

***MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA***

***DIPLOMOVÁ PRÁCE***

***BRNO 2015***

***JIŘÍ DOLEŽAL***

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

---



*Vliv přípravku Terra-Sorb na výnos a kvalitu polních plodin*

*Diplomová práce*

Vedoucí práce:  
Prof. Ing. Dr. Luděk Hřivna

Vypracoval:  
Bc. Ing. Jiří Doležal

Brno 2015

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

*Prohlašuji, že jsem práci:*

### ***Vliv přípravku Terra-Sorb na výnos a kvalitu polních plodin***

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

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

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

V Brně dne: 26.04.2015

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych tímto poděkovat prof. Dr. Ing. Lud'ku Hřivnovi za čas, ochotu, trpělivost, cenné rady a připomínky při zpracování této diplomové práce.

Zároveň bych chtěl poděkovat všem lidem, kteří se podíleli na vedení jednotlivých pokusů, jejichž výsledky jsou v práci uváděny.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce je zaměřena na ověření vlivu přípravku Terra-Sorb, obsahujícího volné aminokyseliny, na výnos a kvalitu u vybraných polních plodin. Hlavní pozornost je věnována především uplatnění dusíku a aminokyselin ve výživě rostlin. Toto je rozebíráno zejména v rámci literární rešerše, která je také zaměřena na příjem živin a mimokořenovou výživu polních plodin.

Praktická část se zaměřuje zejména ověřením účinků přípravku Terra-Sorb. Jeho účinky byly posuzovány v rámci jednoletých i víceletých maloparcelních pokusů na lokalitě ve Velké Bystřici. Ověřovány byly různé aplikace přípravku Terra-Sorb na ozimé pšenici, cukrové řepě a jarním ječmeni. U jednotlivých plodin byl hodnocen výnos i kvalita produkce.

### **Klíčová slova:**

Výživa, mimokořenová výživa, pomocný rostlinný přípravek, aminokyseliny, Terra-Sorb, maloparcelní pokusy, pšenice ozimá, cukrová řepa, ječmen jarní, výnos, kvalita produkce

## **ABSTRACT**

The Diploma Thesis is focused on the effect of the preparation Terra-Sorb which contains free amino acids, on the yield and the quality of choosen field crops. The main attention is pursued especially on the use of nitrogen and aminoacids in the plant nutrition. It's analyzed mainly in the literature review which is also focused on the intake of the nutrient and foliar nutriet of the field crops.

The practical part is focused mainly on the verification of the effect of the stimulator Terra-Sorb. It's effect was verified during annual and perennial small plot trials on the location in Velká Bystřice. There were verified the different applications of the stimulator Terra-Sorb in the winter wheat, sugar beet and spring barley. There were evaluated yield and quality of each crops.

### **Key words:**

Nutrition, foliar nutrition, growth stimulator, amino acids, Terra-Sorb, small plot trials, winter wheat, sugar beet, spring barley, yield, quality

## OBSAH

1	ÚVOD .....	9
2	CÍL PRÁCE .....	11
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE .....	12
3.1	Rozdělení rostlinných živin .....	12
3.2	Příjem živin rostlinami .....	13
3.2.1	Kořenová výživa rostlin .....	14
3.2.2	Mimokořenová výživa rostlin .....	15
3.3	Dusík ve výživě rostlin .....	19
3.3.1	Asimilace nitrátového dusíku .....	19
3.3.2	Asimilace amoniakálního dusíku .....	21
3.3.3	Asimilace močoviny .....	21
3.3.4	Fixace vzdušného dusíku .....	22
3.3.5	Inkorporace amoniakálního dusíku .....	23
3.3.6	Translokace dusíku .....	24
3.4	Stimulace rostlin .....	26
3.4.1	Pomocný rostlinný přípravek .....	26
3.4.2	Rozdělení pomocných rostlinných přípravků .....	27
3.5	Aminokyseliny .....	28
3.5.1	Aminokyseliny ve výživě rostlin .....	29
4	MATERIÁL A METODY .....	31
4.1	Materiál .....	31
4.1.1	Charakteristika přípravků Terra-Sorb foliar a Terra-Sorb komplex .....	31
4.2	Umístění pokusů .....	32
4.3	Průběh povětrnosti .....	32
4.4	Metodika pokusů .....	33
4.4.1	Metodika pokusů pšenice ozimé .....	33
4.4.2	Metodika pokusů cukrové řepy .....	34
4.4.3	Metodika pokusu jarního ječmene .....	36
4.4.4	Vyhodnocení výsledků .....	36
5	PRŮBĚH A VÝSLEDKY POKUSŮ .....	38
5.1	Průběh jednotlivých pokusů .....	38

5.1.1	Průběh pokusů pšenice ozimé .....	38
5.1.2	Průběh pokusů cukrové řepy .....	42
5.1.3	Průběh pokusu jarního ječmene .....	48
5.2	Vyhodnocení výsledků .....	49
5.2.1	Vyhodnocení pokusů v pšenici ozimé.....	49
5.2.2	Vyhodnocení pokusů v cukrové řepě .....	54
5.2.3	Vyhodnocení pokusu v jarním ječmeni.....	57
6	DISKUZE .....	60
7	ZÁVĚR .....	64
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	66
9	SEZNAM TABULEK .....	70
10	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	71
11	SEZNAM GRAFŮ .....	72

# 1 ÚVOD

Zemědělský půdní fond České republiky představoval ke konci roku 2013 téměř 4,22 milionu hektarů. Oproti předchozímu roku došlo k jeho snížení zhruba o 4500 hektarů. Toto číslo představuje asi 0,1%. Oficiálně se v České republice mluví o denním úbytku mezi 10 – 15 ha zemědělské půdy (PŘIBÍK, 2014). Podobná čísla bychom mohli při přepočtu na rozlohu dohledat i v dalších státech střední Evropy. I díky tomuto faktoru se stále zvyšuje cena zemědělské půdy a rostou její nájmy. Na zemědělskou prvovýrobu je pak vytvářen stále větší tlak dosahování co nejlepších výsledků za přijatelných nákladů.

Stále se zvyšující tlak na prvovýrobce v zemědělství za účelem zvyšování produkce vyžaduje také nové intenzifikační postupy. V rostlinné prvovýrobě je každoročně k dispozici celá řada novinek a inovací ze skupiny odrůd, herbicidů, fungicidů, insekticidů, hnojiv, o vybavení mechanizací ani nemluvě. Stále častěji je však jako výrazný intenzifikační faktor využívána i skupina tzv. pomocných látek nebo stimulátorů růstu.

Používání stimulátorů růstu je již dlouhou dobu nedílnou součástí technologie pěstování speciálních plodin, zejména ovoce a zeleniny, ale v posledních letech se v čím dál větší míře uplatňuje také v polních podmínkách (KUTHAN, 2013). MARTYKÁN (2010) uvádí, že v běžné technologii pěstování ozimé řepky je v průměru každoročně vynaloženo 300 Kč na aplikaci pomocných látek na každém hektaru v této plodině. Podobná i vyšší čísla zmiňují i další autoři např. u ozimé pšenice, jarního ječmene nebo cukrovky. HAŠKOVÁ (2013) tyto aplikace chápe jako již nedílnou součást vysoké agrotechniky pro stimulaci vyššího využití genetického potenciálu a omezení negativního působení stresových vlivů během vegetace.

Podle dostupných informací na stránkách ÚKZÚZ je v současné době pouze v České republice zaregistrováno více než 350 různých přípravků a látek, které jsou svým zařazením specifikovány jako pomocné rostlinné přípravky, a jejich počet neustále narůstá. TRČKOVÁ (2010) tyto látky rozdělila do několika skupin, a to na nitrofenoláty sodných solí, deriváty kyseliny benzoové, huminové látky, hydrolyzáty bílkovin, extrakty z mořských řas, dále existují vzájemné kombinace jednotlivých látek, často doplněné o auxiny, cytokininy, gibbereliny a další. Všichni výrobci pak deklarují shodné nebo velmi podobné účinky jako např. podpora růstu a zvýšení výnosového potenciálu, výrazné zlepšení kvality sklizně, podpora růstu kořenového systému, zvýšení odolnosti vůči stresu (sucho, chlad, zasolení, zamokření), zlepšení struktury půdy, vyšší využitelnost živin a zvýšení půdní vodní kapacity,



vyváženost jednotlivých mikroživin, zvýšená přirozená obranyschopnost rostlin vůči chorobám, a další (KREPMA, 2013).

V současné době je již nemožné legislativně jakkoli omezovat jednotlivé stimulatory růstu, zároveň ale vzhledem k šíři nabídky není možné je důkladně prozkoušet či přezkoušet a ověřit jejich účinky nebo rizika. Zemědělské podniky se tak stále častěji setkávají s velmi kvalitním marketingem ohledně daného produktu, jeho aplikací si však v lepším případě nemusí vůbec pomoci, v horším případě může dojít k nevhodné kombinaci růstových stimulatorů s herbicidy či regulátory růstu, což může porosty dokonce omezovat či brzdit ve vývoji. I proto by se mělo dbát na neustálé zkoušení i zavedených produktů, ověřování dosažených výsledků, jejich rozbor a jednotlivá doporučení provádět až na základě víceletých zkušeností.

Právě za tímto účelem vznikly také jednotlivé pokusy s přípravkem Terra-Sorb v rámci pšenice ozimé, ječmene jarního a cukrové řepy. Jejich cílem by neměla být jen prezentace dosažených výsledků, ale hlavně ověření, že je přípravek schopen poskytovat deklarované účinky i v rámci jednotlivých plodin, v různých termínech, dávkách a kombinacích aplikace, v úrodnějších i méně úrodných letech. Pouze dlouhodobé ověřování, zkušenosti a znalosti mohou zajistit zemědělci, že tento intenzifikační prvek nejsou jen vynaložené náklady, ale reálně zhodnocené peníze, které bude moci v dalších sezónách využít.

## 2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo vypracovat literární rešerši zabývající se výživou, důraz byl kladen na mimokořenovou a dusíkatou výživu, dále pak uplatnění aminokyselin a obecně pomocných látek v rámci agrotechniky polních plodin.

Cílem praktické části bylo provést maloparcelní polní pokusy na vybraných plodinách a ověřit účinky přípravku Terra-Sorb, který obsahuje volné aminokyseliny, ve výživě polních plodin. Při hodnocení jednotlivých výsledků byl důraz kladen kromě výnosu i na kvalitu produkce v rámci jednotlivých variant pokusů.

### 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

#### 3.1 Rozdělení rostlinných živin

Minerální výživou rozumíme proces začleňování látek s nízkou chemickou energií do organických látek. Toho je dosahováno na úkor energie získané jinými metabolickými procesy (RICHTER, HLUŠEK, 1999). Přetvářet anorganické látky je jedna z nejdůležitějších schopností autotrofních organismů. Ty tak mohou transformovat sluneční energii na chemickou. Rostlina při tom musí mít k dispozici vedle základních molekul jako H<sub>2</sub>O a CO<sub>2</sub> i ostatní biogenní prvky, které jsou živinami převážně v iontové formě. Minerální živiny jsou prvky, jež jsou nezbytné pro vývoj a růst rostliny a není možné je nahradit jinými chemickými prvky. Jedná se o tzv. biogenní prvky, bez kterých by rostlina nebyla schopna normálního vývoje (RICHTER, 2004).

Nejdůležitější prvky, které se zúčastňují tvorby rostlinného těla, můžeme rozdělit do následujících skupin (RYANT, 2014):

- **Makroelementy**, které se vyskytují od desetin do desítek procent (C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S).
- **Mikroelementy**, jejichž obsah se pohybuje pod desetinu % (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo).
- **Užitečné prvky**, jejichž požadavek je specifický podle jednotlivého druhu rostliny (Na, Cl, Si, Al, Ti, aj.)
- **Ostatní prvky**, které jsou obsaženy v rostlinách jako důsledek zvýšeného přirozeného obohacení nebo pod vlivem antropogenní činnosti člověka (cizorodé prvky Cd, Pb, Cr, As, Be, Ni, aj.)

Vzhledem ke specifčnosti každého z prvků se všechny mohou stát pro vývoj rostliny faktorem v minimu i bez ohledu na zastoupení, jakým se podílí na výstavbě živé hmoty. Z tohoto důvodu je z fyziologického hlediska rozdělení prvků na makroelementy a mikroelementy nepřesné, navíc některé mají v metabolismech rostlin i podobné funkce. I proto uvádějí RICHTER, HLUŠEK (1999) rozdělení živin podle fyziologických a biochemických vlastností do 4 skupin: (tab. 1)

**Tabulka 1: Rozdělení prvků podle fyziologických a biochemických vlastností (RICHTER, HLUŠEK, 1999)**

Skup.	Živina	Příjem	Biochemické funkce v rostlinách
1	C, H, O, N, S	Ve formách $\text{CO}_2$ , $\text{HCO}_3^-$ $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{O}_2$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NH}_4^+$ $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{SO}_2$	- hlavní složky organických látek - základní prvky enzymatických procesů - zúčastňuje se oxidačně redukčních reakcí
2	P, B, Si	Ve formách fosfáty, kys. boritá, boráty, silikáty	- esterifikace nativních alkoholových skupin - fosfátové estery se zúčastňují přenosu energie
3	K, Na, Mg, Ca, Mn, Cl	V iontových formách z půdního roztoku	- vyznačují se nespecifickými funkcemi, které řídí osmotický potenciál - specifikují činnost enzymových proteinů - aktivují enzymy - vyrovnávají nedifúzní a difúzní anionty
4	Fe, Cu, Zn, Mo	Ve formách iontů nebo chelátů z půdních roztoků	- převládají v chelátových formách inkorporovaných do prostetických skupin - umožňují elektronový transport se změnami valence

Další autoři dále dělí rostlinné živiny například na kovy, nekovy a těžké kovy, jak uvádějí i VARGA, DUCSAY (2013):

- **Nekovy:** C, O, H, N, P, S, B, (Si), Cl
- **Kovy:** K, Ca, Mg, (Na)
- **Těžké kovy:** Fe, Mn, Cu, Zn, Mo (Co)

### 3.2 Příjem živin rostlinami

Veškerá hmota rostlin je tvořena asimilací jednoduchých anorganických látek, které jsou přijímány z vnějšího prostředí. S využitím sluneční energie jsou pak z těchto látek vytvářeny složité, energeticky bohaté sloučeniny, jiné mohou být využity jako součásti struktur nebo pro zabezpečení metabolických procesů v rostlině (PROCHÁZKA, 1998).

Pod pojmem příjem živin rozumíme především proces postupu živin z vnějšího prostředí do rostliny (SMITH, 1995). Jde o jeden ze základních projevů života rostliny, kdy rostliny přijímají zejména uhlík, kyslík a částečně vodík. Jednotlivé živiny vstupují do rostliny přes kutikulu, popř. průduchy listů, stonky, osinami, atd. Pomocí těchto částí mohou rostliny přijímat i další živiny jako N, P, K, Ca, Mg, Fe, mikroelementy a další látky, nejčastěji ve formě rozpustných solí určité koncentrace. Tento způsob se nazývá tzv. listová neboli foliární výživa. Vedle toho rostliny přijímají všechny živiny i kořeny (ŠKARPA, RICHTER, RYANT, 2015).

### 3.2.1 Kořenová výživa rostlin

Absorpční povrchové plochy kořenů jsou místem, kde dochází k příjmu živin z půdy. Na jejich příjmu se podílejí všechny mladé části kořenů, zejména pak kořenové vlášení. RICHTER (2004) uvádí, že pohyb živin ke kořenům se děje:

- **Absorpcí iontů živin z půdního roztoku** – některé ionty mohou být přijímány přímo kořeny rostlin z půdního roztoku, jejich koncentrace je však velmi nízká.  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ , aj. jsou obsaženy v koncentracích  $100 \text{ mg.l}^{-1}$  i vyšších. Naopak fosforečnany, popř. některé mikroelementy jsou pouze v koncentracích pod  $1 \text{ mg}$  i nižších. Obsah iontů, které jsou odčerpány z půdního roztoku, se doplňuje z tuhé fáze půdy (BARKER, PILBEAM, 2007).

- **Výměnnou absorpcí adsorbovaných živinných iontů** – kořen sám uvolňuje  $\text{H}^+$  a  $\text{HCO}_3^-$  jako disociační produkty vydýchaného  $\text{CO}_2$ , čímž je podporována výměna iontů na povrchu jílových a humusových částic a jsou tak získávány živinné ionty.

- **Zpřístupněním živin vázaných v půdní zásobě** – je způsobeno vylučováním  $\text{H}^+$  iontům a organickým kyselinám. Dochází tak k uvolňování živin z chemických sloučenin a jsou tvořeny chelátové komplexy. Ty chrání kovy před vznikáním opětovné zpětné vazby a jednotlivé cheláty jsou poté snadněji přijímány kořeny rostlin. Míra exkrece závisí mj. na rychlosti respirace, na kterou má vliv dostupnost kyslíku a jednotlivých sacharidů kořenům.

