Variantou s nejnižším výnosem bulev přepočtených na 16 % cukernatost byla varianta č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv se zjištěnou hodnotou 63,36 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 4,59 % méně než kontrolní varianta. Dle meteorologických dat se jednalo o velmi suchý rok, který nepříznivě ovlivnil výnos bulev a tím ovlivnil i ukazatel výnosu bulev přepočtený na 16 % cukernatost. V průměru sledovaných let 2013 - 2015 bylo u výnosu bulev přepočteného na 16 % cukernatost v jednotlivých variantách dosahováno hodnot v rozmezí 100,91 – 103,07 t.ha<sup>-1</sup>. Variantou s nejvyšším výnosem bulev při 16 % cukernatosti byla varianta č. 3 ENSIN (120 kg N) s hodnotou 103,07 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 1,6 % více než hodnota kontrolní varianty. Variantou s nejnižším výnosem tohoto ukazatele byla varianta č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv se zjištěnou hodnotou 100,91 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 0,5 % méně v porovnání s kontrolní variantou. Rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. Kontrolní varianta vykazovala stejné výkyvy v hodnotách sledovaného období jako ostatní varianty.

V roce 2013 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejlepšího výsledku mezi variantami, konkrétně 110,69 t.ha<sup>-1</sup>. Nejnižší výnos v roce 2013 byl u varianty č. 4 ALZON (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 106,98 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 3,35 % méně oproti kontrolní variantě.

V roce 2014 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejhoršího výsledku mezi variantami, konkrétně hodnoty 125,20 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší výnos v roce 2014 byl u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 130,68 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 4,38 % více oproti kontrolní variantě.

V roce 2015 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně 66,40 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší výnos v roce 2015 byl u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 68,42 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 3,04 % více oproti kontrolní variantě. Nejnižší výnos v roce 2015



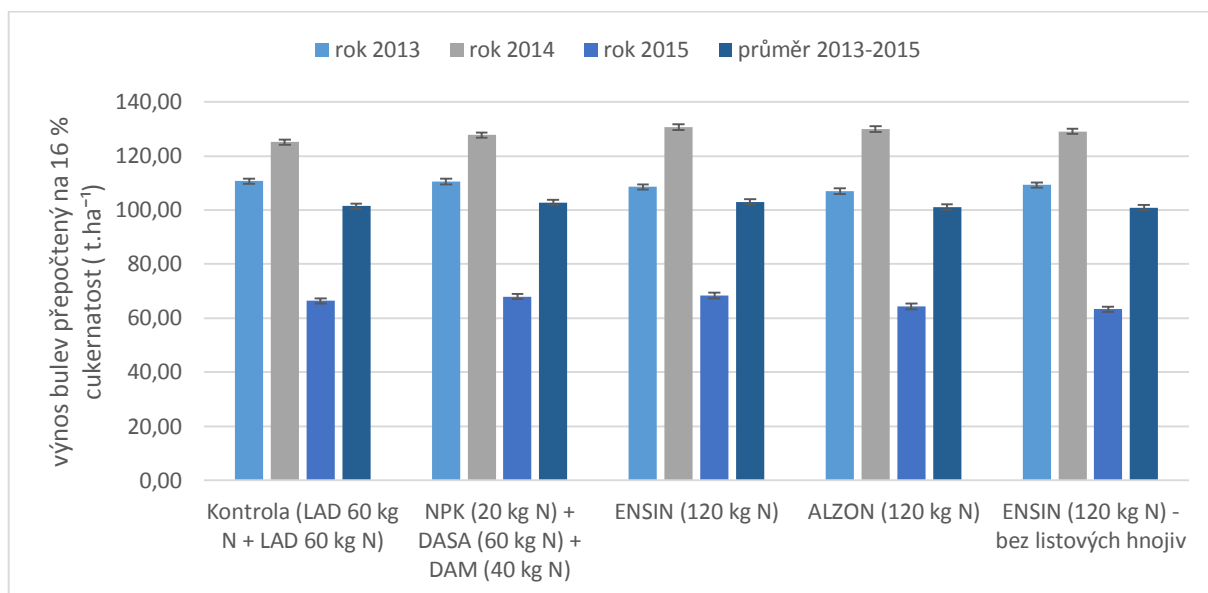
byl dosažen ve variantě č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv a činil 63,36 t.ha<sup>-1</sup>, tj. o 4,59 % méně oproti kontrolní variantě.

Obsah hodnoceného ukazatele je shrnut v příložené tab. 17 a následně data převedena do grafu 5.

Tab. 17 Výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost (t.ha<sup>-1</sup>)

Varianta		Výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost							
		2013		2014		2015		průměr let 2013-2015	
		t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%	t.ha <sup>-1</sup>	%
1.	<b>Kontrola</b> (LAD 60 kg N + LAD 60 kg N)	110,69 a	100,00	125,20 a	100,00	66,40 a	100,00	101,45 a	100,00
2.	<b>NPK</b> (20 kg N) + <b>DASA</b> (60 kg N) + <b>DAM</b> (40 kg N)	110,53 a	99,86	127,77 a	102,05	67,99 a	102,39	102,86 a	101,39
3.	<b>ENSIN</b> (120 kg N)	108,59 a	98,10	130,68 a	104,38	68,42 a	103,04	103,07 a	101,59
4.	<b>ALZON</b> (120 kg N)	106,98 a	96,65	130,02 a	103,85	64,39 a	96,97	101,06 a	99,62
5.	<b>ENSIN</b> (120 kg N) - bez listových hnojiv	109,27 a	98,72	129,10 a	103,11	63,36 a	95,41	100,91 a	99,46
	F-test	0,43		0,28		0,79		0,31	
	p (α)	0,7872		0,8888		0,5509		0,8695	
	d <sub>amin.</sub>	10,2662		18,0218		10,8128		6,81969	

Graf 5 Výnos bulev přepočtený na 16 % cukernatost (t.ha<sup>-1</sup>)



## 5.2 Hodnocení kvalitativních parametrů řepy cukrové

Hodnocenými kvalitativními parametry cukrové řepy jsou tyto parametry: cukernatost, obsah  $\alpha$ -aminodusíku, obsah draslíku, obsah sodíku a teoretická výtěžnost.

### 5.2.1 Hodnocení cukernatosti

Cukernatost se v průměrných hodnotách let 2013 – 2015 u pokusných variant příliš nelišila. Průměrné zjištěné hodnoty se pohybovaly na hranici 19 %. Konkrétní hodnoty 19,01 – 19,17 %. Nejvyšší průměrné hodnoty daného období byly naměřeny u kontrolní varianty č. 1 LAD 60 kg N + LAD 60 kg N a to ve výši 19,17 %. Nejnižší hodnotu vykazovala varianta č. 3 ENSIN (120 kg N). Tato hodnota byla ve výši 19,01 %, tj. pokles o 0,8 % rel. ke kontrolní variantě.