Živiny se ke kořenům dopravují kontaktní výměnou nebo objemovým tokem a difúzí (RICHTER, HLUŠEK, 1999). Kontaktní výměna je prováděna mezi povrchem kořenů a povrchem půdních koloidů. Způsobuje přímou výměnu uvolňujícího se  $\text{H}^+$  z kořenů za kationty půdních koloidů. Jedná se však o výměnu, jež se na celkovém příjmu iontů podílí jen velmi malým podílem. Objemový tok probíhá, když se transportuje jako konvekční tok vody

z půdního roztoku kořene (RYANT, 2014). Velikost toku je závislá na toku vody, která slouží jako rozpouštědlo, a na koncentraci jednotlivých iontů ve vodě. Funguje tak nepřetržitá výměna iontů mezi pevnou fází půdy a půdním roztokem. Ten také představuje největší zdroj živin. Jejich přijatelnost závisí na chemickém potenciálu iontů v půdním roztoku, teplotě půdy, kapacitě půdy vázat ionty a uvolňovat je během růstu rostlin, od množství iontů v půdě, atd. (BARKER, PILBEAM, 2007).

Jedním z nejdůležitějších faktorů, který ovlivňuje příjem iontů, je koncentrace a aktivita iontů v půdním roztoku. Při vyšším obsahu iontů v roztoku musí rostoucí kořen překonat menší vzdálenost k vytvoření podmínek pro povrchovou sorpci. Existuje dynamická rovnováha iontů v půdním roztoku a iontů, která způsobuje, že jsou po odčerpání rostlinou opět do půdního roztoku doplňovány uvolněním ze sorpčních vazeb, z krystalových mřížek, z organických látek. Přijímané ionty na povrchu kořenů se mohou buď povrchově absorbovat nebo pronikat hlouběji do pletiv (RICHTER, 2004).

Příjem živin kořeny tak probíhá povrchovou adsorpcí iontů, jež má výměnný charakter a je způsobována díky negativní valenci karboxylových skupin pektinových látek buněčných stěn kořenových buněk. Samotná výměnná sorpční kapacita kořenů pak závisí u jednotlivých rostlin na daném druhu, odrůdě i stáří rostliny. V zásadě je ale vyšší u rostlin dvouděložných oproti jednoděložným, dále pak u mladších rostlin v porovnání se staršími. Samotný příjem iontů do buněčného prostoru kořenů probíhá formou pasivního a aktivního transportu (RICHTER, HLUŠEK, 1999).

### **3.2.2 Mimokořenová výživa rostlin**

Schopnost rostlin přijímat živiny z okolního prostředí všemi buňkami rostlinného těla, tedy i buňkami listů, byla prokázána již v polovině 19. století (TRČKOVÁ, RAIMANOVÁ, SVOBODA, 2009).

Mimokořenovou neboli foliární výživu chápeme zejména jako příjem a utilizaci minerálních i organických forem živin, které jsou aplikovány na nadzemní části rostlin ve formě vodných roztoků (RICHTER, HLUŠEK, 1999). Jedná se pouze o doplňkový druh výživy, který sice umožňuje operativní korekci aktuálního výživového stavu rostliny, foliární výživa však nedokáže úplně nahradit výživu kořenovou. HŘIVNA (2015) uvádí mimokořenovou výživu pouze jako doplněk výživy, zejména pro širokolisté rostliny a u speciálních kultur, popř. jako opatření pro eliminaci nepříznivých podmínek pro kořenový příjem živin při

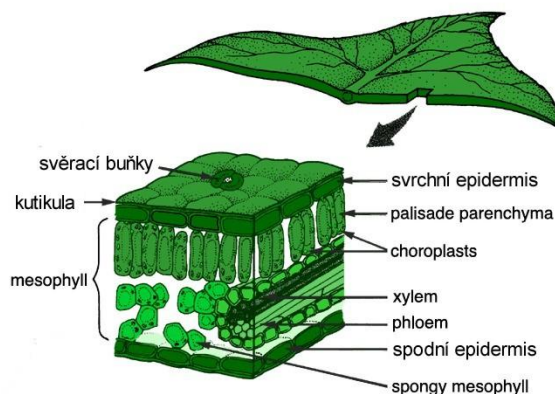
nevhodných půdních podmínkách. Takovými mohou být např. nedostatek vláhy, nevhodné pH, silná sorpce, atd. VANĚK (2002) vyzdvihuje význam foliárních aplikací zejména při poškození kořenů a v době nezbytných pro překonání kritických období růstu rostlin, případně jako prevenci před možným poškozením rostlin.

TRČKOVÁ (2010) považuje použití listových doplňků za racionální pouze v některých konkrétních případech, např. při dočasně nepříznivých podmínkách pro příjem živin z půdy, k regeneraci porostů poškozených abiotickým nebo biotickým stresem, k dodání chybějících stopových živin během vegetace nebo k dodání a ovlivnění dusíkaté výživy v pozdních fázích vegetace a k ovlivnění tak kvality produkce.

RICHTER (2003) uvádí, že rostliny, odkázané pouze na mimokořenovou výživu, zaostávají ve vývoji a silně je u nich omezována tvorba generativních orgánů. Naopak předností tohoto způsobu přijímání živin je, že se zvyšuje účinnost dodaných živin, aplikaci lze navíc také spojit s ošetřením herbicidy, pesticidy a morforegulátory.

Hlavní překážka, kterou vstupují živiny do nadzemní části rostliny, je kutikula. Ta je uložena jako dvojrozměrná polymerní membrána na povrchu všech primárních nadzemních orgánů rostlin (TRČKOVÁ, RAIMANOVÁ, SVOBODA, 2009). Jejím úkolem je chránit rostlinu před vypařováním vody, zároveň však i omezuje únik metabolitů z vnitřních pletiv rostlin a omezuje vstup znečišťujících látek z prostředí. Rostlinná kutikula pak také představuje hlavní překážku pro látky, jež se aplikují na povrch listu, ať už jsou to hnojiva nebo látky sloužící na ochranu rostlin. ŠKARPA, RICHTER, RYANT (2015) uvádějí, že v případě, že je povrch listů ovlhčen, kutikula se rozestoupí a umožňuje tím kontakt roztoku s buňkami epidermální části listu (obr.1). Tento efekt je možné ještě zesílit přidáním smáčedel neboli detergentů k aplikovanému roztoku (RICHTER, HLUŠEK, 1999).

**Obrázek 1: Stavba listu RYANT (2003)**



Aplikované živiny překonáním kutikulární vrstvy listu vstupují do volného prostoru, který se skládá z intermicelárních prostorů buněčných stěn a mezibuněčných prostor. Z těchto pak dále difundují do hlubších vrstev mezofylu, podobně jako v případě živin, které jsou přiváděny do volných prostorů listů xylémem z kořenů. Zajištěno je tak přijetí listových živin všemi buňkami mezofylu (HŘIVNA, 2015). Jedná se o tzv. pasivní příjem živin, jež není závislý na metabolismu rostliny. Právě z toho důvodu se mohou živiny pohybovat i zpět na povrch listů a být vyplavovány deštěm nebo závlahou (VANĚK, 2012).

Aplikací listové výživy jsou živiny listem hromaděny, což může mít za následek dočasné snížení jejich příjmu z půdy. Naopak důsledkem metabolických změn dochází ke zvýšenému příjmu kořenovým systémem všech ostatních živin (RYANT, 2014).

Účinnost foliárních aplikací může být značně rozdílná a závislá na koncentraci a dávce roztoku. Ta by zároveň neměla být příliš vysoká, protože by mohlo docházet k popálení listů. Obecně by se při mimokořenové aplikaci mělo dbát na doporučení ohledně výrobcem udávaných koncentrací roztoků. Velký význam ale mají i faktory vnějšího prostředí, jako je vlhkost, teplota či světlo. Při vyšších relativních vlhkostech zpravidla zůstává roztok na listech déle a zvyšuje se tak vstup jednotlivých iontů do listů. Po odpaření vody a za vyšší teploty je naopak příjem iontů omezen a může tak docházet i k nežádoucímu popálení listů (HŘIVNA, 2015).

Absorbce jednotlivých živin při foliární výživě je rozdílná. TRČKOVÁ (2010) rozlišuje při příjmu živin několik úzce souvisejících fází, které následně ovlivňují rychlost příjmu jednotlivých živin. Jedná se zejména o ovlhčení povrchu listu roztokem hnojiva, průnik kutikulou a buněčnou stěnou epidermis, vstup do listového apoplastu (buněčné stěny a mezibuněčné prostory), aktivní příjem živin do listového symplastu (cytoplasma buněk propojená plasmodesmaty), distribuce uvnitř listu a rostliny. Obecně procházejí přes membrány rychleji kationty oproti aniontům (RICHTER, HLUŠEK, 1999) uvádějí nejrychlejší příjem v rámci foliární výživy u dusíku ve formě močoviny (1/2 – 2 hodiny), následuje hořčík (2-5 hodin), draslík (10-24 hodin), vápník, mangan a zinek (1-2 dny), fosfor (5-10 dnů), železo, molybden (10-20 dnů). ŠKARPA, RICHTER, RYANT (2015) připomínají, že účinnost jednotlivých látek však záleží také na mobilitě aplikovaných živin. Zejména u živin s horší mobilitou je nezbytné opakování jednotlivých postřiků nebo je provádět v době, kdy rostlina tyto živiny potřebuje nejvíce. Foliární výživa může být velmi účinná zejména u těch živin, které jsou přijímány pomalu a navíc jsou v rostlinách relativně nemobilní, jak je uvedeno v tabulce č. 2 (RICHTER, 2003). Konečná rychlost absorpce jednotlivých živin však závisí na



celé řadě dalších podmínek a faktorů. Jedná se například o anatomicko-morfologickou stavbu listů, tloušťku kutikuly, stáří listů nebo rostlin, aj.

**Tabulka 2: Absorpce a relativní mobilita foliárně aplikovaných živin (RICHTER, 2003)**

Pořadí absorpce		Pořadí mobility	
Rychle	N (močovina), Rb, Na, K, Cl, Zn	Mobilní	N (močovina), Rb, Na, K, P, Cl, S
Středně rychle	Ca, S, Ba, P, Mn, Br	Částečně mobilní	Zn, Cu, Mn, Fe, Mo, Br
Pomalou	Mg, Sr, Cu, Fe, Mo	Nemobilní	Mg, Ca, Sr, Ba

RYANT (2014) uvádí, že foliární výživou lze zabránit přehnojování půd a snížit riziko pro životní prostředí. Je třeba brát v úvahu výrazně vyšší náklady na hnojení a to i přesto, že díky mimokořenové výživě dosahujeme až 85% účinnosti živin, zatímco při aplikaci hnojiv přes půdu pouze 30-60% účinnosti v závislosti na druhu živiny (HŘIVNA, 2015).

Foliární výživa nám sice umožňuje provést velmi rychlou korekci výživy, v žádném případě však nemůže zcela nahradit výživu kořenovým systémem a jedná se spíše o doplněk nebo korekci jednotlivých živin (RICHTER, 1999).

Reakce daného roztoku při mimokořenové výživě by navíc měla mít nejlépe neutrální pH. Navíc je při její aplikaci nezbytné dbát také na vhodnou koncentraci roztoku, kdy u makrobiogenních prvků se doporučují 2% roztoky, zatímco v případě mikrobiogenních prvků je vhodnější koncentrace do 0,2%. Při zvýšených koncentracích může docházet až k popálení listů. Na toto mohou mít také částečně vliv faktory vnějšího prostředí jako vlhkost, teplota nebo světlo. Například při větší relativní vzdušné vlhkosti zůstává roztok na povrchu listů déle a zvyšuje se tak vstup iontů do listů. Po odpaření vody, při vyšší teplotě, je příjem iontů omezen a může docházet opět i k popálení listů (RICHTER, HLUŠEK, 1999).

ŠKARPA, RICHTER, RYANT (2015) vidí v rámci mimokořenové výživy hlavní omezení, které jsou dány zejména nízkou penetrační rychlostí, která je závislá na tloušťce kutikuly, nízkou propustností hydrofobního povrchu, její sníženou účinností v důsledku srážek následujících po listové aplikaci živin, rychlém vyschnutí roztoku vlivem vysoké teploty a nízké vlhkosti vzduchu, u některých živin (Ca, Fe) limitující reutilizací po jejich přijetí do dalších orgánů rostlin vlivem jejich nízké mobility ve floému, limitujícím množstvím přijatých živin (zejména makrobiogenních) jednou aplikační dávkou mimokořenové výživy.

### 3.3 Dusík ve výživě rostlin

Dusík je jedním z nejvýznamnějších prvků pro všechny živé organismy a to včetně rostlin. Jako takový je obsažen a součástí aminokyselin, amidů, bílkovin, pyrimidových a purinových bází, nukleových kyselin, chlorofylu, enzymů a dalších biologicky aktivních látek. Jeho obsah se v rostlinách může pohybovat ve značném rozmezí a to v závislosti na orgánu dané rostliny a jejím stáří. Jeho obsah je zpravidla vyšší v počátečních fázích vývoje rostliny, postupně s tvorbou další biomasy klesá (SMITH, 1995).

Dusík má mezi jednotlivými prvky specifický význam. Podle procentního zastoupení v rostlině stojí tento prvek na čtvrtém místě. Dusík pomáhá spoluzajišťovat přeměnu kinetické sluneční energie na energii chemickou, je v rostlině stavebním kamenem všech aminokyselin, které konstruuji každou molekulu bílkoviny (RICHTER, 1999). Toto dává dusíku výjimečné postavení, protože bílkovinné látky jsou základní složkou protoplazmy. Mimo to sahá dusík do metabolismu v souvislosti s rostlinnými enzymy, vitamíny i dalšími biokatalytickými látkami, jako součást purinových a pyrimidinových bází se účastní předávání genetických informací nebo syntézy bílkovin v polypeptidovém řetězci. Proto jsou mu často přisuzovány názvy jako „motor života“ a obvykle je rozhodujícím faktorem, jehož nadbytek nebo nedostatek se projevuje ve škodlivých efektech, neboť se projeví na výnose i na kvalitě (PROCHÁZKA, 1998).

Velmi důležité jsou zejména procesy, jimiž rostliny přeměňují anorganický dusík ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{N}_2$ ) na organické sloučeniny, protože organismus je závislý na dietetickém zdroji N z rostlin a mikroorganismů. Přijímaný dusík je zabudováván do uhlíkatých sloučenin v aminoskupinách při vzniku aminokyselin. Rostlina je prakticky schopna přijmout dvě formy dusíku -  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$  ionty. Obě formy jsou mobilní, velmi dobře metabolicky využitelné, jejich význam je však značně rozdílný. Rostliny však kromě toho mohou v omezené míře přijímat i některé dusíkaté organické látky jako jsou například močovina nebo aminokyseliny, u některých druhů slouží jako zdroj dusíku i vzdušný  $\text{N}_2$  (RYANT, 2014).

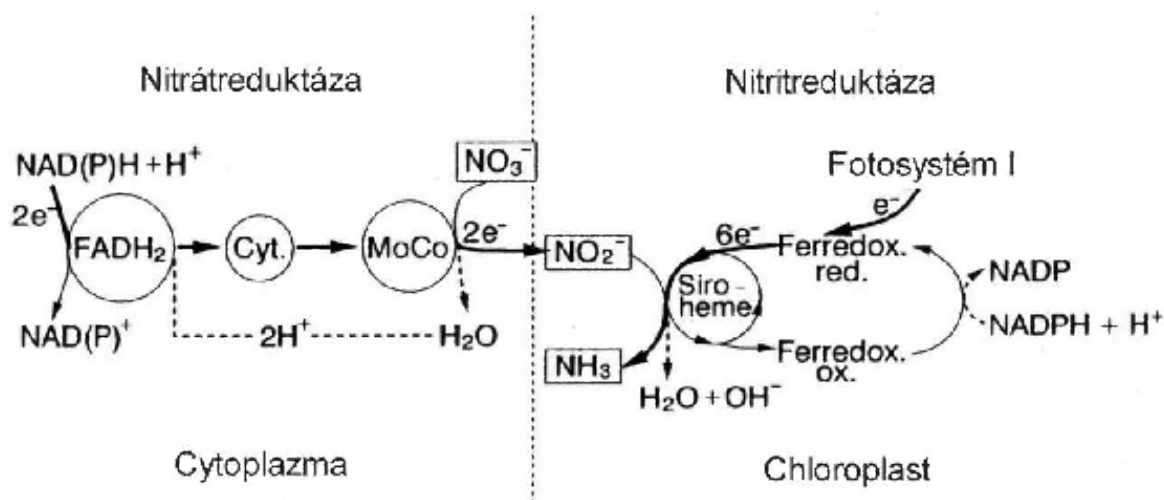
#### 3.3.1 Asimilace nitrátového dusíku

Nitrát má za normálních podmínek největší význam v rámci výživy rostlin. Je aktivně přijímán kořeny ve směru elektrochemického gradientu. Naopak výdej  $\text{NO}_3^-$  je procesem pasivním. Lepší příjem nitrátového dusíku je při kyselejších pH, pokud je pH na úrovni 6,8 a

více, může se příjem  $\text{NO}_3^-$  a  $\text{NH}_4^+$  vyrovnávat. Amonný iont působí na příjem nitrátové formy inhibičně (RICHTER, 2004).

Nitrát je prakticky hlavním zdrojem dusíku pro výživu rostlin (MARSCHNER, 1999). Před samotným procesem metabolizování však musí být redukován na  $\text{NH}_3$  formu. Jedná se o tzv. redukci nitrátu, která se skládá ze dvou etap: redukce  $\text{NO}_3^-$  na  $\text{NO}_2^-$  a následné další redukce  $\text{NO}_2^-$  na  $\text{NH}_3$ . Za obecně uznávaný mechanismus asimilace  $\text{NO}_3^-$  zelenými rostlinami je považován obrázek 2:

**Obrázek 2: Schéma nitrátové a nitritové redukce (MENGEL, KIRKBY, 1978)**



Na celém procesu se zásadním způsobem účastní enzymy nitrát a nitritoreduktáza. První z nich je proces, který probíhá v cytoplazmě, katalyzuje počáteční stádium redukce z  $\text{NO}_3^-$  na  $\text{NO}_2^-$ . V chloroplastech pak následuje redukce  $\text{NO}_2^-$  na  $\text{NH}_3$ , která je prováděna nitritoreduktázou. Vzhledem k sériovému fungování obou enzymů nedochází v rostlině ke zvýšené akumulaci nitritů (PROCHÁZKA, 1998).

Nitrátoreduktázový systém může být ovlivňován mnoha faktory. Velmi důležitá úloha v tomto procesu připadá na světlo. Při přenesení rostliny do tmy je aktivita nitrátoreduktázy potlačována a to i v případě, že má rostlina k dispozici dostatečné množství  $\text{NO}_3^-$ . Toto bývá jedna z hlavních příčin akumulace nitrátů rostlinami (BARKER, PILBEAM, 2007).

Dalším faktorem, který má vliv na aktivitu nitrátoreduktázy, je teplota. Zejména při teplotách kořenů kolem  $30^\circ\text{C}$  dochází sice k intenzivnějšímu příjmu  $\text{NO}_3^-$ , zároveň se však snižuje aktivita nitrátoreduktázy. Asimilace nitrátů je dále ovlivňována minerální výživou. Zejména při nedostatku molybdenu může docházet ke kumulaci nitrátů. Nepřímý vliv mívá i nedostatek manganu nebo hořčíku (RICHTER, HLUŠEK, 1999).

Pokud jsou rostliny vyživovány příliš vysokými dávkami dusíku, dochází v půdě díky činnosti nitrifikačních bakterií k přeměně na nitráty. Jejich vysoká koncentrace v živném prostředí nebo použití ledků k hnojení přes list může v rostlinách udržovat vysoký obsah nitrátů. Ten může být obzvláště nebezpečný zejména u zelenin a krmných plodin. Pro dospělého člověka může být toxická dávka dusičnanů na úrovni 6 g, u kojenců pouze 100 mg. Proto by dusíkatá hnojiva při výživě měla být využívána v únosných dávkách, nitrifikace by měla být omezována inhibitory činnosti a obsah nitrátů v zeleninách a krmivech kontrolován (RYANT, 2014).

### 3.3.2 Asimilace amoniakálního dusíku

RICHTER (2004) uvádí, že příjem dusíku v kationtové formě není dosud zcela objasněn a vysvětlen. Rozcházejí se především názory, zda je dusík rostlinami přijímán jako  $\text{NH}_4^+$  kationt nebo jako neutrální molekula  $\text{NH}_3$ . Podle předpokladů by měl být  $\text{NH}_3$  přijímán přednostně, zejména pak v neutrálních a zásaditých půdách s vyšším pH. Při zvýšeném příjmu amonného iontu je inhibován příjem nitrátové formy dusíku. Toto je zdůvodňováno více jako důsledek saturace specifických míst příjmu. Vznikem aminokyselin a iontů  $\text{H}^+$ , které jsou produkty asimilace  $\text{NH}_4^+$ , se zvyšuje acidita v cytoplazmě. Ta může mít vliv, díky neutralizaci transmembránového gradientu pH v kořenových buňkách, na omezení přenosu iontů  $\text{NO}_3^-$  přes membránu do buňky (RYANT, 2014).

Výživa amoniakálním dusíkem je méně náročná na příjem všech iontů, zejména pak kationtů ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ) a organických aniontů. Navíc z hlediska energetického je amoniakální dusík vhodným zdrojem pro rostliny, neboť může být zapojen přímo do metabolismu bez dalšího požadavku na energii.

Asimilace  $\text{NH}_4^+$  způsobuje odštěpení  $\text{H}^+$ , který je vylučován do vnějšího prostředí, čímž snižuje pH a způsobuje okyselení (MARSCHNER, 1999).

### 3.3.3 Asimilace močoviny

Rostlina je schopna přijímat rozloženou močovinu v půdě ureázou nebo formou celých molekul, kdy se jedná zejména o foliární výživy (BARKER, PILBEAM, 2007). Za normálních podmínek bývá močovina přijata rostlinami až po rozkladu na  $\text{NH}_4^+$  nebo po mikrobiální přeměně na  $\text{NO}_3^-$ . Mimo to jsou schopny rostliny přijmout močovinu také formou celých

molekul a ty pak dále v tkáních přeměňovat ureázou na amoniak. Jedná se však o schopnost, kterou nevykazují všechny rostliny, navíc se aktivita s postupujícími fázemi vývoje rostliny obvykle snižuje. Předpokládá se, že rostlina je navíc schopna včlenit dusík močoviny přímo do metabolismu (RICHTER, 2004).

Močovina je ale oproti ostatním formám dusíku schopna způsobovat i určitou růstovou depresi, tzv. fytotoxicitu močoviny. Jako příčina je uváděn vysoký obsah biuretu v rostlině, který je přítomen v močovině a při její aplikaci je nezbytné znát jeho obsah v hnojivu. Tato toxicita je vysvětlována vlivem na Krebsův cyklus, kde biuret způsobuje blokaci centra, které fixuje amoniak. Tím je nepřímo ovlivňována i syntéza bílkovin v listech. Jako další z příčin toxického působení může být považováno nadměrné množství amoniaku. Ten vzniká vysokou aktivitou ureázy a rostlina není schopna zabudovávat amoniak do organických sloučenin kvůli nedostatku sacharidů. Zejména z těchto důvodů nebývá doporučována jednorázová aplikace vyšších dávek N formou močoviny (RICHTER, HLUŠEK, 1999).

#### **3.3.4 Fixace vzdušného dusíku**

Diazotrofní mikroorganismy dokáží využívat i inertní dusík. Jedná se o organismy, které jsou schopny poutat  $N_2$  a které žijí buď volně v půdě a vodě nebo jsou to symbionti. Při symbiotické fixaci dusíku dokáží rostliny díky energii, kterou získávají v průběhu fotosyntézy, přeměňovat  $N_2$  na  $NH_3$  (PROCHÁZKA, 1998). Jedná se o přeměnu, na které se účastní v převážné míře hlavně rod *Rhizobium*. Symbionti, kteří poutají dusík, si potřebnou energii k této činnosti opatřují v buňkách autotrofních rostlin. Na každý gram N, který je obsažen v aminokyselinách a amidech jsou spotřebovány 4gramy uhlíku, který je obsažen v sacharidech. Z tohoto důvodu velmi závisí množství poutaného  $N_2$  na fotosyntéze hostitelské rostliny (RICHTER, 2004).

Celosvětově je množství redukováného  $N_2$  v průměru okolo  $17,2 \cdot 10^7$  tun ročně. Jedná se přibližně o 2,5 x více dusíku, než je vyrobeno chemickým průmyslem, kdy navíc spotřeba na 1 kg vyrobeného N je asi 8373 kJ.

Výkonnost fixace dusíku u jednotlivých plodin je různá, jak je uvedeno v tabulce 3.

**Tabulka 3: Výkonnost fixace N u vybraných plodin (RICHTER, 2004).**

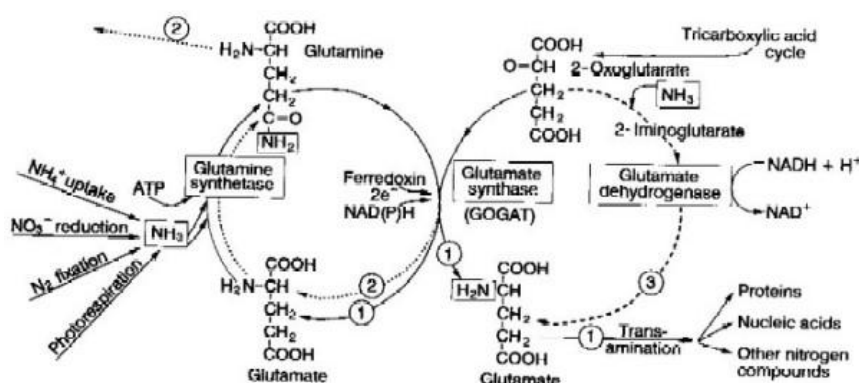
Plodina	Množství (kg/ha)
Hrách	17 – 69
Bob	121 – 171
Lupina (vlčí bob)	121 – 157
Vojtěška	148 – 290
Jetel plazivý	128 – 268
Vikev	110 – 184

### 3.3.5 Inkorporace amoniakálního dusíku

Asimilace dusíku vychází z  $N_2$ , nitrátu, amoniaku nebo sloučenin organického N. Účelem všech je schopnost poskytovat buňce amoniak, jež je dále zejména využíván po reakci s oxokyselinami na aminokyseliny (MARSCHNER, 1999).

Zabudování amoniaku u vyšších rostlin bylo prokázáno enzymovým systémem GS/GOGAT (glutaminsyntetázou, glutamátsyntázou). Tyto reakce probíhají za sebou v chloroplastech, jejich výsledným produktem je poté glutamin a glutamát (obr. 3). Glutamátsyntetáza (GS) následně vyvolá reakci, díky které glutamát slouží jako příjemce  $NH_3$ , při čemž vzniká glutamin. Jedná se o endotermní reakce, při které je nezbytná ATP a  $Mg^{2+}$ . ATP je dodávána fotosyntetickou fosforylací. Za přítomnosti redukčního zdroje glutamin přidá aminoskupinu  $\alpha$ -oxoglutarátu. Celá reakce je katalyzována pomocí enzymu glutamátsyntetáza, energie je dodávána ferredoxinem (RICHTER, 2004).

**Obrázek 3: Schéma inkorporace amoniaku (1,2):** Glutaminsyntetáza (GS) při nízké hladině amoniaku (1), resp. Při vyšší hladině amoniaku (2). Působení glutamátdehydrogenázy (3) (MARSCHNER, 1999)



Jedná se tedy o vznik dvou molekul glutamové kyseliny. První z nich z glutaminu při odnětí skupiny  $\text{NH}_2$ , druhá z kyseliny  $\alpha$ -ketoglutarové poté, co přijme  $\text{NH}_2$  skupinu. Jedná se o reakce, které vznikají v rámci rostlinných buněk bezprostředně za sebou a jsou příčinou vzniku glutaminu a glutamátu.

Díky glutaminsyntetáze v chloroplastech může být amoniak, jež vzniká po redukcí nitrátu, využíván. K tomuto dochází, aniž je přerušena fosforylace. Jedná se zřejmě o nejdůležitější cestu asimilace  $\text{NH}_3$  v rámci zelených rostlin (RYANT, 2014).

Aminový dusík, který je vázaný v glutamátu a glutaminu, je možné přenášet i na další oxokyseliny transaminací. Jedná se o proces, který je katalyzován aminotransferázou. Tato transaminace je prostředek syntézy řady aminokyselin. Předpokládá se, že skupiny  $\text{NH}_2$  u aminokyselin jsou odvozovány od glutamátu (RICHTER, HLUŠEK, 1999).

Při nadbytku  $\text{NH}_3$  slouží asparát a glutamát jako akceptory amonia. Jedná se o velmi důležitou vlastnost, jelikož nahromaděný  $\text{NH}_3$  může na rostliny působit až toxicky. Ta bývá způsobena zejména silnou alkalizací prostředí amoniakem, jejímž výsledkem je blokáce fotosyntetické fosforylace, omezení dýchání a inhibice enzymových systémů (BARKER, PILBEAM, 2007). Za kritickou koncentrací  $\text{NH}_3$  je považována toxicita okolo 0,15 – 0,2 mM pro kořeny. Pokud jsou tedy rostliny vystavovány vysokým dávkám anorganického dusíku, zejména pak ve formě  $\text{NH}_4^+$ , může docházet ke zvýšenému hromadění asparaginu a glutaminu (RICHTER, 2004).

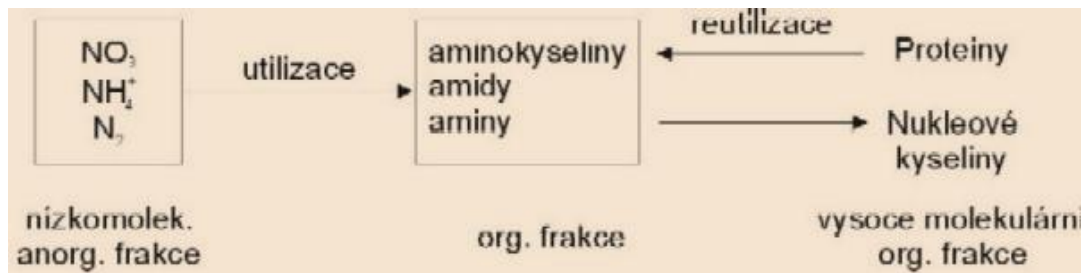
Zejména rostliny, které mají dostatečné množství sacharidů, které jsou nezbytné při tvorbě organických kyselin, jsou schopny dobré asimilace amoniakálního dusíku. Naopak při nedostatku organických kyselin dochází k nahromadění amidů a amoniaku a dále pak k otravě rostlin. Toto může být nebezpečné pro některé rostliny zejména v počátcích jejich růstu, kdy vzniká fotosyntézou nižší množství sacharidů a amonné soli tak jsou méně vhodným zdrojem dusíku (MARSCHNER, 1999).

### 3.3.6 Translokace dusíku

Asimilace iontů  $\text{NH}_4^+$  začíná jejich inkorporací do aminokyselin a amidů při kompenzaci za  $\text{H}^+$  ionty. Kvůli omezené protonové kapacitě nadzemních částí rostlin musí být všechny  $\text{NH}_4^+$  asimilovány v kořeni a dusík je dále transportován xylémem jako aminokyseliny a amidy do nadzemních částí. Pouze velmi omezená část  $\text{NH}_4^+$  může být asimilována do nadzemních částí (RYANT, 2014).

Oproti tomu je forma dusíku  $\text{NO}_3^-$  po přijetí kořeny transportována podle aktivity nitrátreduktázy do nadzemních částí rostliny. Aminokyseliny a nitráty jsou tak u vyšších rostlin hlavními sloučeninami, kterými se dusík translokuje. Při vstupu N do buňky a jeho následnou inkorporací do oxokyselin. Na tuto fázi dále navazuje vlastní utilizace dusíku (obr. 4).

**Obrázek 4: Schéma koloběhu dusíku v rostlině (RYANT, 2013).**



Dusík, který je rostlinami přijímán, může být v průběhu ontogeneze využit i několikrát. Po jeho asimilaci následuje přeměna na organické dusíkaté látky. Následuje syntéza vyšších dusíkatých sloučenin, zejména proteinů a nukleových kyselin. Oproti tomu nízkomolekulární dusíkaté látky a aminokyseliny jsou využívány zejména jako stavební jednotky. Za jednu z nejdůležitějších a stěžejních vlastností práce rostliny s dusíkem je schopnost jeho reutilizace. Jedná se o složitý metabolismus, díky němuž je možný i vratný přenos aminoskupiny přes celou řadu meziproductů. Díky tomu je možné i již jednou zabudovaný dusík opětovně snadno metabolizovat, aniž by ztrácel hodnotu energie organické vazby (RICHTER, 2004).

Procesy translokace a reutilizace dusíku jsou jedny z nejdůležitějších v rostlinném životě. Výživa aminokyselinami musí být u rostlin zabezpečena od mladých listů až do její dospělosti. V případě přerušení dusíkaté výživy a jeho nedostatku, dochází k translokaci ze starších do mladých listů rostliny. Z tohoto důvodu se deficiencie dusíku projevuje nejdříve na starších listech, v nichž probíhá proteolýza (hydrolýza proteinů) a nově vznikající aminokyseliny jsou v rámci rostliny redistribuovány směrem k mladým listům. Jako výsledek celého procesu proteolýzy je odumírání chloroplastů a s tím související pokles obsahu chlorofylu. Prvním projevem nedostatku dusíku ve výživě je pak žloutnutí starých listů rostlin (RYANT, 2014).



### 3.4 Stimulace rostlin

Fytohormony, tj. přirozené růstové regulátory, i syntetické regulátory růstu často rozlišujeme na regulátory povahy stimulační (stimulátory) a povahy inhibiční (inhibitory). V zásadě se však jedná o málo přesné rozlišení, neboť i stimulátor může ve vyšší koncentraci inhibovat růst a naopak inhibitor ve velmi nízké koncentraci působit stimulačně (PROCHÁZKA, ŠEBÁNEK, 1997).