Nejvyšší cukernatosti bylo ve sledovaném období let 2013 - 2015 dosaženo v roce 2015, kdy se hodnoty ve všech variantách pokusu pohybovaly za hranicí 19 %, konkrétně v rozmezí 19,32 – 19,78 %. Variantou s nejvyšší dosaženou cukernatostí byla varianta č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) se zjištěnou hodnotou 19,78 %, tj. nárůst o 0,06 % rel. proti kontrolní variantě. Nejnižší hodnoty cukernatosti bylo dosaženo v roce 2014, kdy se hodnoty všech variant pohybovaly u hranice 18,7 %. Konkrétní hodnoty v jednotlivých variantách roku 2014 byly v rozmezí 18,66 – 18,83 %. Nejnižší zjištěná cukernatost byla

naměřena u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N) a to ve výši 18,66 %, což činilo pokles o 0,93 % rel. k hodnotě kontrolní varianty.

Rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. Kontrolní varianta vykazovala hodnoty s minimálním rozdílem v průběhu let, shodně s ostatními variantami sledovaného období.

V roce 2013 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejhorsího výsledku mezi variantami, konkrétně 18,90 %. Nejvyšší cukernatost v roce 2013 byla zaznamenána u varianty č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv a dosahovala 19,25 %, tj. o 1,85 % rel. více oproti kontrolní variantě.

V roce 2014 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejlepšího výsledku mezi variantami, konkrétně hodnoty 18,83 %. Nejnižší cukernatost v roce 2014 byla u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 18,66 % tj. o 0,93 % rel. méně oproti kontrolní variantě č. 1.

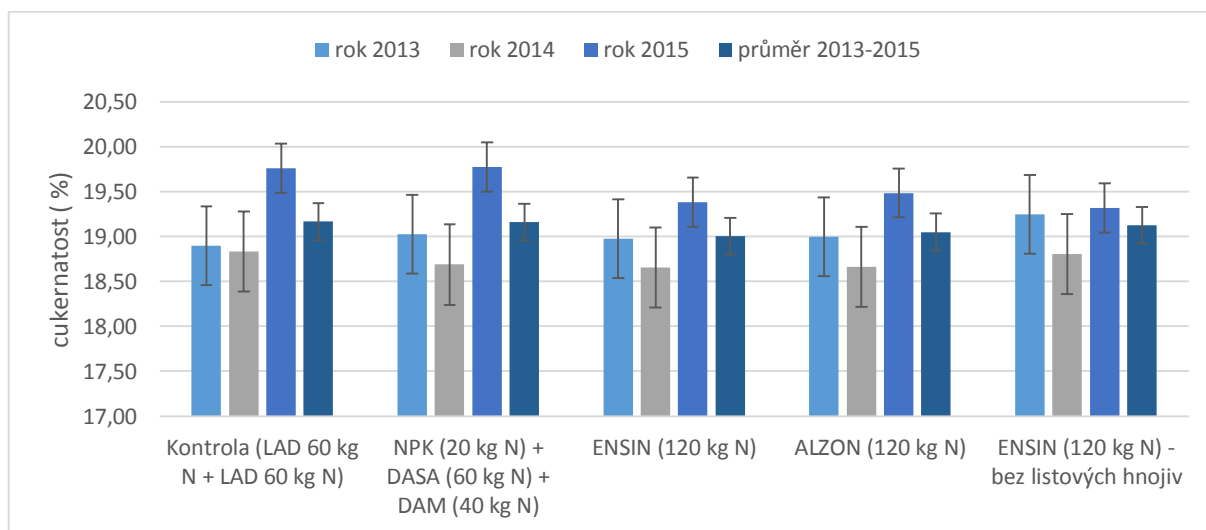
V roce 2015 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, druhého nejlepšího výsledku mezi variantami, konkrétně 19,76 %. Nejvyšší cukernatost v roce 2015 byla zjištěna u varianty č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) a to ve výši 19,78 %, tj. o 0,06 % rel. více ke kontrolní variantě. Nejnižší cukernatost v roce 2015 byla dosažena ve variantě č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv a činila 19,32 %, tj. o 2,25 % rel. méně oproti kontrolní variantě. Druhá nejnižší cukernatost byla zjištěna u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N). Hodnota byla ve výši 19,39 %, tj. o 1,91 % rel. méně ve vazbě na kontrolní variantu.

Obsah hodnoceného ukazatele je shrnut v příložené tab. 18 a následně data převedena do grafu 6.

Tab. 18 Cukernatost (%)

Varianta		Cukernatost							
		2013		2014		2015		průměr let 2013-2015	
		v %	%	v %	%	v %	%	v %	%
1.	<b>Kontrola</b> (LAD 60 kg N + LAD 60 kg N)	18,90 a	100,00	18,83 a	100,00	19,76 a	100,00	19,17 a	100,00
2.	<b>NPK</b> (20 kg N) + <b>DASA</b> (60 kg N) + <b>DAM</b> (40 kg N)	19,03 a	100,66	18,69 a	99,23	19,78 a	100,06	19,16 a	99,99
3.	<b>ENSIN</b> (120 kg N)	18,98 a	100,40	18,66 a	99,07	19,39 a	98,09	19,01 a	99,17
4.	<b>ALZON</b> (120 kg N)	19,00 a	100,53	18,66 a	99,10	19,49 a	98,60	19,05 a	99,40
5.	<b>ENSIN</b> (120 kg N) - bez listových hnojiv	19,25 a	101,85	18,81 a	99,85	19,32 a	97,75	19,12 a	99,79
F-test		0,43		0,17		2,90		0,48	
p ( $\alpha$ )		0,7835		0,9518		0,0581		0,7515	
d <sub>amin.</sub>		0,877412		0,892603		0,547622		0,409959	

Graf 6 Cukernatost (%)



### 5.2.2 Hodnocení obsahu $\alpha$ -aminodusíku

Hodnocený obsah  $\alpha$ -aminodusíku v bulvách řepy cukrové se v průměrných hodnotách let 2013 – 2015 u pokusných variant pohyboval v hodnotách 1,13 – 1,20 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejvyšší průměrné hodnoty daného období byly naměřeny u varianty pokusu č. 3 ENSIN (120 kg N) ve výši 1,20 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. nárůst o 2,2 % k hodnotě kontrolní varianty. Nejnižší hodnotu z průměrných hodnot vykazovala varianta č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM

(40 kg N). Tato hodnota byla ve výši 1,13 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. pokles o 3,1 % k hodnotě průměrné kontrolní varianty.

Nejvyššího obsahu  $\alpha$ -aminodusíku bylo ve sledovaném období let 2013 - 2015 dosaženo v roce 2015, kdy se hodnoty ve všech variantách pokusu pohybovaly za hranicí 1,2 mmol.100g<sup>-1</sup>, konkrétně v rozmezí 1,23 – 1,43 mmol.100g<sup>-1</sup>. Variantou s nejvyšším obsahem  $\alpha$ -aminodusíku byla varianta č. 3 ENSIN (120 kg N) se zjištěnou hodnotou 1,39 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 2,40 % více v poměru ke kontrolní variantě. Nejnižší hodnota daného ukazatele byla prokázána v roce 2014, kdy se hodnoty všech variant pokusu pohybovaly u hranice 1 mmol.100g<sup>-1</sup>. Konkrétní hodnoty v jednotlivých variantách roku 2014 byly v intervalu 0,95 – 1,13 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší zjištěná hodnota byla naměřena u varianty č. 4 ALZON (120 kg N) a to ve výši 0,95 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. pokles proti hodnotě kontrolní varianty o 10,8 %.

Rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. Kontrolní varianta vykazovala hodnoty s minimálním rozdílem v průběhu let, shodně s ostatními variantami sledovaného období.

V roce 2013 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně 1,09 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší obsah  $\alpha$ -aminodusíku v roce 2013 byl zaznamenán u varianty č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv a pohyboval se na úrovni 1,01 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 7,13 % méně oproti kontrolní variantě. Nejvyšší obsah  $\alpha$ -aminodusíku vykazala varianta č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) v hodnotě 1,16 mmol.100g<sup>-1</sup> a s procentním nárůstem k hodnotě kontrolní varianty o 6,44 %.

V roce 2014 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně hodnoty 1,07 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší obsah  $\alpha$ -aminodusíku v roce 2014 byl dosažen u varianty č. 4 ALZON (120 kg N) se zjištěnou hodnotou 0,95 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 10,8 % méně oproti kontrolní variantě. Nejvyšší obsah  $\alpha$  – aminodusíku v roce 2014 byl dosažen u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla naměřena hodnota 1,13 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 6,10 % více k hodnotě kontrolní varianty daného roku.

V roce 2015 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně hodnoty 1,36 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší obsah  $\alpha$ -aminodusíku v roce 2015 byl dosažen u varianty č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) ve výši 1,23 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 9,41 % méně oproti kontrolní variantě. Nejvyšší obsah  $\alpha$ -aminodusíku v roce 2015 byl dosažen u

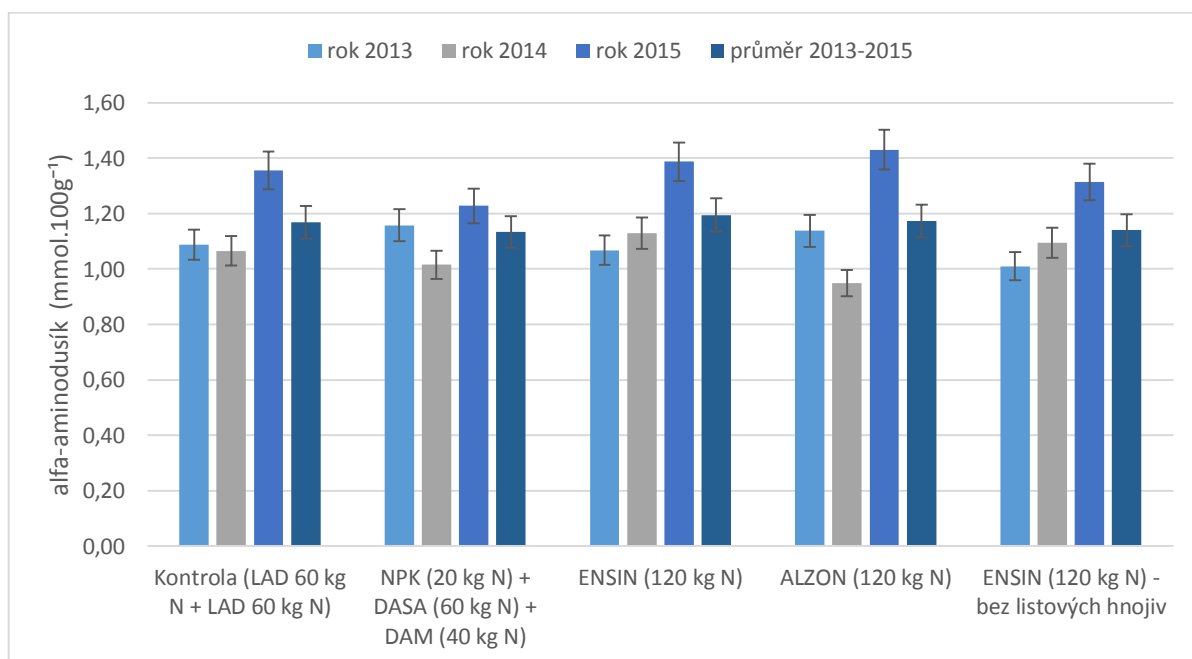
varianty č. 4 ALZON (120 kg N), kde byla naměřena hodnota  $1,43 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , tj. o 5,54 % více oproti kontrolní variantě.

Obsah hodnoceného ukazatele je shrnut v příložené tab. 19 a následně data převedena do grafu 7.

Tab. 19 Alfa-aminodusík ( $\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )

Varianta		Alfa-aminodusík							
		2013		2014		2015		průměr let 2013-2015	
		mmol. $100\text{g}^{-1}$	%	mmol. $100\text{g}^{-1}$	%	mmol. $100\text{g}^{-1}$	%	mmol. $100\text{g}^{-1}$	%
1.	<b>Kontrola</b> (LAD 60 kg N + LAD 60 kg N)	1,09 a	100,00	1,07 a	100,00	1,36 a	100,00	1,17 a	100,00
2.	<b>NPK</b> (20 kg N) + <b>DASA</b> (60 kg N) + <b>DAM</b> (40 kg N)	1,16 a	106,44	1,02 a	95,31	1,23 a	90,59	1,13 a	96,94
3.	<b>ENSIN</b> (120 kg N)	1,07 a	98,16	1,13 a	106,10	1,39 a	102,40	1,20 a	102,21
4.	<b>ALZON</b> (120 kg N)	1,14 a	104,60	0,95 a	89,20	1,43 a	105,54	1,17 a	100,29
5.	<b>ENSIN</b> (120 kg N) - bez listových hnojiv	1,01 a	92,87	1,10 a	102,82	1,32 a	97,05	1,14 a	97,51
F-test		1,15		0,84		0,61		0,31	
p ( $\alpha$ )		0,3706		0,5222		0,6634		0,8716	
$d_{\text{amin}}$		0,239037		0,337433		0,433901		0,18203	

Graf 7 Alfa-aminodusík ( $\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )



### 5.2.3 Hodnocení obsahu draslíku

Hodnocení obsahu draslíku v bulvách cukrové řepy se v průměrných hodnotách let 2013 – 2015 u pokusných variant pohyboval v hodnotách 3,23 – 3,35 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejvyšší průměrné hodnoty daného období byly naměřeny u varianty pokusu č. 4 ALZON (120 kg N) ve výši 3,35 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. 2,8 % více oproti hodnotě kontrolní varianty. Nejnižší hodnotu z průměrných hodnot vykazovala varianta č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv. U této varianty byla zjištěna hodnota ve výši 3,23 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 0,9 % méně k hodnotě kontrolní varianty.

Nejvyššího obsahu draslíku bylo ve sledovaném období let 2013 - 2015 dosaženo v roce 2013, kdy se hodnoty ve všech variantách pokusu pohybovaly za hranicí 3,53 mmol.100g<sup>-1</sup>, konkrétně v rozmezí 3,53 – 3,75 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejvyššího obsahu draslíku bylo dosaženo u varianty č. 4 ALZON (120 kg N) a to ve výši 3,75 mmol.100g<sup>-1</sup> s nárůstem 5,26 % k hodnotě kontrolní varianty daného roku. Nejnižší hodnoty daného ukazatele bylo dosaženo v roce 2015, kdy se varianty pohybovaly s hodnotami u hranice 3 mmol.100g<sup>-1</sup>. Konkrétní hodnoty v jednotlivých variantách roku 2015 byly v intervalu 2,93 – 3,08 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší zjištěná hodnota byla naměřena u varianty č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv a to ve výši 2,96 mmol.100g<sup>-1</sup>, tzn. pokles o 1,99 % k hodnotě kontrolní varianty.

Rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. Kontrolní varianta vykazovala hodnoty s minimálním rozdílem v průběhu let, shodně s ostatními variantami sledovaného období.

V roce 2013 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně 3,56 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší obsah draslíku v roce 2013 byl zaznamenán u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N) a pohyboval se na úrovni 3,53 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 1,05 % méně oproti kontrolní variantě. Nejvyšší obsah draslíku vykazovala varianta č. 4 ALZON (120 kg N) v hodnotě 3,75 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 5,26 % více k poměru kontrolní varianty.

V roce 2014 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně hodnoty 3,20 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší obsah draslíku v roce 2014 byl dosažen u varianty č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) v hodnotě 3,16 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 1,25 % méně oproti kontrolní variantě. Nejvyššího obsahu draslíku v roce 2014 bylo dosaženo u varianty č.

3 ENSIN (120 kg N), kde byla naměřena hodnota 3,27 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 2,03 % více oproti kontrolní variantě.

V roce 2015 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně hodnoty 3,02 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší obsah draslíku v roce 2015 byl dosažen u varianty č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) ve výši 2,93 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 3,23 % méně v porovnání s kontrolní variantou. Nejvyšší obsah draslíku v roce 2015 byl dosažen u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla naměřena hodnota 3,08 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 1,90 % více oproti kontrolní variantě.

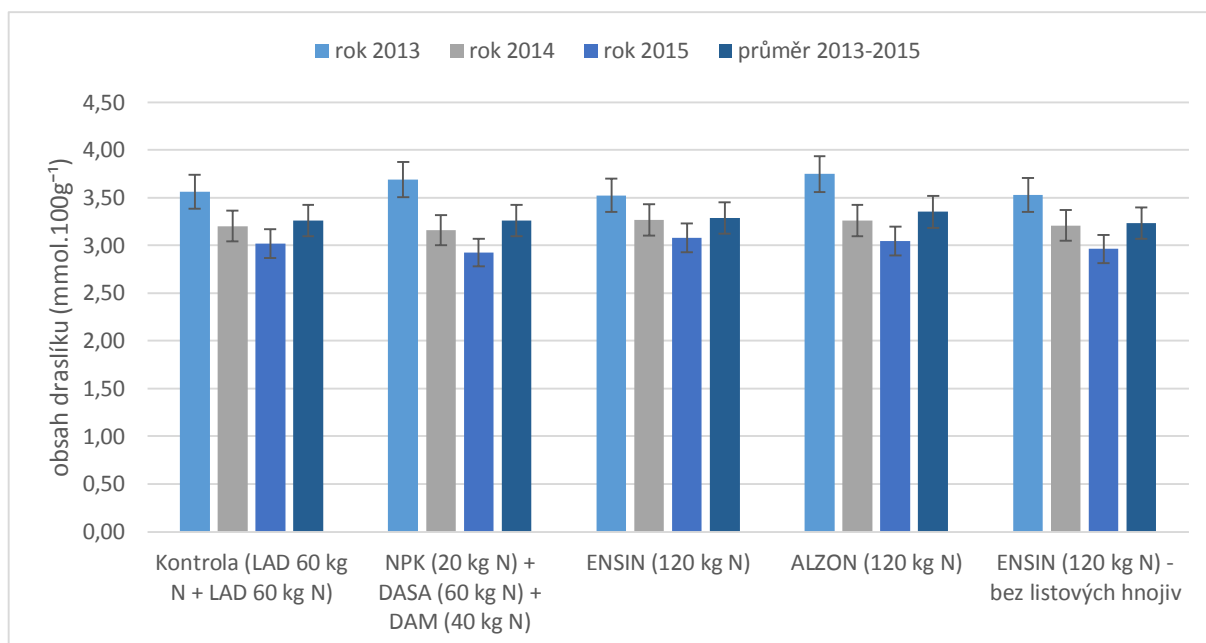
Obsah hodnoceného ukazatele je shrnut v příložené tab. 20 a následně data převedena do příloženého grafu 8.

Tab. 20 Obsah draslíku (mmol.100g<sup>-1</sup>)

Varianta		Obsah draslíku							
		2013		2014		2015		průměr let 2013-2015	
		mmol. 100g <sup>-1</sup>	%	mmol. 100g <sup>-1</sup>	%	mmol. 100g <sup>-1</sup>	%	mmol. 100g <sup>-1</sup>	%
1.	<b>Kontrola</b> (LAD 60 kg N + LAD 60 kg N)	3,56 a	100,00	3,20 a	100,00	3,02 a	100,00	3,26 a	100,00
2.	<b>NPK</b> (20 kg N) + <b>DASA</b> (60 kg N) + <b>DAM</b> (40 kg N)	3,69 a	103,58	3,16 a	98,75	2,93 a	96,77	3,26 a	99,90
3.	<b>ENSIN</b> (120 kg N)	3,53 a	98,95	3,27 a	102,03	3,08 a	101,90	3,29 a	100,87
4.	<b>ALZON</b> (120 kg N)	3,75 a	105,26	3,26 a	101,80	3,05 a	100,83	3,35 a	102,76
5.	<b>ENSIN</b> (120 kg N) - bez listových hnojiv	3,53 a	99,09	3,21 a	100,23	2,96 a	98,01	3,23 a	99,13
F-test		1,44		0,23		0,45		0,8	
p (α)		0,2687		0,9183		0,7701		0,5283	
d <sub>amin.</sub>		0,373403		0,39903		0,411553		0,20187	



Graf 8 Obsah draslíku ( $\text{mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ )



#### 5.2.4 Hodnocení obsahu sodíku

Hodnocení obsahu sodíku v bulvách cukrové řepy se v průměrných hodnotách let 2013 – 2015 u pokusných variant pohyboval v intervalu hodnot  $0,25 - 0,27 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Nejvyšší průměrné hodnoty daného období byly naměřeny u varianty pokusu č. 3 ENSIN (120 kg N) ve výši  $0,27 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , tj. o 3,2 % více ve vazbě na kontrolní variantu. Nejnižší hodnotu z průměrných hodnot vykazovala varianta č. 4 ALZON (120 kg N). Zjištěná hodnota u této varianty byla ve výši  $0,25 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , tj. 4,9 % pokles k hodnotě průměrné kontrolní varianty.

Nejvyššího obsahu sodíku bylo ve sledovaném období let 2013 - 2015 dosaženo v roce 2013, kdy se hodnoty ve všech variantách pokusu pohybovaly na hranici  $0,28 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$  a více, konkrétně v rozmezí  $0,28 - 0,30 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Nejvyššího obsahu sodíku bylo dosaženo u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kdy hodnota dosáhla výše  $0,30 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , s 2,54 % nárůstu oproti kontrolní variantě. Nejnižší hodnoty daného ukazatele bylo dosaženo v roce 2015, kdy se varianty pohybovaly u hranice  $0,21 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Konkrétní hodnoty v jednotlivých variantách roku 2015 byly v intervalu  $0,21 - 0,25 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Nejnižší zjištěná hodnota byla naměřena u varianty č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv a to ve výši  $0,21 \text{ mmol} \cdot 100\text{g}^{-1}$  s 8,6 % poklesem k hodnotě kontrolní varianty.

Rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. Kontrolní varianta vykazovala hodnoty s minimálním rozdílem v průběhu let, shodně s ostatními variantami sledovaného období.

V roce 2013 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně 0,30 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší obsah sodíku v roce 2013 byl zaznamenán u varianty č. 4 ALZON (120 kg N) a pohyboval se na úrovni 0,28 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 6,78 % méně oproti kontrolní variantě. Nejvyšší obsah sodíku vykázala v tomto roce varianta č. 3 ENSIN (120 kg N). Výše zjištěné hodnoty byla 0,30 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 2,54 % více k poměru kontrolní varianty.

V roce 2014 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně hodnoty 0,25 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší obsah sodíku v roce 2014 byl dosažen u varianty č. 4 ALZON (120 kg N) v hodnotě 0,23 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 8,16 % méně oproti kontrolní variantě. Nejvyššího obsahu sodíku v roce 2014 bylo dosaženo u varianty č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N), kde byla naměřena hodnota 0,26 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 4,08 % více oproti kontrolní variantě.

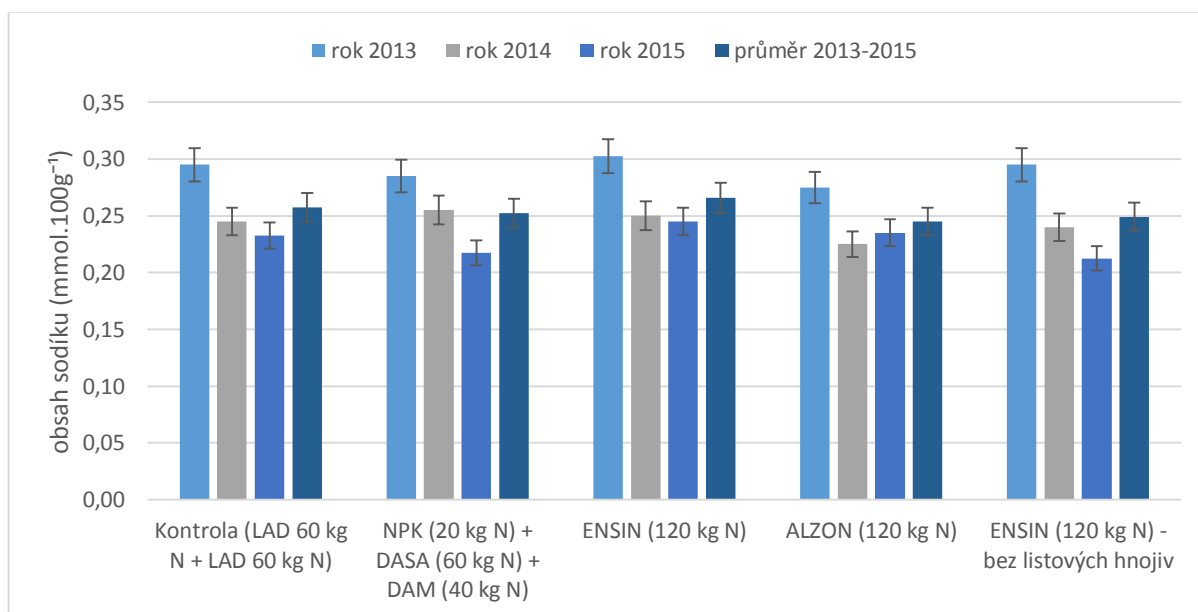
V roce 2015 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N+ LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, průměrného výsledku mezi variantami, konkrétně hodnoty 0,23 mmol.100g<sup>-1</sup>. Nejnižší obsah sodíku v roce 2015 byl zjištěn u varianty č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv a to ve výši 0,21 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 8,60 % méně oproti kontrolní variantě. Nejvyššího obsahu sodíku v roce 2015 bylo dosaženo u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla naměřena hodnota 0,25 mmol.100g<sup>-1</sup>, tj. o 5,38 % více oproti kontrolní variantě.

Obsah hodnoceného ukazatele je shrnut v příložené tab. 21 a následně data převedena do grafu 9.

Tab. 21 Obsah sodíku (mmol.100g<sup>-1</sup>)

Varianta	Obsah sodíku							
	2013		2014		2015		průměr let 2013-2015	
	mmol. 100g <sup>-1</sup>	%	mmol. 100g <sup>-1</sup>	%	mmol. 100g <sup>-1</sup>	%	mmol. 100g <sup>-1</sup>	%
1. <b>Kontrola</b> (LAD 60 kg N + LAD 60 kg N)	0,30 a	100,00	0,25 a	100,00	0,23 a	100,00	0,26 a	100,00
2. <b>NPK</b> (20 kg N) + <b>DASA</b> (60 kg N) + <b>DAM</b> (40 kg N)	0,29 a	96,61	0,26 a	104,08	0,22 a	93,55	0,25 a	98,06
3. <b>ENSIN</b> (120 kg N)	0,30 a	102,54	0,25 a	102,04	0,25 a	105,38	0,27 a	103,24
4. <b>ALZON</b> (120 kg N)	0,28 a	93,22	0,23 a	91,84	0,24 a	101,08	0,25 a	95,15
5. <b>ENSIN</b> (120 kg N) - bez listových hnojiv	0,30 a	100,00	0,24 a	97,96	0,21 a	91,40	0,25 a	96,76
F-test	0,96		0,76		1,02		1,3	
p (α)	0,4553		0,5689		0,4234		0,2819	
d <sub>αmin.</sub>	0,047589		0,057975		0,057767		0,0281793	

Graf 9 Obsah sodíku (mmol.100g<sup>-1</sup>)



### 5.2.5 Hodnocení teoretické výtěžnosti

Pro výpočet teoretické výtěžnosti se používá vzorec:

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

Ukazatel teoretické výtěžnosti v sobě tedy zahrnuje výsledek spolupůsobení cukernatosti a obsahu  $\alpha$ -aminodusíku, draslíku a sodíku, tzv. melasotvorných látek.

Vybraný ukazatel hodnocení teoretické výtěžnosti se v průměrných hodnotách let 2013 – 2015 u pokusných variant příliš nelišil. Průměrné hodnoty daných let se pohybovaly za hranicí 17 %. Konkrétní průměrné hodnoty byly ve výši 17,38 – 17,56 %. Nejvyšší průměrné hodnoty daného období byly naměřeny téměř shodně u dvou variant. Jednalo se o variantu č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) s hodnotou 17,56 % a o kontrolní variantu č. 1 LAD 60 kg N + LAD 60 kg N s hodnotou 17,56 %. Nejnižší hodnotu z průměrných hodnot vykazovala varianta č. 3 ENSIN (120 kg N). Tato hodnota byla ve výši 17,38 % a vyjadřuje pokles o 1 % k hodnotě kontroly.