Celá řada látek, která je používána k řízení růstu rostlin, má svůj původ přímo v jejich metabolismech. Jedná se o tzv. přirozené stimulátory, zejména pak fytohormony jako auxiny, cytokininy, gibereliny či etylén, endogenní metabolity jako kyselina glutamová, hydroxybenzoová, betain, arginin, asparagin či steroidy, fytoalexiny – látky, které jsou rostlinami syntetizovány po napadení škodlivými organismy a které slouží jako aktivní obranné látky – glutation, laminarin (PSOTA, ŠEBÁNEK, 1999).

Stimulaci a regulaci růstu je možné provádět řadou přípravků, které mají odlišné vlastnosti, složení i účinek. Na trhu jsou v současné době nabízeny různé látky syntetického původu, které se v přírodě nevyskytují, rostlinám vlastní hormony jako např. auxiny, gibereliny, cytokininy a další, ale také řada látek, které se v přírodě vyskytují, jako jsou humáty, huminové kyseliny, fulvokyseliny, sacharidy, alginové kyseliny, bílkoviny, peptidy nebo aminokyseliny (KUTHAN, 2013).

#### 3.4.1 Pomocný rostlinný přípravek

Pomocné rostlinné přípravky patří do různorodé skupiny látek určených k listové aplikaci. Tyto přípravky podléhají registraci ÚKZÚZ, jedná se o samostatnou skupinu látek v rámci registru hnojiv (TRČKOVÁ, RAIMANOVÁ, SVOBODA, 2009). BEZDÍČKOVÁ (2013) upozorňuje na to, že se jedná o pomocné rostlinné přípravky nebo často také biostimulátory. Zároveň poznamenává, že správná definice je stále diskutována i v rámci EU.

Pomocné rostlinné přípravky jsou vymezeny předpisem č. 156/1998 Sb., Zákonem o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech).

Pro účely tohoto zákona je pomocným rostlinným přípravkem míněna látka, která neobsahuje účinné množství živin, která však jinak příznivě ovlivňuje vývoj kulturních rostlin nebo kvalitu rostlinných produktů. Pomocná půdní látka podle daného zákona také neobsahuje účinné množství živin, jež nejsou schopny půdu biologicky, chemicky nebo

fyzikálně ovlivnit, zlepšují však její stav nebo zvyšují účinnost hnojiv. Jako hnojivo je oproti pomocné půdní látce nebo pomocnému rostlinnému přípravku považována látka, která obsahuje živiny pro výživu kulturních rostlin a lesních dřevin, pro udržení nebo zlepšení půdní úrodnosti a pro příznivé ovlivnění výnosu či kvality produkce.

TRČKOVÁ (2010) označuje pomocné rostlinné přípravky jako látky, které mohou mít nespecifický účinek, obvykle však zlepšují příjem nebo využití živin, zvyšují odolnost stresovým podmínkám, urychlují regeneraci poškozených porostů apod. Působení těchto látek je často odvozeno od účinků fytohormonů nebo syntetických růstových regulátorů. V případě těchto přípravků je často používáno velmi nízkých koncentrací aplikovaných látek, jež se pohybují i na samé spodní hranici potenciální fyziologické účinnosti přípravku.

BEZDÍČKOVÁ (2013) upozorňuje na problematiku dodržení správné aplikace pomocných přípravků. Uvádí, že při nesprávné aplikaci fungicidů porost nepoškodíme, zatímco při použití stimulantů tomu tak být nemusí.

### 3.4.2 Rozdělení pomocných rostlinných přípravků

Veřejně dostupný registr hnojiv ÚZKÚZ v současné době udává celkem 381 různých pomocných rostlinných přípravků, které jsou v ČR buď zaregistrovány nebo zapsány díky vzájemnému uznání v rámci EU (údaj k 24.2.2015). TRČKOVÁ, RAIMANOVÁ, SVOBODA (2009) rozdělili tyto látky podle jejich charakteristiky a účinku do osmi různých skupin:

- **Sodné soli nitrofenolů** - např. *Atonik Pro, N-Fenol mix, Sviton* – jedná se o přípravky, které by měly ovlivňovat proudění plasmu v buňkách a tím zlepšovat zakořeňování, příjem živin a růst rostlin, optimální fáze aplikace těchto přípravků je v době jarní regenerace nebo před metáním.

- **Deriváty kyseliny benzoové** – např. *Almiron, Rexan, Sunagreen, Hergit* – jsou to přípravky, u kterých je deklarován pozitivní vliv na výnos a kvalitu produkce, pozitivní vliv na růst kořenů i nadzemních částí rostlin. Jejich aplikace je nejvhodnější před metáním (TRČKOVÁ, 2010).

- **Huminové látky** – např. *Fortehum L/K, Humitan K, Lignohumát A, AM, B, Lexin* – jsou to přípravky s příznivým a komplexním vlivem na rostliny, mohou zvyšovat intenzitu fotosyntézy, rozvíjet kořenový systém a zlepšovat odolnost vůči stresům.

- **Kyselý alkalicko-vodní výluh vermikompostu** – např. *Vermaktiv stimul* – jedná se o přípravek, jehož deklarovaným účinkem je zlepšování kondice rostlin a tím i

zvýšená odolnost proti nepříznivým faktorům, navíc podporuje zakořeňování, růst, kvetení a množství zásobních látek (TRČKOVÁ, RAIMANOVÁ, SVOBODA, 2009).

- **Hydrolyzáty bílkovin** – např. *Eurofit*, *Synergín*, *Synergín E-Vital*, *Terra-Sorb foliar* – bílkoviny jsou základní složka živých organismů. V malých dávkách a nesprávných formách však nemohou výrazněji ovlivnit růst a vývoj rostlin. Pokud však tvoří komplexy se stopovými prvky nebo jsou doplněny listovými hnojivy, mohou příznivě ovlivňovat příjem látek a jejich translokaci v rostlině. Deklarovaným účinkem těchto přípravků je navíc i stimulace dělení buněk (TRČKOVÁ, 2010).

- **Extrakt z mořských řas** – *BI-Algeen S-90*, *Kelpak* – tyto přípravky jsou doporučovány zejména v raných fázích růstu a vývoje polních plodin, deklarovaným účinkem je podpora kořenů, které tak umožňují optimální růst a vývoj rostlin, jež má pozitivní vliv na zvýšení výnosů i kvality produkce. HAŠKOVÁ (2015) prezentuje mořské řasy jako nejbohatší zdroj přírodních fytohormonů, bioaktivních látek a živin na světě. Přípravky na bázi mořských řas se stimulačním účinkem a protistresovým účinkem by podle ní měly pozitivně působit na klíčení, neboť obsahují gibbereliny, které aktivují procesy klíčení. Auxiny následně podporují růst a větvení kořenů.

- **Směsi různých typů látek přírodního charakteru a huminových kyselin** – *Energen Aktivátor*, *Stimul*, *Fruktus*, *Trisol Aktivátor*, *Foliar*, *Stimul Plus* – tyto přípravky působí stimulačně na růst a vývoj a zvyšují tak odolnost rostlin vůči vnějším vlivům.

- **Vodní emulze triterpenových kyselin z jehličí (*Abiessibirica*)** – *Unicum*, *Unicum Pro* – deklarovaným účinkem je stimulace vitality rostlin a následný antistresový účinek, většinou se jedná o komplexní působení.

### 3.5 Aminokyseliny

Převážná část hmoty živých organismů je tvořena proteiny neboli bílkoviny. Jedná se o biopolymery, které jsou složeny převážně z 20 druhů aminokyselin, a říká se jim tzv. kódované aminokyseliny. Kódované proto, že jejich umístění v proteinu je určené genetickým kódem. Aminokyseliny jsou substitučním derivátem karboxylových kyselin, obsahují skupinu  $-NH_2$ , kromě prolinu se jedná o  $\alpha$ -aminokyseliny, kdy karboxylová i aminoskupina je vázána na téže atomu uhlíku (KLOUDA, 2000).

Samotný metabolismus bílkovin je oproti metabolismu sacharidů nebo lipidů jiný a zahrnuje řadu odlišností. Pouze vyšší rostliny a některé mikroorganismy jsou schopny

převádět dusík jednoduchých anorganických sloučenin ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ , popř.  $\text{N}_2$ ) do organických látek. Samotná biosyntéza aminokyselin je u organismů různá, vyšší rostliny však dovedou vyrábět všechny aminokyseliny za použití výše uvedených forem dusíku jako zdroje, bobovité rostliny jsou navíc schopny v symbióze s určitými bakteriemi dokonce využívat i  $\text{N}_2$  (ZEHNÁLEK, 2003).

Jednotlivé aminokyseliny můžeme rozdělit podle chemického charakteru postranních řetězců do 7 základních skupin (ZEHNÁLEK, 2002):

- **nepolární aminokyseliny** – glycin, alanin, fenylalanin, prolin, valin, leucin, izoleucin a metionin,
- **polární aminokyseliny** – serin, treonin, asparagin, glutamin, tryptofan,
- **aromatické aminokyseliny** – tyrozin, tryptofan, fenylalanin,
- **kyselé aminokyseliny** – asparagová, glutamová,
- **bazické aminokyseliny** – lyzin, arginin,
- histidin se **zvláštním postavením**,
- cystein se **sulfhydrylovou skupinou**.

### 3.5.1 Aminokyseliny ve výživě rostlin

Aminokyseliny, jako hlavní složka rostlinných bílkovin, jsou tvořeny utilizací dusíku (KUTHAN, 2013). Na tvorbu aminokyselin je spotřebováno velké množství energie. Té může být zejména v důsledku stresových podmínek v rostlině nedostatek, samotná tvorba aminokyselin se zpomaluje nebo zastavuje a rostlina tak přestává růst. Dodáním aminokyselin foliární aplikací rostlina šetří v takových případech energii a díky tomu mohou normálně probíhat procesy syntézy bílkovin a dalších stavebních látek. Zjednodušeně lze říci, že rostliny se mohou díky úspoře energie tlačit k prvořadému cíli, jímž je rozmnožit se, což znamená vytvořit výnosotvorné prvky (HOŠNA, DUCHEK, 2013). Příznivě na působení vůči stresu působí zejména aminokyseliny prolin, valin, lysin nebo cystein.

Aminokyseliny mají také významný vliv na rozvoj kořenové soustavy rostlin, autoregulaci vegetativního růstu a tvorbu květů i plodů. Např. methionin, jako prekurzor etylénu, je používán i v některých regulátorech růstu, aminokyselina arginin se indukuje hormony, které jsou odpovědné za tvorbu květů a plodů. Přímým prekurzorem auxinů je tryptophan, jehož role je zejména v procesu apikální dominance rostlin (KUTHAN, 2013). Množství aminokyseliny prolin zase napomáhá lepšímu opylení a následující tvorbě semen,

zároveň také ovlivňuje fertilitu pylu. Zlepšení klíčení pylu a délku pylové láčky podle dostupných informací mohou ovlivňovat také lysin, methyonin nebo kyselina glutamová.

Kromě jednotlivých vlivů na fyziologické procesy v růstu rostlin, působí aminokyseliny i jako antioxidační látky, které zabraňují destrukci chlorofylu a podporují aktivitu karotenoidů. Díky tomu je zpomalováno stárnutí listové tkáně a prodlužuje se tak aktivita tvorby zásobních látek. HOŠNA, DUCHEK (2013) uvádějí, že aminokyseliny se dotýkají všech fyziologických funkcí v rostlinách a díky tomu mohou eliminovat poruchy, které jsou způsobené vnějšími vlivy.

## 4 MATERIÁL A METODY

V průběhu let 2011, 2012 a 2013 byly zakládány maloparcelní pokusy, ve kterých byl ověřován účinek přípravku Terra-Sorb foliar při výživě pšenice ozimé, cukrové řepy a jarního ječmene.

V případě pokusu cukrové řepy byla kromě účinku přípravku Terra-Sorb foliar ověřována i koncentrovanější forma v podobě přípravku Terra-Sorb komplex.

### 4.1 Materiál

#### 4.1.1 Charakteristika přípravků Terra-Sorb foliar a Terra-Sorb komplex

Terra-Sorb foliar i Terra-Sorb komplex jsou produkty španělské farmaceutické společnosti BIOIBERICA. Oba přípravky jsou založeny zejména na účincích volných aminokyselin (tab. 4). Produkt je získáván s pomocí exkluzivní technologie fermentativní hydrolýzy. Jedná se o přírodní proces hydrolýzy bílkovin v živých organismech pro získávání aminokyselin. Právě díky enzymatické hydrolýze v průběhu výroby nedochází k destrukci bílkovin, jako tomu bývá při hydrolýze chemické za použití kyselin a zásad. Fermentativní hydrolýza vyvolává pouze destrukci bílkovin po peptidických vazbách za vzniku velkého množství celých a nepoškozených L- $\alpha$ -aminokyselin.

**Tabulka 4: Složení přípravků Terra-Sorb**

	<b>Terra-Sorb foliar</b>	<b>Terra-Sorb komplex</b>
<b>Volné aminokyseliny</b>	9,3 %	20 %
<b>Celkové množství dusíku</b>	2,1 %	5,5 %
<b>Množství organického dusíku</b>	2,1 %	5,0 %
<b>Hořčík</b>		0,8 %
<b>Zinek</b>	0,07 %	0,1 %
<b>Mangan</b>	0,04 %	0,1 %
<b>Bor</b>	0,02 %	1,5 %
<b>Železo</b>		1,0 %
<b>Molybden</b>		0,001 %
<b>Celkové množství organických látek</b>	14,8 %	25%

Terra-Sorb je přípravek, který slouží zejména k překonávání stresových faktorů a nepříznivých podmínek v průběhu vegetace, stimuluje vývoj kořenové soustavy a růstových procesů, zlepšuje kvalitu plodin a zvyšuje výnosy a zlepšuje využití prostředků pro ochranu rostlin a živin (KUTHAN, 2013). Podle registrace ÚKZÚZ je Terra-Sorb zaregistrován jako pomocný rostlinný přípravek, TRČKOVÁ, RAIMANOVÁ, SVOBODA (2009) tento přípravek zařadili mezi hydrolyzáty bílkovin.

Podle KUTHANA (2013) jsou hlavními fyziologickými funkcemi produktu schopnost překonat jakékoli stresové situace regulací osmózy na buněčné úrovni zvýšením koncentrace volných aminokyselin v citlivých orgánech, přispět k otevírání průduchů podporujících aktivní fotosyntézu, zrychlovat regeneraci rostlin díky bezprostřednímu využívání aminokyselin, stimulovat procesy opylování a tvorby semen a plodů, zlepšovat absorpci a pohyb látek v rostlině a podporovat jejich vstřebávání, stimulovat hormonální regulaci. Výhodou přípravku navíc je, že aminokyseliny přímo neovlivňují růst a jeho regulaci a tudíž by při použití přípravku Terra-Sorb mělo v nejhorším případě dojít pouze k zbytečně vynaloženým nákladům, jako to popisuje BEZDÍČKOVÁ (2013).

## **4.2 Umístění pokusů**

Všechny pokusy byly založeny na pozemcích, které patří do katastru ZP Agra Velký Týnec jako maloparcelkové. Pozemky se nachází v klimatickém regionu mírně teplém, mírně vlhkém. Půda je středně těžká, půdní typ hnědozem. Zemědělský podnik hospodaří bez živočišné výroby tzn. že všechny posklizňové zbytky zaorává.

## **4.3 Průběh povětrnosti**

Průběh povětrnosti v jednotlivých letech pokusu je uveden v tabulce 5. Z tabulky průběhu povětrnosti je patrné, že počasí vykazovalo v jednotlivých ročnících značnou variabilitu. To se následně odrazilo i v prováděných experimentech značnou výnosovou variabilitou a také rozdíly v dosažené kvalitě sklizených produktů.

**Tabulka 5: Průběh povětrnosti v jednotlivých letech**

2011 – 2012	Prům. teplota (°C)	Srážky (mm)	2012 - 2013	Prům. teplota (°C)	Srážky (mm)	2013 – 2014	Prům. teplota (°C)	Srážky (mm)
9/2011	16,8	21,5	9/2012	15	83,2	9/2013	13,5	88
10/2011	9,2	29,7	10/2012	8,6	66,8	10/2013	10,7	47,4
11/2011	2,5	0,5	11/2012	6,1	22,4	11/2013	5,3	43
12/2011	1,8	32,5	12/2012	-2,3	33,3	12/2013	1,9	15,1
1/2012	0,1	49,4	1/2013	-2,1	26,5	1/2014	1,4	30,2
2/2012	-4,4	26,1	2/2013	0,0	43,4	2/2014	3,6	18
3/2012	6,3	8	3/2013	0,8	55,5	3/2014	9,1	23,8
4/2012	10,5	31,0	4/2013	9,7	41,8	4/2014	11,9	52
5/2012	16,5	38,0	5/2013	13,8	112,7	5/2014	14,5	66,6
6/2012	19,0	100	6/2013	17,3	117	6/2014	18,3	47,8
7/2012	21,2	84,2	7/2013	21,2	1,2	7/2014	21,8	70,8
8/2012	20,7	71,2	8/2013	19,6	87,7	8/2014	18,2	85,5

#### 4.4 Metodika pokusů

Metodiky pokusů s pšenicí ozimou, cukrovou řepou a jarním ječmenem jsou popsány podrobně v následujících kapitolách.

##### 4.4.1 Metodika pokusů pšenice ozimé

V průběhu tří let (r. 2011 - 2013) byl ověřován přípravek Terra-Sorb foliar ve výživě ozimé pšenice. Schéma pokusu včetně jednotlivých variant hnojení je uvedeno v tabulce 6:

**Tabulka 6: Schéma pokusu s ozimou pšenicí**

Č.var.	Schéma	Termín aplikace	Dávka aplikace
1	Kontrola	Bez aplikace	
2	Terra-Sorb foliar	Plné odnožování	2 l.ha <sup>-1</sup>
3	Terra-Sorb foliar	Odnožování/ sloupkování	1 l.ha <sup>-1</sup> + 1 l.ha <sup>-1</sup>
4	Terra-Sorb foliar	Sloupkování	2 l.ha <sup>-1</sup>

*Poznámka: postřík byl připraven rozmícháním ve vodě při dávce vody 300 l.ha<sup>-1</sup>*



Pokus byl založen ve všech letech jako maloparcelní. Velikost jedné parcely představovala cca 20,6 m<sup>2</sup>. Setí proběhlo ve všech letech v první dekádě měsíce října. Předplodinou byla vždy ozimá řepka, posklizňové zbytky byly zaorány. Ve všech letech byla vyseta ozimá pšenice odrůda Mulan. Herbicidní aplikace byly prováděny na podzim, bez nutnosti jejich opakování na jaře. Ošetření fungicidy a morforegulátory bylo organizováno dle potřeb vyplývajících z konkrétní situace v každém ročníku.

Sklizeň všech pokusů proběhla v plné zralosti maloparcelní sklízecí mlátičkou Wintersteiger a Hege (každé opakování zvlášť). Velikost parcel pro sklizeň byla upravena na 14,3 m<sup>2</sup> (13 x 1,1 m).

Byl zjištěn výnos zrna jednotlivých variant, přepočítán na ha a odebrán vzorek zrna pro laboratorní rozbor. Mlynářská a pekařská jakost ozimé pšenice byly stanoveny na Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně.

Ze znaků mlynářské jakosti byla ve všech pokusech stanovena objemová hmotnost. Stanovení bylo provedeno obilním měřičem o obsahu 1 litru podle ČSN 461011–5, podíl plných zrn (PPZ) pro posouzení vyrovnanosti zrna (ČSN 461011–7). PPZ představuje podíl zrn, které nepropadnou sítím o velikostí otvorů 2,5 x 22 mm a zjištěný podíl byl vyjádřen procenticky (KUČEROVÁ, 2004). Ze znaků pekařské jakosti byl stanoven obsah N látek v zrně, hodnota pádového čísla a Zelenyho test.

#### 4.4.2 Metodika pokusů cukrové řepy

Pokus u cukrové řepy byl realizován v průběhu roku 2013 a v následujícím roce. V obou letech byla metodika pokusu stejná. V rámci pokusu bylo testováno hnojivo Terra-Sorb foliar i Terra-Sorb komplex. V obou případech byla aplikace v průběhu vegetace 2 x opakována. Jednotlivé varianty hnojení jsou uvedeny v tabulce 7.

**Tabulka 7: Schéma pokusu s cukrovou řepou**

Č.var.	Schéma	Termín aplikace
1	Kontrola	Bez aplikace
2	Terra-Sorb foliar	2 l.ha <sup>-1</sup> na přelomu června/července + 2 l.ha <sup>-1</sup> v polovině srpna
3	Terra-Sorb komplex	2 l.ha <sup>-1</sup> na přelomu června/července + 2 l.ha <sup>-1</sup> v polovině srpna

Cukrovka byla pěstována v obou letech vždy po předplodině pšenici. Na podzim bylo v obou případech provedeno zapravení posklizňových zbytků střední orbou (pšeničná sláma), které byly ošetřeny dávkou 3 t.ha<sup>-1</sup> hnojiva Betaliq (20-30 kg N, 50 kg K<sub>2</sub>O v 1 tuně). Dále byla aplikována P a K - hnojiva. P - hnojiva (1,42 q.ha<sup>-1</sup>) – Superfosfát (45 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). K - hnojiva (1,4 q.ha<sup>-1</sup>) - draselná sůl (60 % K<sub>2</sub>O). Před setím byla provedena aplikace N-hnojiv v dávce 2q.ha<sup>-1</sup>LAV 27. V obou ročnících byla shodně zaseta odrůda cukrovky Lucata.

V obou sledovaných ročnících byly nad rámec pokusu provedeny následující aplikace:

- aplikace Pyramin Turbo (4,5 l.ha<sup>-1</sup>) při setí,
- aplikace herbicidů (Betasana (3 l.ha<sup>-1</sup>), Goltix (2 l.ha<sup>-1</sup>), Stemat (0,3 l.ha<sup>-1</sup>), Lonthrel (0,1 l.ha<sup>-1</sup>) + Trend (smáčedlo),
- Betasana (2,5 l.ha<sup>-1</sup>), Goltix (1,5 l.ha<sup>-1</sup>), Oblix (0,3 l.ha<sup>-1</sup>, Lonthrel (0,15 l.ha<sup>-1</sup>),
- aplikace N-hnojiv (LADSA – 2,5q.ha<sup>-1</sup>).

V průběhu druhé poloviny vegetace byly odebírány vzorky rostlin, vždy 3 rostliny z každé varianty. Zvlášť byl analyzován kořen rostlin. Kořen byl podroben technologickým analýzám, byla stanovena digesce, obsah rozpustného popela a alfaaminodusíku v laboratoři Mendelovy univerzity v Brně.

Sklizeň pokusu byla provedena ve sklizňové zralosti ručně, vždy ve druhé polovině října daného sklizňového roku. Z každé varianty pokusu bylo sklizeno vždy 4 x 10 řep. Byla stanovena sklizňová plocha a následně proveden přepočít na výnos z hektaru.

U vzorků odebraných při sklizni byla výpočtem stanovena výtěžnost bílého zboží (B) a produkce melasy (M) a z těchto hodnot pak stanoven MB - faktor, který udává vyzrállost cukrovky. Dále jsou uvedeny jednotlivé způsoby výpočtů:

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

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

M – faktor: Výtěžnost melasy %.

$$M = 8 \cdot Pp$$

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

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

Vysvětlivky: Dg-digesce, Pp-rozpustný popel,  $\alpha$ N-škodlivý dusík.

U řep byl stanoven mimo výše uvedených technologických parametrů i obsah draslíku (cK) a sodíku (cNa) ve šťávě. Na základě těchto kritérií byl proveden výpočet podílu cukru v melase (PCM).

$$\text{PCM} = 0,12 \cdot (\text{cNa} + \text{cK}) + 0,24 \cdot \alpha\text{N} + 0,48$$

Byla stanovena produkce polarizačního cukru z hektaru a po odečtení ztrát cukru v melase i produkce rafinády (B).

$$B = \frac{[\text{Dg} - (\text{PCM} + 0,31)] \times \text{výnos bulev}}{100}$$

#### 4.4.3 Metodika pokusu jarního ječmene

V roce 2014 byl testován přípravek Terra-Sorb Foliar porostu jarního ječmene. Pokus probíhal stejně jako předchozí pokusy na pozemcích ZD Agrospol Velká Bystřice. Jednotlivé termíny a aplikační dávky přípravku Terra-Sorb foliar jsou uvedeny v tabulce 8:

**Tabulka 8: Schéma pokusu s jarním ječmenem**

Č.var.	Schéma	Termín aplikace	Dávka aplikace
1	Kontrola	Bez aplikace	
2	Terra-Sorb foliar	Sloupkování / Metání	1 l.ha <sup>-1</sup> + 1 l.ha <sup>-1</sup>
3	Terra-Sorb foliar	Metání	2 l.ha <sup>-1</sup>

Sklizeň pokusu proběhla za pomoci maloparcelní sklízecí mlátičky Wintersteiger s automatickou váhou a vzorkovacím zařízením. U všech odebraných vzorků zrna byla stanovena objemová hmotnost (obilním měřičem), přepady zrna nad sítím 2,5 a 2,8 mm (Steineckerovo prosévadlo), obsah N-látek (podle Kjeldahla) a obsah škrobu (podle Ewerse) (BASAŘOVÁ A KOL., 2010).

#### 4.4.4 Vyhodnocení výsledků

Všechny získané výsledky jsou zpracovány do tabulek a grafů. Hodnocení získaných dat je provedeno metodou jedno faktorové a více faktorové analýzy variance s následným testováním průkaznosti rozdílů dle Tukeye (STÁVKOVÁ, DUFEK, 2012). Hodnocení bylo

provedeno za využití software STATISTICA 10.0 (StatSoft, Inc.). Průběh všech pokusů a jednotlivé výsledky jsou prezentovány v následujících kapitolách.

## 5 PRŮBĚH A VÝSLEDKY POKUSŮ

### 5.1 Průběh jednotlivých pokusů

V rámci jednotlivých pokusů je upozorňováno na výsledky a situace z průběhu vegetace nebo je u jednotlivých plodin doplňována metodika týkající se ošetření, hnojení, popř. dalších opatření.

#### 5.1.1 Průběh pokusů pšenice ozimé

V tříletém pokusu s ozimou pšenicí byl ověřován účinek přípravku Terra-Sorb foliar při aplikacích v době odnožování, sloupkování a dělené dávce v obou termínech. Tyto varianty byly dále konfrontovány s neošetřenou kontrolou.

V prvním roce testování byl porost ozimé pšenice dobře založen. Setí pokusu proběhlo v optimálním termínu 3.10.2011. V jarním období byl porost značně stresován suchem. Porost byl řídký (obr. 5) v důsledku silné redukce odnoží (obr. 6).

#### Obrázek 5, 6: Stres porostu důsledkem sucha



Na počátku sloupkování byl z kontrolní varianty odebrán vzorek rostlin pro chemickou analýzu. Výsledky tohoto rozboru jsou uvedeny v tabulce 9. Je z nich zřejmý dobrý výživný stav. Již zde ale můžeme pozorovat vliv sucha, který se projevoval v nižší hmotnosti sušiny jedné rostliny.

**Tabulka 9: chemické složení rostlin v % sušiny**

Varianta	H1SR	N	P	K	Ca	Mg	S
Kontrola	0,586	5,071	0,482	4,908	0,609	0,121	0,417

H1SR = hmotnost sušiny jedné rostliny

Negativní vliv sucha kulminoval na počátku metání rostlin, což můžeme pozorovat z obrázků 7 a 8. Sklizeň porostu proběhla v plné zralosti maloparcelní sklízecí mlátičkou.

**Obrázek č. 7, 8: Rostliny stresované suchem**



V roce 2012 bylo setí provedeno opět v první dekádě měsíce října (2.10.2012). Průběh setí ilustrují obrázky 9 a 10.

**Obrázek 9, 10: Setí pokusu pšenice ozimé**



V průběhu podzimu byly provedeny odběry vzorků zeminy z profilu 0-30 cm. Výsledky rozborů jsou uvedeny v tabulce č. 10 a ukazují na dobré agrochemické vlastnosti pozemku.



**Tabulka 10: Vyhodnocení vzorku zeminy**

Živina	K	P	Mg	KVK	ph/CaCl <sub>2</sub>	Ca
Obsah	535,5	182,3	207,3	155,3	6,395	2496

Porost rovnoměrně vzešel a do zimy vcházel ve velmi dobré kondici. 9.11.2012 byla provedena kontrola porostu a pořízeny obrázky 11, 12.

**Obrázek 11, 12: Stav porostů na podzim 2012**



Jarní vegetace v roce 2013 proběhla velmi dobře, nebyly shledány excesy v průběhu růstu a vývoje porostu pšenice. V době druhé aplikace přípravku se porost nacházel ve velmi dobré kondici (obr. 13-14).

**Obrázek 13, 14: Stav porostu po aplikaci Terra-Sorb foliar 17.5.2013**



Sklizeň pokusu proběhla stejně tak jako v předcházejícím roce v plné zralosti (2.8.2013). Ke sklizni byla využita maloparcelní sklízecí mlátička Hege (obr. 15, 16).

**Obrázek 15, 16: Sklizeň porostu pšenice ozimé v roce 2013**



V roce 2013 setí opět proběhlo v 1. dekádě října. Porost na podzim velmi dobře a rovnoměrně vzešel, díky mírné zimě dlouho vegetoval, přezimoval za velmi mírných, ideálních podmínek a velmi brzy na jaře 2014 začala jeho regenerace. První aplikace přípravku Terra-Sorb foliar proběhla již začátkem dubna, porost se nacházel na samém konci odnožování. Druhá aplikace přípravku Terra-Sorb foliar proběhla dle metodiky dne 5.5.2014. Porost byl ve velmi dobré kondici, což je patrné i z obrázků 17 a 18.

**Obrázek 17, 18: Stav porostu (5.5.2014)**





Skřízeň pokusu proběhla opět v plné zralosti 25.7.2014 pomocí sklízecí maloparcelní mlátičky Wintersteiger s automatickou váhou a vzorkovacím zařízením. Skřízňové výsledky a rozbor kvalitativních parametrů je popsán v další části práce.

### 5.1.2 Průběh pokusů cukrové řepy

V rámci ověřování účinnosti aminokyselin na výnos a kvalitu produkce cukrové řepy byla kromě přípravku Terra-Sorb foliar použita i nová koncentrovaná forma tohoto přípravku Terra-Sorb komplex.

První aplikace přípravku Terra-Sorb foliar i komplex byla provedena 1.7.2013. Zároveň byla provedena kontrola porostu. Porost se nacházel ve velmi dobrém stavu (obr. 19, 20).

#### Obrázek 19, 20: Porost cukrové řepy v době první aplikace přípravků Terra-Sorb



Dne 30.07.2013 proběhla další kontrola porostu, následně byl proveden i odběr vzorků rostlin. U nich byla následně stanovena průměrná hmotnost bulv i chrástu a jednotlivé technologické parametry. Obsah cukru v bulvách se pohyboval mezi 12,6 – 13%, největší hmotnost měly bulvy varianty, která byla ošetřena přípravkem Terra-Sorb foliar, nejnižší naopak byla hmotnost u varianty kontrolní (tab. 11 ).

**Tabulka 11: Technologické parametry (30.7.2013)**

Var.	Hmotnost bulvy (kg)	Hmotnost chrást (kg)	Obsah cukru (%)	popel (%)	$\alpha$ -dusík (mg/100g)	MB-faktor	sušina šťávy (%)
1	0,62	0,44	12,58	0,85	20	49,98	14,8
2	0,58	0,51	13	0,95	15	54,02	14
3	0,46	0,48	12,82	0,87	15	50,06	15

Dne 14.8.2013 byl proveden další odběr vzorků cukrovky ze všech variant pokusu. Zdravotní stav řepy byl dobrý (chrást) u některých kořenů byly pozorovány problémy viz. obr. 21-24. V následujícím období byl porost stresován suchem a vysokými teplotami. To se odrazilo i v přírůstcích hmotnosti bulvy a v redukcí hmotnosti chrástu (tab. 12).

**Tabulka 12: Technologické parametry (14.8.2013)**

Var.	Hmotnost bulvy (kg)	Hmotnost chrást (kg)	Obsah cukru (%)	popel (%)	$\alpha$ -dusík (mg/100g)	MB-faktor	sušina šťávy (%)
1	0,72	0,37	13,4	0,84	30	45,62	15
2	0,68	0,36	13,6	0,71	30	38,07	15,3
3	0,71	0,35	14,4	0,72	25	36,46	15,5

Cukernatost pozvolna rostla a zvýšila se o cca 0,6-1,58% u všech variant. Nejvyšší přírůstek byl pozorovatelný u kontrolní varianty. Vysoký přírůstek u kontroly byl způsoben pravděpodobně tím, že se odebírají vždy 3 cukrovky v řadě za sebou, což je zatíženo určitou chybou a může se to projevit určitými nepřesnostmi. Z technického hlediska ale není možné v průběhu vegetace odebírat větší počty řep. Navíc není prováděn přepočít na sklizňovou plochu.

**Obrázek 21 – 24: Stav porostů a kořenů k 14.8.2013**



Při třetím odběru, který byl proveden v poslední dekádě září, (24.9.2013) byla zaznamenána největší hmotnost bulev po aplikaci přípravku Terra Sorb komplex. Tato varianta se vyznačovala i nejvyšším obsahem cukru a cukrovka zde byla po technologické stránce nejvíce vyzrálá (MB= 28,62). Byl zde pozorován nejnižší obsah rozpustného popela (tab. 13).

**Tabulka 13: Technologické parametry (24.9.2013)**

Var.	Hmotnost bulvy (kg)	Hmotnost chrást (kg)	Obsah cukru (%)	popel (%)	$\alpha$ -dusík (mg/100g)	MB-faktor	sušina šťávy (%)
1	0,91	0,49	16,2	0,74	40	32,19	18,5
2	0,79	0,42	16,8	0,83	40	35,04	19
3	1,17	0,56	17	0,69	45	28,62	19,6



V roce 2014 proběhla první aplikace přípravků Terra-Sorb foliar a Terra-Sorb komplex stejně jako v předchozím případě začátkem července daného roku. Přípravek byl aplikován podle uvedené metodiky.