Nejvyšší cukernatosti bylo ve sledovaném období let 2013 - 2015 dosaženo v roce 2015, kdy se hodnoty ve všech variantách pokusu pohybovaly nad hranicí 19 %, konkrétně v rozmezí 19,32 – 19,78 %. Variantou s nejvyšší dosaženou cukernatostí byla varianta č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) se zjištěnou hodnotou 19,78 %, tj. nárůst o 0,06 % rel. proti kontrolní variantě. Nejnižší hodnoty daného ukazatele bylo dosaženo v roce 2014, kdy se hodnoty všech variant pohybovaly u hranice 18,7 %. Konkrétní hodnoty v jednotlivých variantách roku 2014 byly v rozmezí 18,66 – 18,83 %. Nejnižší zjištěná hodnota byla naměřena u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N) a to ve výši 18,66 %, což činilo pokles o 0,93 % rel. k hodnotě kontrolní varianty.

Nejvyšší teoretické výtěžnosti bylo ve sledovaném období let 2013 - 2015 dosaženo v roce 2015, kdy se hodnoty ve všech variantách pokusu pohybovaly nad hranicí 17 %, konkrétně v rozmezí 17,38 – 17,56 %. Variantou s nejvyšší dosaženou teoretickou výtěžností byla varianta č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) se zjištěnou hodnotou 18,29 %, tj. nárůst o 0,35 % rel. proti kontrolní variantě. Nejnižší hodnoty daného ukazatele bylo dosaženo v roce 2014, kdy se hodnoty všech variant pohybovaly u hranice 17 %. Konkrétní hodnoty v jednotlivých variantách roku 2014 byly v rozmezí 17,05 – 17,26 %. Nejnižší zjištěná hodnota byla naměřena u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N) a to ve výši 17,05 %, což činilo pokles o 1,19 % rel. k hodnotě kontrolní varianty.

Rozdíly mezi variantami nebyly statisticky průkazné. Kontrolní varianta vykazovala hodnoty s minimálním rozdílem v průběhu let, shodně s ostatními variantami sledovaného období.

V roce 2013 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejhoršího výsledku mezi variantami, konkrétně 17,18 %. Nejvyšší teoretická výtěžnost v roce 2013 byla zaznamenána u varianty č. 5 ENSIN (120 kg

N) – bez listových hnojiv a pohybovala hodnotou 17,55 % o 2,14 % rel. více oproti kontrolní variantě.

V roce 2014 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, nejlepšího výsledku mezi variantami, konkrétně hodnoty 17,26 %. Nejnižší teoretická výtěžnost v % byla v roce 2014 zjištěna u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N), kde byla zjištěna hodnota 17,05 % tj. o 1,19 % rel. méně oproti kontrolní variantě č. 1.

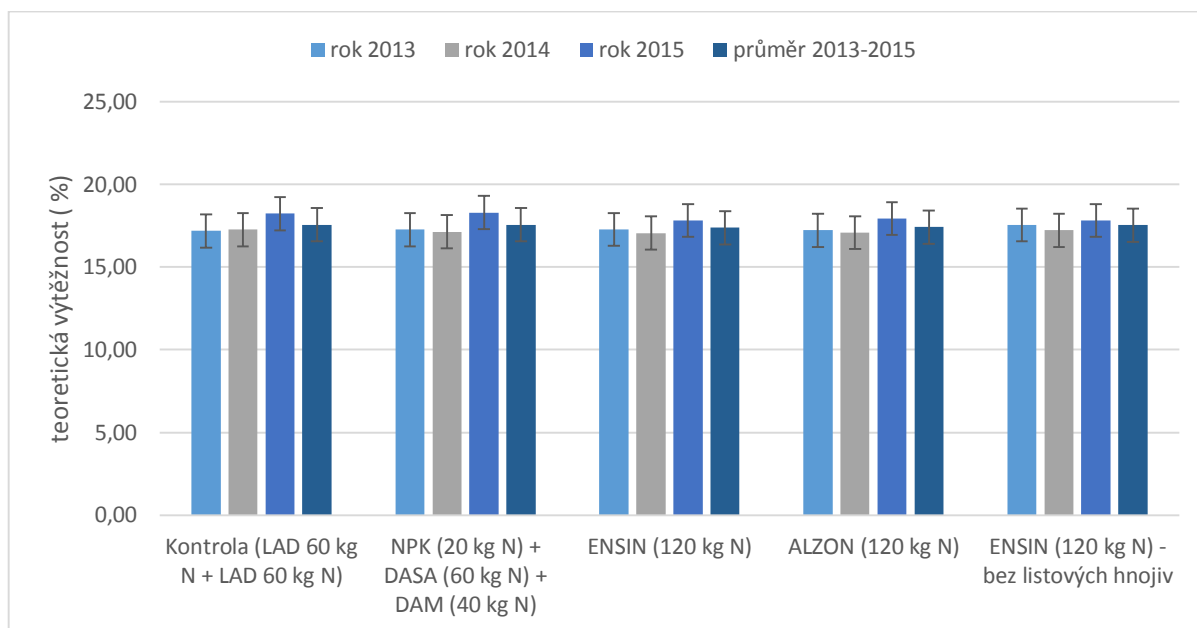
V roce 2015 bylo dosaženo v kontrolní variantě LAD 60 kg N + LAD 60 kg N, ve vazbě na ostatní varianty daného roku, druhého nejlepšího výsledku mezi variantami, konkrétně 18,23 %. Nejvyšší cukernatost v roce 2015 byla zjištěna u varianty č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) a to ve výši 18,29 %, tj. o 0,35 % rel. více ke kontrolní variantě. Nejnižší teoretická výtěžnost v % roce 2015 byla dosažena ve variantě č. 5 ENSIN (120 kg N) – bez listových hnojiv a činila 17,81 %, tj. o 2,27 % rel. méně oproti kontrolní variantě. Druhá nejnižší cukernatost byla zjištěna u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N). Hodnota byla ve výši 17,82 %, tj. o 2,22 % rel. méně ve vazbě na kontrolní variantu.

Obsah hodnoceného ukazatele je shrnut v příložené tab. 22 a následně data převedena do grafu 10.

Tab. 22 Teoretická výtěžnost (%)

Varianta		Teoretická výtěžnost							
		2013		2014		2015		průměr let 2013-2015	
		v %	%	v %	%	v %	%	v %	%
1.	<b>Kontrola</b> (LAD 60 kg N + LAD 60 kg N)	17,18 a	100,00	17,26 a	100,00	18,23 a	100,00	17,56 a	100,00
2.	<b>NPK</b> (20 kg N) + <b>DASA</b> (60 kg N) + <b>DAM</b> (40 kg N)	17,26 a	100,45	17,13 a	99,25	18,29 a	100,35	17,56 a	100,02
3.	<b>ENSIN</b> (120 kg N)	17,27 a	100,51	17,05 a	98,81	17,82 a	97,78	17,38 a	99,01
4.	<b>ALZON</b> (120 kg N)	17,22 a	100,22	17,09 a	99,00	17,93 a	98,39	17,42 a	99,19
5.	<b>ENSIN</b> (120 kg N) - bez listových hnojiv	17,55 a	102,14	17,23 a	99,82	17,81 a	97,73	17,53 a	99,85
F-test		0,47		0,19		3,19		0,32	
p (α)		0,7575		0,9405		0,0571		0,8626	
d <sub>amin.</sub>		0,940252		0,905258		0,555054		0,9594	

Graf 10 Teoretická výtěžnost (%)



## 6 Diskuse

V tříletém pokusu s cukrovou řepou se posuzoval vliv dělených dávek dusíku na výnosové a kvalitativní ukazatele. Testovaly se varianty dělených dávek hnojení dusíkem a varianty hnojení jednorázovou aplikací dusíku před setím. Dělené dávky hnojení dusíkem byly zastoupeny variantami pokusů č. 1 Kontrola LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N) a č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N). Jednorázové dávky byly zastoupeny variantami: č. 3 ENSIN (120 kg N), č. 4 ALZON (120 kg N) a č. 5 ENSIN (120 kg N) bez aplikace listových hnojiv.