První odběr vzorků rostlin proběhl 5.8.2014 (tab. 14), jednotlivé vzorky byly následně vyfotografovány (obr. 25 - 27).

**Tabulka 14: Rozbor cukrovky (odběr 5.8.2014)**

Var.	Hmotnost bulvy (kg)	Hmotnost chrást (kg)	Obsah cukru (%)	$\alpha$ -dusík (mg/100g)
1	0,457	0,571	16,3	35
2	0,819	0,731	16,3	40
3	0,675	0,635	17,3	35

**Obrázek 25-27: Detail rostlin (odběr 5.8.2014)**



Z prvních rozborů byl patrný nárůst hmotnosti bulvy i chrástu u ošetřených variant oproti variantě kontrolní. Obsah cukru se pohyboval v rozmezí 16,3 – 17,3%.

Dne 19.8.2014 byla provedena 2. aplikace přípravků dle metodiky. Současně byl před aplikací hnojiv proveden odběr vzorků cukrovky. Rozdíly v hmotnosti bulvy byly velké, největší hmotnost byla zaznamenána po aplikaci hnojiva Terra-Sorb komplex (tab. 15).

**Tabulka 15: Rozbor cukrovky (odběr 19.8.2014)**

Var.	Hmotnost bulvy (kg)	Hmotnost chrástu (kg)	Obsah cukru (%)	$\alpha$ -dusík (mg/100g)
1	0,590	0,493	14,6	20
2	0,737	0,433	16,2	20
3	0,790	0,657	16,2	20

Aplikace hnojiv měla i příznivý vliv na cukernatost bulvy.

**Obrázek 28 – 30: Detail rostlin (odběr 19.8.2014)**





Dne 19.9.2014 byl proveden poslední odběr vzorků cukrovky. Porost byl vyfotografován (obr. 31 - 33). Po aplikaci přípravků Terra-Sorb byly výnosové i kvalitativní parametry podstatně lepší (tab. 16).

**Tabulka 16: Rozbor cukrovky (odběr 19.9.2014)**

Var.	Hmotnost bulvy (kg)	Hmotnost chrást (kg)	Obsah cukru (%)	$\alpha$ -dusík (mg/100g)
1	0,777	0,483	16,6	10
2	0,923	0,383	17,0	15
3	0,980	0,283	17,0	15

**Obrázek 31 – 33: Detail rostlin (odběr 19.9.2014)**



### 5.1.3 Průběh pokusu jarního ječmene

Na podzim po sklizni cukrovky bylo provedeno zapravení chrástu cukrovky střední orbou a proběhla aplikace P-hnojiva Superfosfát (45 %  $P_2O_5$ ) v dávce  $0,5 \text{ q}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Před setím byl aplikován LAV 27 v dávce  $2\text{q}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Pokus byl proveden na odrůdě jarního ječmene Prestige, zvolený výsev 3,7 MKS, pokus byl zaset 12.3.2014.

Dne 20.4.2014 byl proveden odběr vzorků pro agrochemický rozbor rostlin (tab. 17) a porost, který se nacházel na počátku fáze odnožování, byl následně vyfotografován (obr. 34 – 35).

**Tabulka 17: Chemické složení rostlin v % sušiny**

H1SR	N	K	P	Ca	Mg
0,17g	5,13%	3,34%	0,431	0,876	0,123

H1SR = hmotnost sušiny jedné rostliny, obsah živin je uveden v % v sušině

**Obrázek 34, 35: Stav porostu v době odnožování**



Dne 20.5.2014 bylo aplikováno plošně hnojivo Sulfammo v dávce  $30 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$  a následovala první aplikace přípravku Terra-Sorb foliar.

Druhá aplikace přípravku následovala 7.6.2014 společně s fungicidním ošetřením porostu. Ječmen byl v té době ve fázi metání. Stav, ve kterém se porost nacházel, je zachycen na následujících obrázcích (obr. 36 - 38):



**Obrázek 36, 37 a 38: Stav porostu v průběhu metání**



Skřízeň pokusu proběhla 3.8.2014 pomocí maloparcelní sklízecí mlátičky Wintersteiger s automatickou váhou a vzorkovacím zařízením, výnos a výsledky kvalitativních parametrů jednotlivých variant jsou hodnoceny v dalších kapitolách.

## **5.2 Vyhodnocení výsledků**

V rámci jednotlivých pokusů byl sledován vliv aplikace přípravku Terra-Sorb foliar na porost pšenice ozimé a jarního ječmene. V porostech řepy cukrové byl testován účinek jak přípravku Terra-Sorb foliar, tak i přípravku Terra-Sorb komplex.

### **5.2.1 Vyhodnocení pokusů v pšenici ozimé**

Pokusy, ve kterých byl testován účinek hnojiva Terra-Sorb foliar, probíhaly v letech 2012-2014 a jsou u nich vyhodnoceny jak výnosové parametry, tak i kvalita sklizeného zrna.

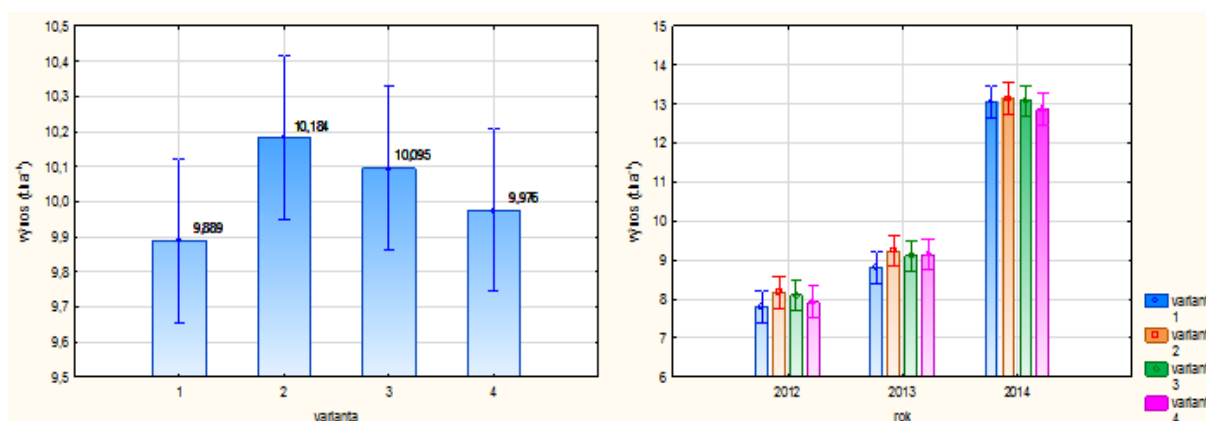


### 5.2.1.1 Vyhodnocení výnosu

Výnos zrna pšenice ozimé byl v průměru u všech variant s aplikací přípravku Terra-Sorb foliar pozitivně ovlivněn. Za nejvhodnější můžeme považovat aplikaci v době odnožování (graf 1). Postřik v tomto vegetačním období zvyšoval v tříletém průměru výnos o téměř  $0,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Nejnižšího nárůstu naopak bylo dosaženo u varianty č. 4, tj. při aplikaci plné dávky přípravku v době sloupkování. Zde byl přírůstek výnosu pouze necelých  $0,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  oproti kontrolní variantě.

Tříleté průměry mohou být negativně ovlivněny extrémně příznivými podmínkami v roce 2014. V tomto roce se aplikace pomocných přípravků jevila jako neopodstatněná. Pouze v jednom případě za celou dobu trvání experimentů, a to v roce 2014, byl zaznamenán negativního efekt přípravku na výnos pšenice ozimé (graf 2).

**Graf 1, 2: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na výnos zrna pšenice**



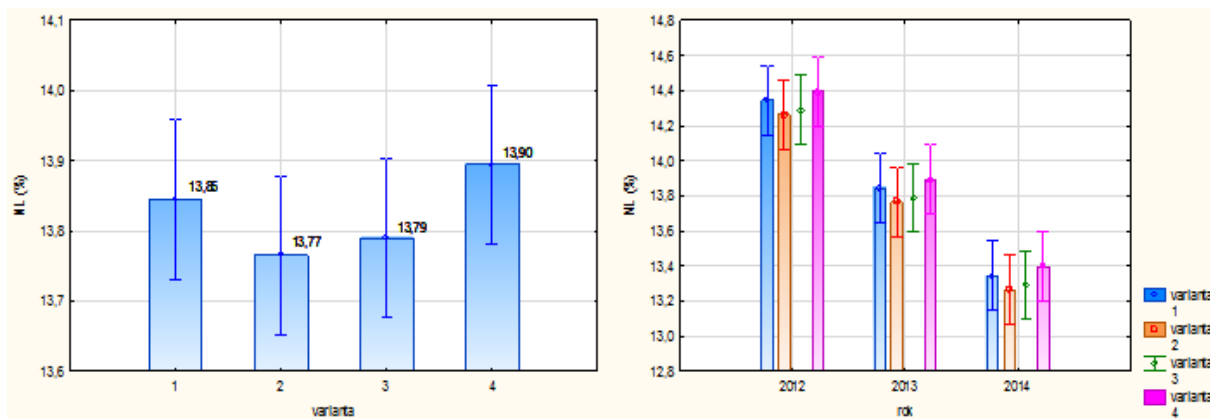
### 5.2.1.2 Vyhodnocení kvalitativních parametrů

Při hodnocení kvalitativních parametrů jsme se zaměřili na stanovení znaků pekařské jakosti tj. obsahu N látek v zrně, hodnoty pádového čísla a Zelenyho testu. Dále byla stanovena ze znaků mlynářské jakosti objemová hmotnost a přepad zrna nad sítem 2,5 a 2,8 mm.

Obsah dusíkatých látek byl aplikací ovlivněn jen minimálně a rozdíly mezi jednotlivými variantami se pohybují na úrovni statistické chyby (graf 3). Nejvyšších hodnot obsahu N-látek bylo dosaženo ve všech letech u varianty č. 4 (graf 4), tj. po aplikaci přípravku v době sloupkování. Naopak nejnižší dusíkaté látky byly dosahovány při aplikaci přípravku Terra-Sorb foliar v plné dávce v době odnožování pšenice. Rozdíly ale byly vždy minimální.

Za zmínku stojí meziročníkové rozdíly v obsahu dusíkatých látek, které ukazují na průkazný vliv ročníku. Významnou roli zde sehrály především rekordní výnosy pšenice v roce 2014, kdy bylo dosaženo nejnižšího obsahu N-látek v zrně.

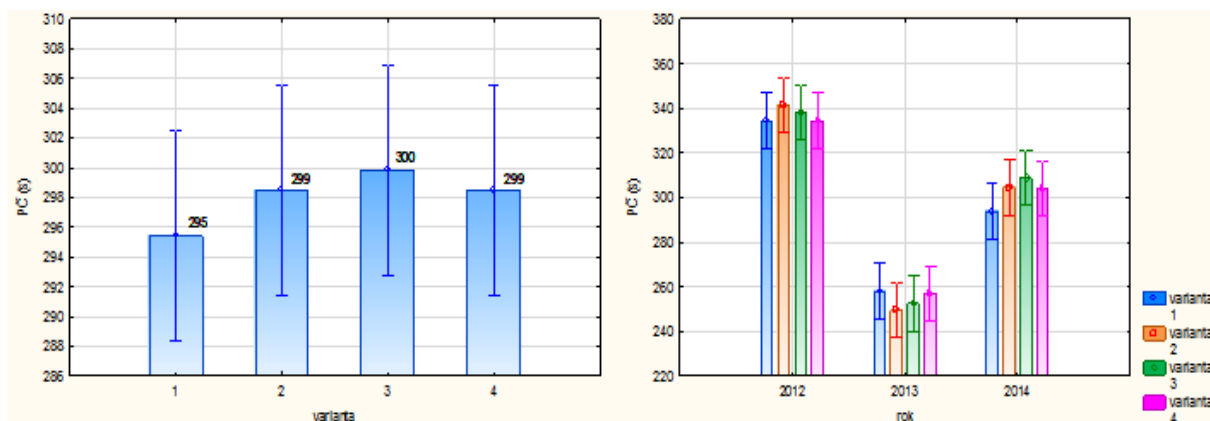
**Graf 3, 4: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na obsah N-látek v zrně pšenice**



Stejně tak číslo poklesu se měnilo mezi jednotlivými variantami pouze nepatrně (graf 5). Větší rozdíly byly pozorovány v meziročníkovém srovnání (graf 6).

Nejnižší enzymatická aktivita zrna byla dosažena v roce 2012, v následujícím roce naopak vlivem méně příznivých sklizňových podmínek byly čísla poklesu nejnižší. Celkově ale můžeme hodnotit i tyto hodnoty jako příznivé.

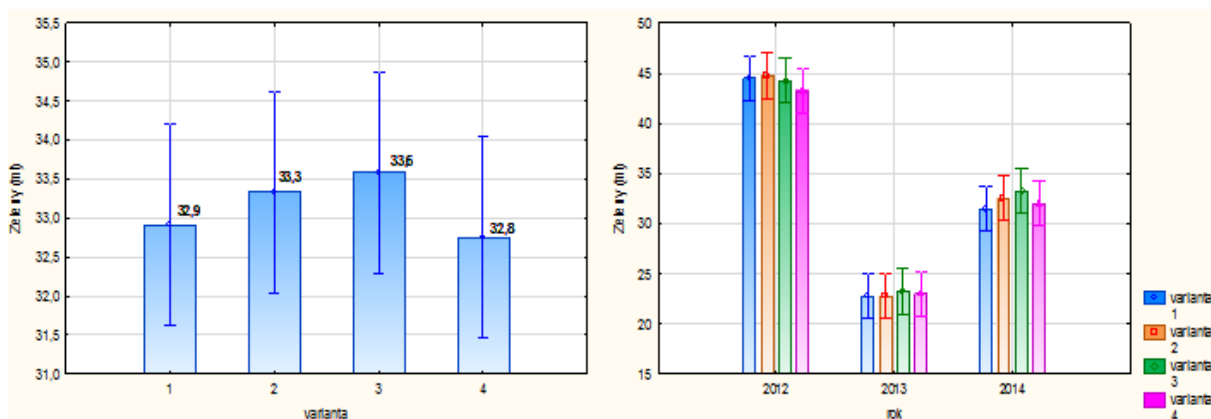
**Graf 5, 6: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na hodnotu pádového čísla**



Stejně tak hodnocení Zeleného testu nepřineslo podobně jako v předchozích případech při porovnávání jednotlivých variant hnojení průkazné rozdíly mezi jednotlivými variantami (graf 7). Aplikace přípravku Terra-Sorb foliar tedy neměla prokazatelný vliv na tento kvalitativní parametr.

Průkazné rozdíly, jak vyplývá z grafu 8, přineslo pouze meziročníkové porovnávání. Nejvyšších hodnot bylo dosahováno v roce 2012, kdy se hodnoty blížily ke 45 ml. Nejnižší naopak v následujícím roce, kde byly extrémně nízké (pod 25 ml) a nesplňovaly tak požadavky na pekařskou jakost.

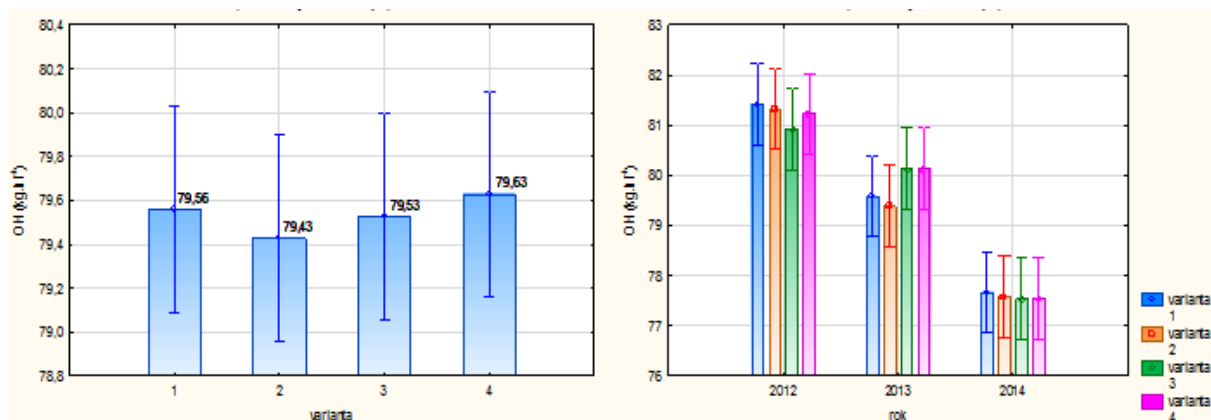
**Graf 7, 8: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na Zeleného sedimentační test**



Objemová hmotnost zrna opět nevykazovala výraznějších rozdílů (graf 9). V tříletém průměru u jednotlivých variant nebyly prokazatelně výrazné odlišnosti mezi variantami. Největší rozdíly jsou mezi variantami ošetření v plné dávce přípravkem v době odnožování a sloupkování, jedná se však řádově o desetiny  $\text{kg} \cdot \text{hl}^{-1}$ , což je rozdíl v rámci hodnocení objemové hmotnosti nevýznamný a zanedbatelný.

Výraznějších rozdílů bylo dosaženo v meziročníkovém hodnocení. Nejvyšší objemová hmotnost byla dosažena v roce 2012, nejnižší naopak v roce 2014 (graf 10).

**Graf 9, 10: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na objemovou hmotnost**

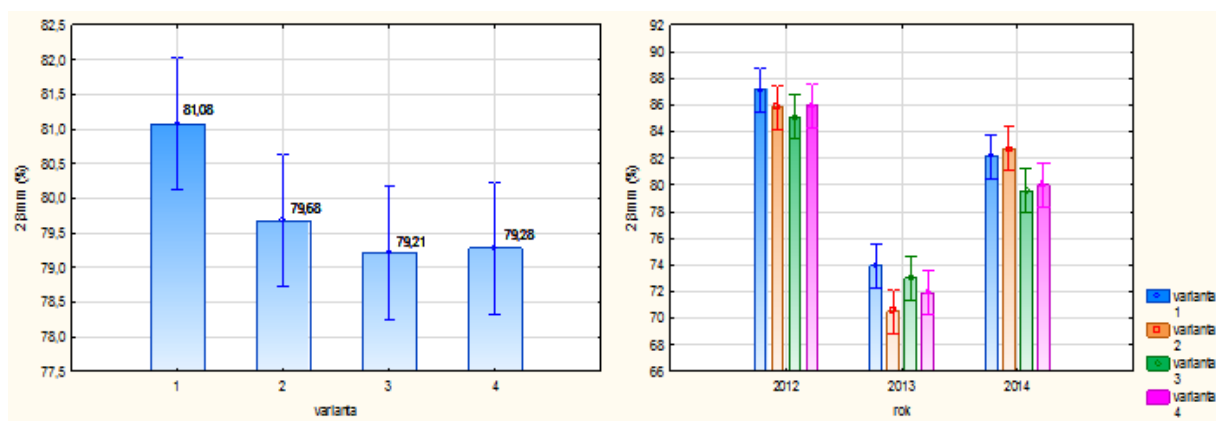


Z grafů 11 a 12, zobrazujících vliv přípravku Terra-Sorb foliar na velikost zrna, vyplývá, že nejvyšší přepad a tudíž největší zrno bylo v tříletém průměru získáno z kontrolní varianty pokusu. Rozdíly mezi variantami jsou ale velmi malé. Rozdíl mezi nejlepší kontrolou a nejhorší variantou s dělenou aplikací přípravku je jen 1,87%.

V rámci sledovaného ukazatele se podobně jako u ostatních kvalitativních parametrů liší výsledky v jednotlivých ročnících. Zatímco v roce 2012 byl přepad zrna nad sítím 2,8 mm kolem 86%, v roce 2013 byl v rozmezí 72 – 74%. V následujícím roce se pak tato hodnota pohybovala mezi 80 – 82%.

Zajímavé také je, že zatímco v roce 2014 bylo největšího přepadu a tudíž i největšího zrna dosahováno na variantě č. 2, tj. při plné dávce přípravku Terra-Sorb foliar v době odnožování, v předchozím roce 2013 tomu bylo zcela naopak.

**Graf 11, 12: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na přepad zrna nad sítím 2,8mm**

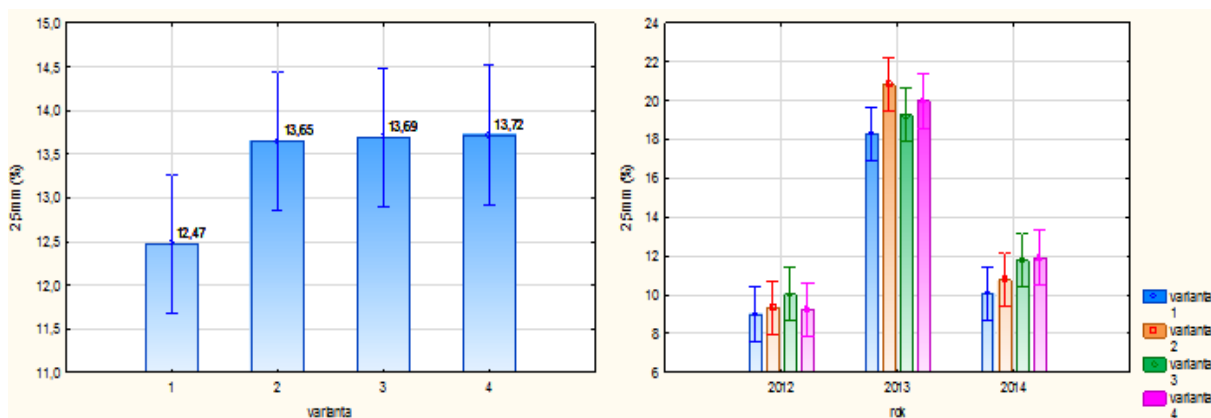


Při posuzování hodnot přepadu zrna na sítě 2,5 mm, popsanych v grafech 13 a 14, je nezbytné přihlédnout k předchozímu ukazateli. Nejnižších hodnot je v tomto případě dosahováno u kontrolní varianty, naopak po aplikacích přípravku Terra-Sorb jsou hodnoty vyrovnané. Koresponduje to s hodnotami předchozího hodnocení přepadu nad sítím 2,8 mm.

Velmi vyrovnaná jsou i jednotlivá meziročníková srovnání, která jsou opět odvislá od hodnocení, které vyplývají z předchozího grafu 12.

Při součtu velikostních frakcí zrna 2,8 a 2,5 mm získáme celkové množství zrna vhodného pro mlýnské zpracování. Nejvyšší produkce byla dosažena u kontrolní varianty (93,55%), nejnižší hodnoty byly stanoveny při dělené aplikaci přípravku v době odnožování a sloupkování s hodnotou 92,9%. Jedná se tedy o velmi malé rozdíly.

**Graf 13, 14: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na přepad zrna na síť 2,5mm**



## 5.2.2 Vyhodnocení pokusů v cukrové řepě

V rámci pokusů byl ověřován vliv aplikací přípravku Terra-Sorb foliar i Terra-Sorb komplex na výnos a hodnocení základních kvalitativních parametrů cukrové řepy. Dosažené výsledky jsou dvouleté a pokusy probíhaly v letech 2013 a 2014.

### 5.2.2.1 Vyhodnocení výnosu

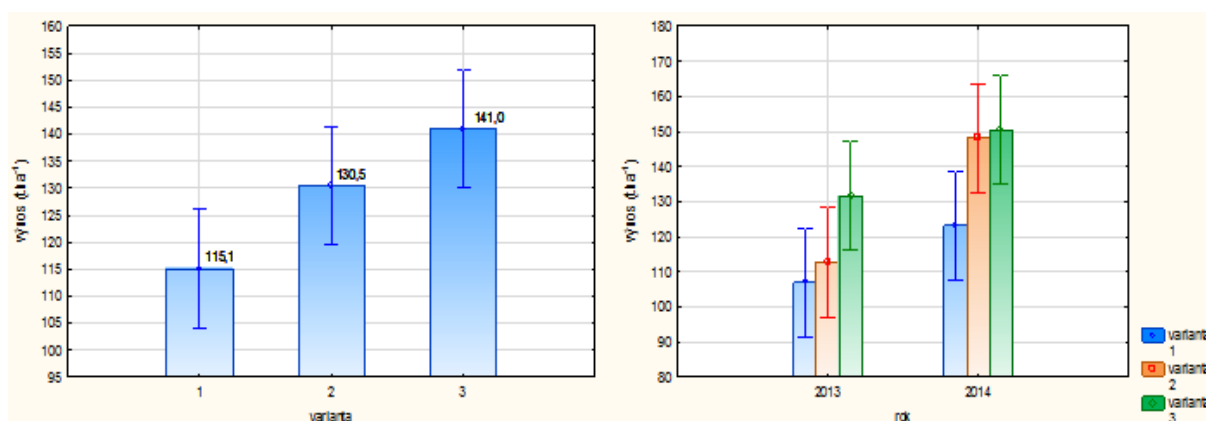
Aplikace přípravků Terra-Sorb foliar i komplex v rámci dvouletého pozorování přinesla pozitivní vliv na výnos bulev cukrové řepy.

V rámci dvouletých průměrů byl zaznamenán po aplikaci přípravku Terra-Sorb foliar přírůstek výnosu o  $15,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , což při srovnání s kontrolní variantou činí více než 13% (graf 15). Výraznější efekt byl dosažen v roce 2014 (graf 16).

Terra-Sorb komplex se uplatnil ještě výrazněji. Koncentrovanější forma aminokyselin měla pozitivní vliv na výnos, při srovnání s kontrolou se v průměru výnos zvýšil o  $25,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , což činí 22,5%. Tyto výborné výsledky byly dosaženy v obou letech 2013 i 2014 a v případě přípravku Terra-Sorb komplex již můžeme mluvit o statisticky průkazném zvyšování výnosu.

Koncentrovaná forma přípravku se projevila jako výrazně lepší i oproti přípravku Terra-Sorb foliar. I když výsledky obou přípravků byly v roce 2014 vyrovnané, výraznější rozdíl v rámci výnosu byl hodnocen v předchozím sledovaném ročníku. V rámci dvouletého průměru je rozdíl mezi oběma aplikacemi na úrovni  $10,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , což činí více než 8%.

**Graf 15, 16: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar a komplex na výnos bulev**

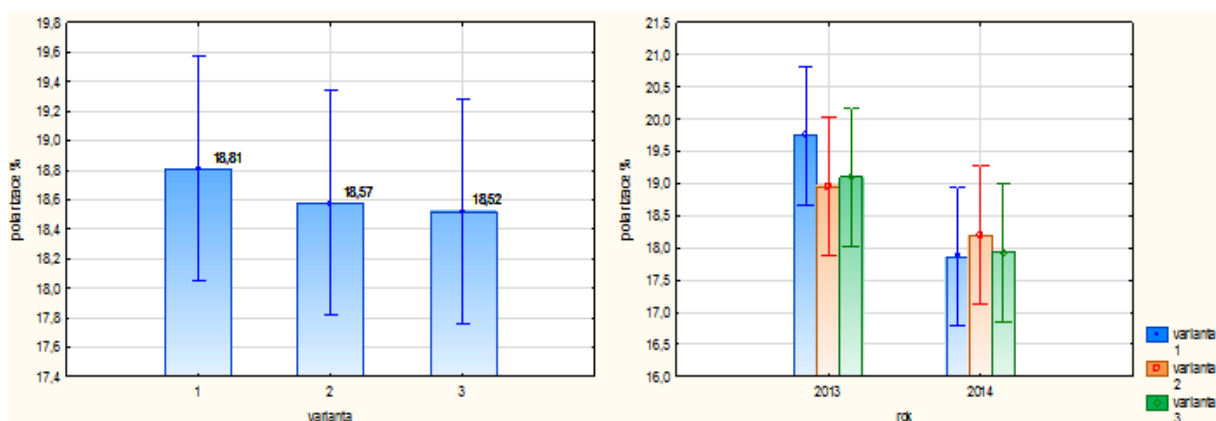


### 5.2.2.2 Vyhodnocení kvalitativních parametrů

Obsah cukru v bulvách byl v rámci dvouletých průměrů velmi vyrovnaný. Přesto nejvyšší cukernatost bulev můžeme pozorovat u kontroly (graf 17).

Pokud se ale zaměříme na hodnocení tohoto parametru v jednotlivých ročnících (graf 18), musíme konstatovat, že v roce 2014 byly hodnoty cukernatosti mírně vyšší po aplikaci přípravků Terra-Sorb. Rozdíl ve prospěch kontroly byl tedy způsoben vyšším přírůstkem v roce 2013 (cca 0,5% oproti variantám s Terra-Sorbem).

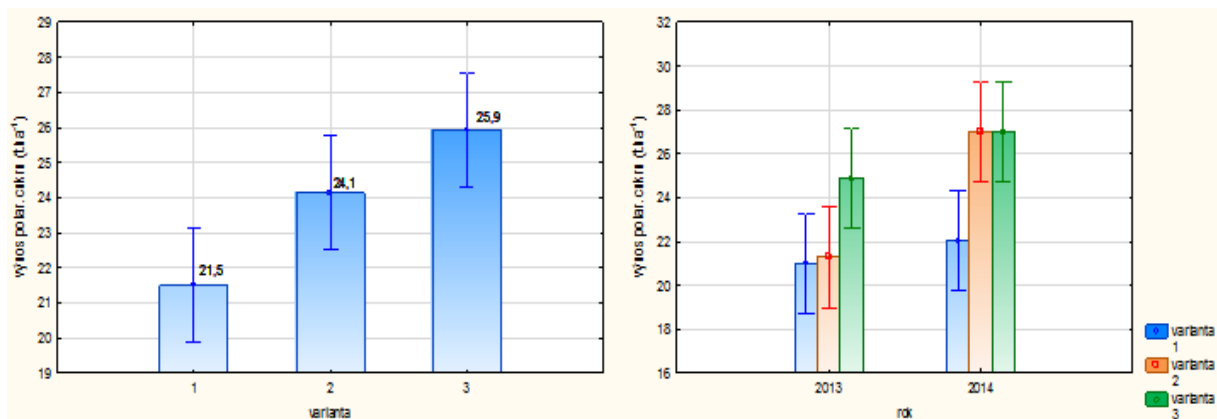
**Graf 17, 18: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar a komplex na obsah cukru**



Z výsledků výnosu polarizačního cukru je pak patrné, že i když dvouletý průměr vykázal u kontrolní varianty nepatrně vyšší obsah cukru, v kombinaci s dosaženým výnosem je aplikace přípravku Terra-Sorb foliar i Terra-Sorb komplex přínosem a výnos polarizačního cukru je zde podstatně vyšší.

Nejvyšší produkce polarizačního cukru byla dosažena při aplikaci Terra-Sorb komplex. Ve srovnání s kontrolní variantou je zde nárůst výnosu u sledovaného parametru o  $4,4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , což činí více než 20%. Jako velmi pozitivní se projevila i aplikace přípravku Terra-Sorb foliar, kde byl výnos polarizačního cukru oproti kontrole o  $2,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  vyšší, což je více než 12% (graf 19, 20).

**Graf 19,20: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar a komplex na výnos polarizačního cukru**

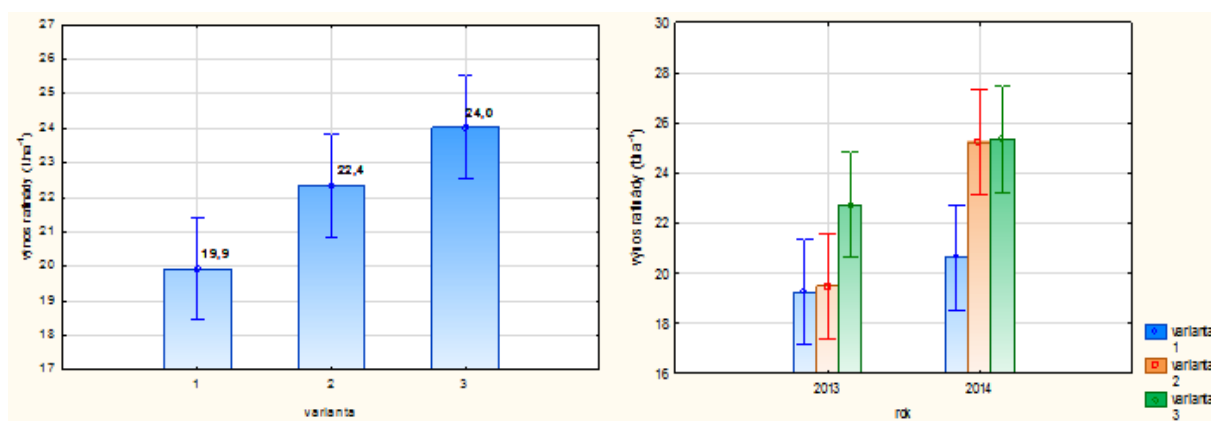


V konečném hodnocení však ani výnos polarizačního cukru nemusí být rozhodující. Celková výtěžnost cukru je limitována obsahem melasotvorných látek v řepné šťávě. Zde je hlavním faktorem obsah rozpustného popela a alfaaminodusíku, tj. látek, které působí silně melasotvorně a snižují výtěžnost sacharózy z bulev.

Z ukazatelů produkce rafinády je však patrné, že jednotlivé výsledky korelují s výnosem polarizačního cukru a obě varianty aplikace přípravků Terra-Sorb foliar i Terra-Sorb komplex měly výrazně pozitivní vliv i na výnos rafinády. Ten byl nejvyšší v rámci varianty č. 3, tj. aplikace přípravku Terra-Sorb komplex. Zde můžeme sledovat zvýšení výnosu o  $4,1 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , což činí ve srovnání s kontrolou více než 25%.

Vysokého nárůstu bylo v průměru dosaženo také u varianty ošetřené přípravkem Terra-Sorb foliar (graf 21 a 22).