Použití vyšších dávek dusíku ( $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) před setím, někteří autoři považují za rizikové. V hodnoceném pokusu byly dělené dávky použity u variant č. 1 LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N) a č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N). Naopak, vysoké dávky dusíku před setím byly u variant ENSIN a ALZON. Například Ivanič a kol. (1984) uvádí, že síran amonný v povrchové vrstvě půdy způsobí vyšší koncentraci amonného dusíku a následně může nepříznivě působit na vzcházení mladých rostlin. Také Jaroš (1993) potvrzuje, že u předset'ového dusíkatého hnojení dochází ke koncentraci zejména  $\text{NH}_4^+$  iontů v povrchové vrstvě půdy. Pro tvorbu výnosu a kvality je nejvhodnější hnojit před setím. Amonný dusík však klíčící rostliny cukrové řepy může poškodit (Chochola, 1988).

Tento důsledek použití vyšších dávek dusíku ( $120 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) se během tří pokusných let nepotvrdil a rostliny netrpěly žádnými projevy nevyrovnanosti klíčení a vzcházení.

Výživa a hnojení cukrové řepy jsou dva nejvýznamnější intenzifikační faktory ovlivňující pěstování cukrovky (Pulkrábek, Šroller, 1993). Rybáček a kol. (1985) uvádějí, že cukrová řepa je typickým představitelem nitrátových rostlin, ale Vaněk a kol. (2007) i Baier a kol. (1988), přisuzují orientaci příjmu jednotlivých forem dusíku teplotním a půdním podmínkám. Například Ivanič a kol. (1984) uvádějí, že forma dusíku nemá u cukrové řepy výraznější vliv na výnos a kvalitu, protože se vliv hnojení při delší vegetační době vyrovnává. Ke vhodnosti dělené dávky ve způsobu hnojení cukrové řepy například Vaněk a kol. (2007) uvádějí, že nejvyšší potřeba dusíku je v první polovině vegetace a pozdější příjem dusíku už není žádoucí. To tvrdí i Ivanič a kol. (1984). Urban a Pulkrábek (2001) zjistili, na základě výsledků realizovaných pokusů se stupňovanými dávkami dusíku, že tyto stupňované dávky mají vliv na výnosové a kvalitativní ukazatele cukrové řepy mírným zvýšením výnosu bulev a výrazným zvyšováním výnosu chrástu.

V intervalu tříletého pokusu let 2013 – 2015, s vazbou na použité hnojivo, byly nejvyšší naměřené hodnoty u dělených dávek dusíku u výnosového ukazatele výnos chrástu. Nejvyšší zjištěnou hodnotu výnosu chrástu vykazala varianta č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) s hodnotou  $41,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , což činilo 7,9 % nárůst oproti kontrolní variantě č. 1 LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N) s hodnotou  $38,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ . U výnosu bulev se nejvyšší naměřená hodnota u varianty dělené dávky dusíku potvrdila jen v roce 2013, kdy varianta č. 1 LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N) dosáhla  $90,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

V průměru sledovaných let 2013, 2014 a 2015 se jednoznačně nejlépe projevily varianty s jednorázovou aplikací dusíku u výnosových ukazatelů, vyjma výnosu chrástu u varianty č. 3 ENSIN (120 kg N). U této varianty bylo dosaženo nejvyššího výnosu bulev, výnosu polarizačního cukru, výnosu bílého cukru a výnosu bulev přepočteného na 16 % cukernatost.

Vaněk a kol., (2007) uvádějí, že hnojení cukrovky dusíkem v červnu nebo později má za následek jak snížení cukernatosti, tak zvýšený obsah látek, které působící silně melasotvorně. I Urban a Pulkrábek (2001) hovoří o vlivu stupňovaných dávek dusíku na cukernatost. Jednoznačně nejvyšších hodnot dosáhla cukernatost v průměru za sledované období ve variantě č. 1 LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N), s hodnotou 19,17 %. Zvýšený obsah alfa-aminodusíku, obsah draslíku a sodíku se u varianty č. 1 LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N) ani u varianty č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N) nepotvrdil.

Jednoznačně pozitivně bylo prokázáno u kvalitativních parametrů obsah alfa-aminodusíku, obsah draslíku a sodíku pozitivního vlivu jednorázových dávek dusíku u variant pokusů č. 3 ENSIN (120 kg N) a č. 4 ALZON (120 kg N). U ukazatele alfa-aminodusíku a obsahu sodíku, se pozitivně projevila varianta č. 3 ENSIN (120 kg N), u obsahu draslíku, se pozitivně projevila varianta č. 4 ALZON (120 kg N).

## **7 Závěr**

V tříletém pokusu se podařilo naplnit cíle vytyčené v diplomové práci a objektivně zhodnotit výsledky získané za období 2013, 2014 a 2015 a podrobit hypotézu o výhodnosti dělených dávek dusíku na výnosové ukazatele a kvalitativní parametry cukrovky diskusi.

V průběhu tříletého sledování se varianty hnojiv s dělenými dávkami dusíku pozitivně projevily na výnos chrástu, kdy nejvyšší zjištěná hodnota výnosu chrástu byla dosažena u varianty č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N). Statisticky průkazná data byla zjištěna právě u tohoto výnosového ukazatele.

U kvalitativních parametrů se varianty hnojiv s dělenými dávkami dusíku pozitivně projevily u cukernatosti a teoretické výtěžnosti. Nejvyšší cukernatosti dosahovala varianta pokusu č. 1 LAD (60 kg N) + LAD (60 kg N). U parametru teoretické výtěžnosti nejlepší výsledky dosáhla varianta č. 2 NPK (20 kg N) + DASA (60 kg N) + DAM (40 kg N).

Varianty s jednorázovou aplikací dusíku se jednoznačně nejlépe projevily u výnosových ukazatelů, vyjma výnosu chrástu. U varianty pokusu č. 3 ENSIN (120 kg N) bylo dosaženo nejvyššího výnosu bulev, výnosu polarizačního cukru, výnosu bílého cukru a výnosu bulev přepočteného na 16 % cukernatost.

U kvalitativních parametrů obsah alfa-aminodusíku, obsah draslíku a sodíku, se jednoznačně pozitivně projevil vliv jednorázových dávek dusíku u variant pokusů č. 3 ENSIN (120 kg N) a č. 4 ALZON (120 kg N). U ukazatele alfa-aminodusíku a obsahu sodíku, se pozitivně projevila varianta č. 3 ENSIN (120 kg N), u obsahu draslíku, se pozitivně projevila varianta č. 4 ALZON (120 kg N).



Stanovisko k vědecké hypotéze:

Rozdělení celkové dávky dusíku do několika dělených dávek dusíku bude mít pozitivní vliv na zvýšení výnosu a kvality cukrové řepy.

Hypotéza byla částečně potvrzena.

U kvalitativních parametrů (cukernatost, teoretická výtěžnost) bylo dosaženo příznivějších výsledků s aplikací dělených dávek dusíku.

U výnosových ukazatelů se však jako příznivější ukázala jednorázová aplikace dusíku před setím.

Jednoznačně nejlepší variantou hnojení byla varianta hnojení ENSINEM (v dávce 120 kg N), aplikované jednorázově před setím a můžeme ji doporučit pro využití v zemědělské praxi.

## 8 Seznam literatury

- Anon, 2011. Urea<sup>stabil</sup>. Agra Střelské Hoštice. Střelské Hoštice. s. 4.
- Baier, J., Smetánková, M., Baierová, V. 1988. Diagnostika výživy rostlin. Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČSR. Praha. 284 s.
- Brunotte, J., Schäfer, B. C., Wollenweber, D. 1998. Mulchsaat: Balsam für Böden und Rüben. Top agrar H. 2. p. 54-59.
- Černý, J., Vaněk, V., Kozlovský, J. 2001. Racionální použití hnojiv – zaměřené na zdroje živin a využití odpadních látek v zemědělství. ČZU. 138 s.
- Draycott, P. A. 2006. Sugar beet. Blackwell Publishing Ltd. Oxford. p. 474. ISBN: 140511911 X.
- Draycott, P. A., Christenson, D. R. 2003. Nutrients for sugar beet production: Soil-Plant Relationships. CAB International. Wallingford. p. 242. ISBN: 085199623 X.
- Fecenko, J., Ložek, O. 2000. Výživa a hnojení poľných plodín. SAU. Nitra. 452 s. ISBN: 8071377775.
- Hörtensteiner, S., Feller, U. J. 2002. Nitrogen metabolism and remobilization during senescence. Journal of experimental botany. Oxford. 53, p. 927-937.
- Huber, D. M., Warren, H. L., Nelson, D. W., Tsai, C. Y. 1977. Nitrification inhibitors – new tools for food production. Bio Science 27, p. 523-529.
- Hůla, J. a kol. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press. Praha. 248 s. ISBN: 9788086726281.
- Chochola, J. 2002. Racionální hnojení dusíkem a jakost cukrovky. Listy cukrovarnické a řepařské. 118. 40 s.
- Chochola, J. 2012. Vliv zásoby dusíku na potřebu hnojení cukrové řepy. Listy cukrovarnické a řepařské. 128. 3. 83 s.
- Chochola, J., Borovička, K., Bízík, J., Veverka, K. 2006. Komplexní výživa cukrovky. Danisco, 84 s.

- Ivanič, J., Havelka, B., Knop, K. 1984. Výživa a hnojenie rastlín. Príroda Bratislava – SZN Praha. Bratislava. 482 s.
- Jaroš, J. 1993. Vliv podzimního hnojení dusíkem na výnos a jakost cukrovky. Listy cukrovarnické a řepašské. 109 (8). 175–178 s.
- Jozefyová, L., Pulkrábek, J., Urban, J. 2004. Effect of harvest time on sugar beet fertilized with increased nitrogen. Journal of Food, Agriculture and Environment, 2 (1). p. 232-237.
- Jůzl, M., Pulkrábek, J., Diviš, J. a kol. 2000. Rostlinná výroba III (Okopaniny). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 198 s. ISBN: 8071574465.
- Křištín, J., Hronský, Š., Kaňková, M., Krejčí, M., Kuchtík, F., Mizla, C. 1992. Technológia rastlinnej výroby II. Príroda. 2. vydání. Bratislava. 284 s. ISBN: 8007005552.
- Mengel, K., Kirkby, A. E. 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht London. p. 849.
- Noctor, G., Novitskaya, L., Lea, P. J., Foyer, C. H. 2002. Journal of experimental botany. Oxford. 53. p. 39-42.
- Paul, E. A., Clark, F. E. 1996. Soil Mikrobiology and Biochemistry. Academic Press. London. p. 284.
- Peoples, M. B., Craswell, E. T. 1992. Biological nitrogen fixation – investments, expactetions and actual contributions to agriculture. Plant Soil 141, p. 13-39.
- Pulkrábek, J., Šroller, J. 1993. Základy pěstování cukrovky. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze. Praha. 62 s. ISBN: 8071050466.
- Pulkrábek, J., Urban, J. 2008. Inovační trendy v pěstování cukrovky a její využití na biolích. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 28 s. ISBN: 9788072711956.
- Pulkrábek, J., Urban, J., Bečková, L., Valenta, J. 2007. Řepa cukrová. Kurent, s.r.o. České Budějovice. 64 s. ISBN: 9788087111000.
- Richter, R., Hlušek, J. 2006. Využití dusíku rostlinami z aplikovaných hnojiv. Nové trendy v používání dusíkatých hnojiv. VURV. Praha. 5-14 s. ISBN: 8086555968.
- Richter, R., Kubát, J. 2004. Organická hnojiva, jejich výroba a použití. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 56 s. ISBN: 8072711334.

- Russel, C. A. 1988. Field sampling: principles and practices in environmental analysis. New York. Marcel Dekker. 355, p. 138-159. ISBN: 0824754719.
- Rybáček, V. a kol. 1985. Cukrovka. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 480 s.
- Urban, J., Pulkrábek, J. 2001. Vliv stupňovaných dávek dusíku a doby sklizně na technologickou jakost cukrovky. Listy cukrovarnické a řepářské. 117 (7-8). 176-179 s.
- Urban, J., Pulkrábek, J., Jozefyová, L. 2005. Listová výživa cukrovky a její využití v rámci pěstitelské technologie. Agro. 10 (5). 64-66 s.
- Urban, J., Pulkrábek, J., Jozefyová, L., Šroller, J. 2003. Cukrovka – co nového. Rezervy ve výživě a ochraně cukrovky. Úroda. 51 (12). 1-3 s.
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, s.r.o. Praha. 167 s. ISBN: 9768086726250.
- Wang, C., Van den Ende, W., Tillberg, J. E. 2000. Fructan accumulation induced by nitrogen efficiency in barley leaves correlates with the level of sucrose: fructan 6-fructosyltransferase mRNA. Planta. 211. p. 701-707.
- Zahradníček, J., Nečasová, M., Tyšer, L., Kožnarová, V., Hosták, V., Balšánek, V., Bubník, Z., Pour, L. 2009. Technologická jakost cukrovky po ošetření listovým hnojivem v letech 2007 a 2008. Listy cukrovarnické a řepářské. 125 (9-10). 274-276 s.
- Zehnálek, J., Adam, V., Kizek, R. 2006. Asimilace dusičnanového, amidického a amonného dusíku u zemědělských plodin, Chemické listy. 100. 508-514 s.

## **9 Samostatné přílohy**