**Graf 21, 22: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar a komplex na výnos rafinády**



### 5.2.3 Vyhodnocení pokusu v jarním ječmeni

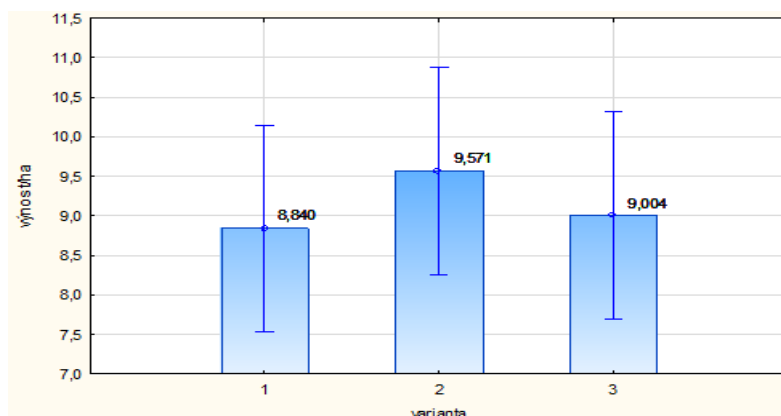
V roce 2014 byly maloparcelní polní pokusy rozšířeny o testování přípravků Terra Sorb foliar v jarním ječmeni.

#### 5.2.3.1 Vyhodnocení výnosu

Z výnosových výsledků je patrné, že nejvyššího výnosu bylo dosaženo u varianty č. 2, tj. po dělené aplikaci přípravku Terra-Sorb foliar. Tato aplikace zvýšila výnos jarního ječmene o více než 0,7 t·ha<sup>-1</sup> oproti kontrolní variantě, což v přepočtu činilo nárůst o více než 8% (graf 23).

Ke zvýšení výnosu přispěla i varianta s jednorázovou aplikací přípravku v době metání porostu. Tady již nebyl vliv aplikace tak výrazný a ve srovnání s kontrolní variantou byl dosažen nárůst výnosu pouze o 0,164 t·ha<sup>-1</sup>, což činí necelá 2%.

**Graf 23: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na výnos zrna jarního ječmene**

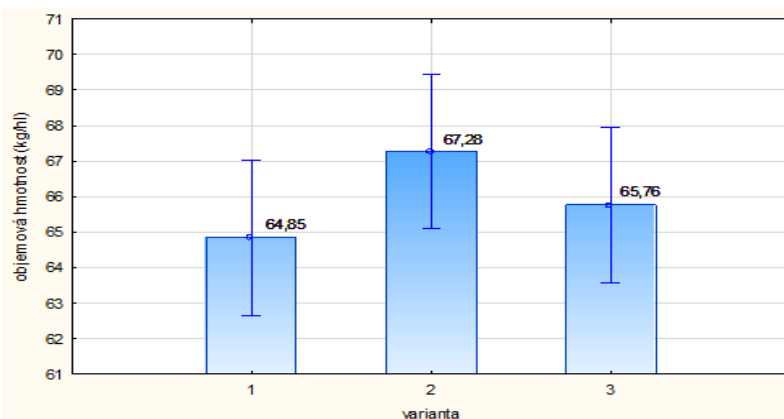




### 5.2.3.2 Vyhodnocení kvalitativních parametrů

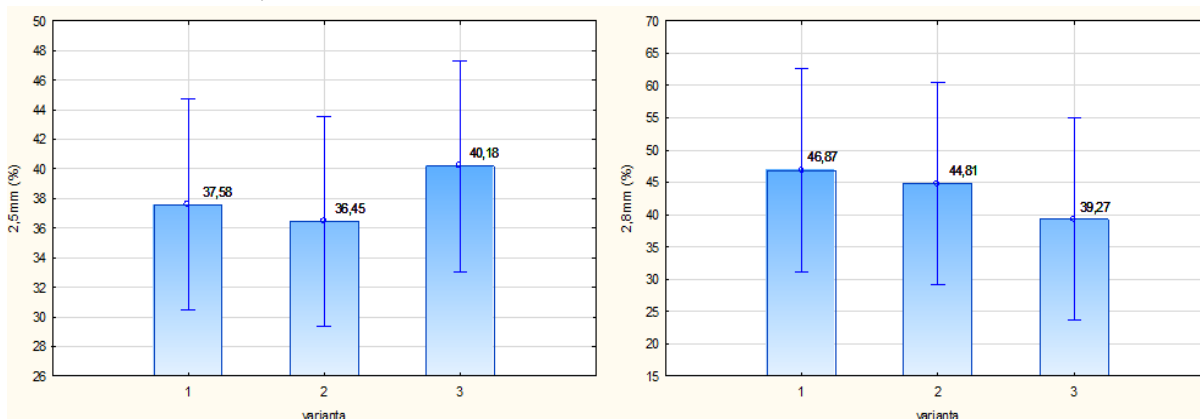
Z kvalitativních parametrů byl patrný nárůst objemové hmotnosti u všech ošetřených variant. Růst objemové hmotnosti korespondoval s vyšším výnosem u ošetřených variant. V případě dělené aplikace přípravku Terra-Sorb foliar se objemová hmotnost zvýšila o 3,75 kg.hl<sup>-1</sup>, při aplikaci v plné dávce během metání byla objemová hmotnost zvýšena o 1,4 kg.hl<sup>-1</sup> ve srovnání s kontrolou (graf 24).

**Graf 24: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na objemovou hmotnost jarního ječmene**



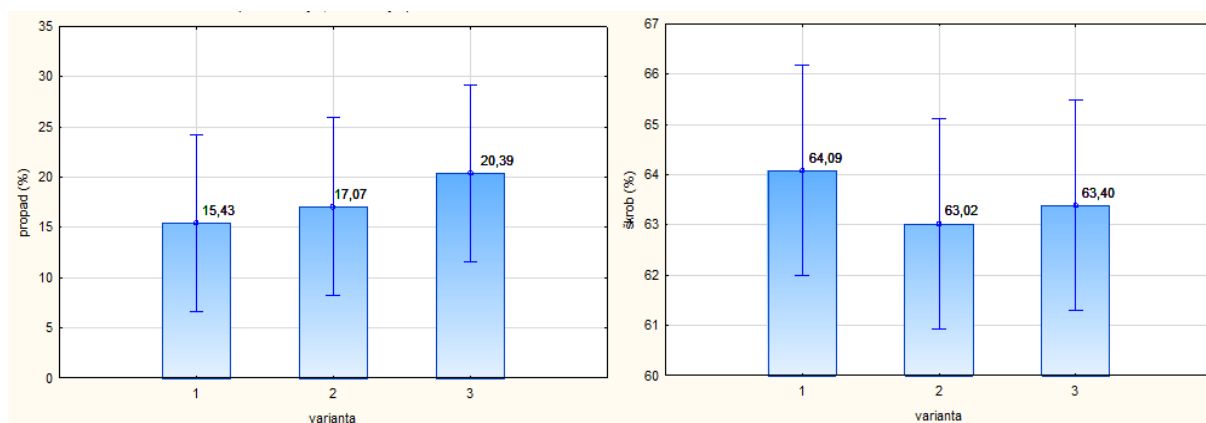
Z grafů 25, 26, 27 je dále patrné, jaký vliv měla aplikace přípravku na velikost zrna a jeho přepad či propad. Z jednotlivých výsledků vyplývá, že při aplikaci přípravku Terra-Sorb foliar se oproti kontrolní variantě nepatrně snížil podíl zrn na síť 2,8 mm, naopak na síť 2,5 mm se tento ukazatel nepatrně zvýšil. Celkově nejnižšího podílu drobného zrna, který je označován jako propad, bylo dosaženo u kontrolní varianty, mezi jednotlivými výsledky a variantami jsou však minimální rozdíly, které nejsou statisticky průkazné.

**Graf 25, 26: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na podíl zrna na síť 2,5mm a přepad zrna nad síť 2,8mm**



Obsah škrobu byl s ohledem na dosahované výnosy nižší a pohyboval se v rozmezí od 63,02 do 64,09%, jak vyplývá i z grafu 28. Nejvyšší obsah škrobu byl zaznamenán u kontrolní varianty, nejnižší hodnoty naopak u varianty s dělenou aplikací přípravku Terra-Sorb foliar. Jak ale vyplývá z jednotlivých výsledků, rozdíly mezi ošetřenými variantami byly oproti kontrole velmi malé a statisticky neprůkazné.

**Graf 27, 28: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na propad zrna a obsah škrobu jarního ječmene**



## 6 DISKUZE

Přestože problematika stimulátorů růstu a pomocných rostlinných přípravků není v rámci zemědělské prvovýroby žádnou novinkou, v rámci publikovaných prací se této činnosti věnuje jen velmi málo autorů. Přestože v současné době existuje na trhu celá řada pomocných látek, jejich účinky často nejsou známy nebo dostatečně ověřeny.

TRČKOVÁ (2010) dokonce uvádí, že mezi jednotlivými přípravky nejenže existují rozdíly, ale v některých případech dokonce nemusí být zcela jejich používání a vliv na porost zcela přesně definován. BEZDÍČKOVÁ (2013) dokonce upozorňuje, že je velkým omylem se domnívat, že je stimulátor jako stimulátor a že jejich použitím nemůžeme nic zkazit. Naopak, zejména u obilnin upozorňuje na nesprávné použití, které může výrazně negativně zasáhnout do tvorby výnosotvorných prvků a tím i do výnosu. Proto je důležité znát nejen účinné látky používaných přípravků, ale i jejich správné místo pro použití v rámci pěstitelských technologií. Jenom v takovém případě pak může být aplikace pomocného přípravku opravdu přínosem.

I z výše uvedených důvodů jsme se zaměřili na ověření účinků přípravku Terra-Sorb foliar v rámci pěstování pšenice ozimé, jarního ječmene a cukrové řepy, u které byly navíc pokusy doplněny i o koncentrovanou formu přípravku Terra-Sorb komplex. V rámci zkoušení byly založeny maloparcelní pokusy v letech 2012 – 2014 a sledován byl vliv přípravků nejen na výnos, ale i na kvalitativní parametry produkce.

Jednotliví autoři se v rámci svých prací v zásadě shodují s účinky látek, které můžeme nazvat jako pomocné rostlinné přípravky. BEZDÍČKOVÁ (2013) například uvádí, že při použití malého množství těchto látek můžeme stimulovat růst rostlin, zlepšovat příjem či využití živin, zvýšit odolnost k nepříznivým vnějším podmínkám, urychlit regeneraci poškozených porostů, apod. Podobné účinky zmiňují u jednotlivých přípravků i další autoři, RYBÁŘIK (2015), ŠPIRAKUSOVÁ (2015), POLÁKOVÁ, ŠILHA (2015), DUNDÁLKOVÁ (2015) či KREMPA (2013). Ti zároveň často poukazují na fakt, že obecně platí větší uplatnění pomocných přípravků a jejich vliv na výnos v méně příznivých podmínkách, kdy použití vybraných látek pomůže rostlinám toto období lépe snášet a překonat.

Ideální podmínky pro otestování jednotlivých stimulátorů přinesl například průběh zimy 2011 / 2012 s následným poškozením porostu. První aplikace stimulátorů byla prováděna obvykle v první polovině dubna, kdy již porosty měly vytvořenou listovou plochu a již fungoval kořenový systém BEZDÍČKOVÁ (2013). Ve stejném roce byly také provedeny první pokusy s přípravkem Terra-Sorb foliar. V rámci pokusu se projevil pozitivní vliv na výnos

pšenice ozimé, který popisoval již KUTHAN (2013). Z výnosových výsledků, které jsou uváděny v předchozí části práce, je patrné, že právě aplikace 2 l.ha<sup>-1</sup> přípravku obsahujícího volné aminokyseliny způsobila nárůst výnosu o téměř 5% oproti kontrole. I ostatní aplikace, ať už dělená v době odnožování a sloupkování či plná dávka 2 l.ha<sup>-1</sup> v době sloupkování, měly také pozitivní vliv na výnos. V prvním případě o téměř 4%, v druhém byl zaznamenán nárůst výnosu pouze o 1,5%. Při srovnání s výsledky, které uvádí BEZDÍČKOVÁ (2013), jsme dosáhli podobné přírůstky výnosu po ošetření porostu. Aplikace přípravku Terra-Sorb foliar tak v daném roce potvrdila pozitivní vliv na výnos, potvrdilo se tak, že příznivé účinky volných aminokyselin lze očekávat u porostů, které jsou oslabené vnějšími vlivy. Tyto porosty pak mohou po aplikaci rychleji regenerovat, jak uvádí KUTHAN (2013).

Výše zmíněné efekty se potvrdily i v následujícím roce, kdy bylo dosaženo opět podobných navýšení výnosu oproti kontrolní variantě. Přírůstek výnosu se pohyboval v rozpětí 0,2 – 0,4 t.ha<sup>-1</sup>, což v přepočtu činilo 4 – 6%. Podobné výsledky v rámci svých pokusů z tohoto období uvádí také BABIÁNEK, KRČEK (2014).

KUTHAN (2013) uvádí, že výhoda aplikace aminokyselin spočívá v jejich univerzálnosti použití, protože neobsahují přímo některý z rostlinných hormonů ani jejich přímých prekurzorů a u zdravých porostů by měly přispívat k celkovému posílení rostlin, zajištění dostatečného příjmu živin a zlepšení celkové kondice. Ne vždy se to ale potvrdí. Důkazem toho jsou i naše pokusy realizované v roce 2014. Tento ročník se vymykal a i kontrolní varianta zde dosahovala velmi vysokého výnosu, který přesahoval 13 t.ha<sup>-1</sup>. Ač byly jednotlivé aplikace v rámci ošetření přípravkem Terra-Sorb foliar prováděny podle předchozích let, výrazně se zde jejich aplikace neprojevila. Potvrdily se tak závěry BEZDÍČKOVÉ (2013), která uvádí zkušenost, že obecně pomocné přípravky nachází větší uplatnění v méně příznivých podmínkách.

Na kvalitativní parametry zrna pšenice neměla aplikace přípravku Terra-Sorb foliar jednoznačný vliv. Celá řada autorů udává v rámci propagace pomocných rostlinných přípravků či stimulátorů růstu jejich pozitivní vliv na kvalitu produkce (RYBÁRIK, 2015). Ne vždy jsou ale tyto proklamace podpořeny relevantními výsledky pokusů. Podobně KREMPA (2013) doporučuje použití biostimulátoru na bázi mořských řas v rámci kvalitativního hnojení pšenice, ve své práci však zmiňuje pouze vliv na HTZ, který ovšem není výsledkově podložen.

Výsledků, které by prokazatelně potvrdily vliv stimulátorů růstu nebo pomocných rostlinných přípravků na kvalitu produkce je velmi málo. V rámci ověřování účinků přípravku Terra-Sorb foliar v ozimé pšenici se alespoň podařilo dokázat, že ač mají aminokyseliny pozitivní vliv na výnos, neodrazilo se to ve zhoršení kvality produkce. V případě pšenice

ozimé se tak nepotvrdil fakt, že hydrolyzáty bílkovin mají vliv na kvalitu produkce, jak publikovali mj. také TRČKOVÁ, RAIMANOVÁ, SVOBODA (2009).

Nejlepší výsledky v rámci zkoušených plodin byly dosaženy u cukrové řepy. Byl prokázán pozitivní vliv obou testovaných přípravků na výnos i kvalitu produkce cukrové řepy. Dosažené výsledky byly průkazné zejména v roce 2014 a potvrdily nebo v případě přípravku Terra-Sorb foliar ještě vylepšily nárůsty z předchozího roku. Bylo tak potvrzeno konstatování HONSOVÉ (2013), která právě cukrovou řepu označila jako plodinu, do které se vyplatí investovat a kde je možné pozitivně zhodnotit její výnosový potenciál.

Nárůst výnosu po aplikaci přípravku Terra-Sorb foliar i Terra-Sorb komplex byl průkazný. Z dvouletých výsledků je patrný přírůstek výnosu u varianty foliar o  $15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , což činí 13,4% oproti kontrole, v případě koncentrovanější formy komplex byl výnos vyšší dokonce o  $25,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  resp. 22,5%. Při srovnání těchto výsledků s pokusy, které prezentují ZAHRADNÍČEK, NEČASOVÁ, TYŠER (2009), byla aplikace našich přípravků efektivnější ve srovnání s aplikacemi listových hnojiv, která obsahovala pouze makro a mikroprvky. Na druhou stranu aplikace těchto živin měla pozitivní vliv i na cukernatost, což se v případě přípravku Terra-Sorb neprojevovalo. Pozitivní vliv na výnos při stimulaci cukrové řepy zmiňuje i HAŠKOVÁ (2014). Ta v případě používání mořských řas dokonce doporučuje častější aplikace, než tomu bylo v případě pokusů s přípravkem Terra-Sorb, který byl použit v každém opakování 2x v průběhu vegetace.

Tyto aplikace nejenže měly výrazný pozitivní vliv na výnos produkce, zároveň však téměř neovlivnily její kvalitu a tudíž byl podobně jako výnos bulev zvýšen i výnos polarizačního cukru a výnos rafinády. Podobný efekt zmiňuje i KUTHAN (2013). BABIÁNEK, KRČEK (2014) dokonce popisují i možné ovlivnění cukernatosti v rámci stimulace cukrové řepy. Na ověření a potvrzení těchto skutečností by však bylo zapotřebí dlouhodobějších pokusů. Navíc cukernatost může být často v negativní korelaci s dosaženým výnosem, který svým růstem může její hodnotu snižovat. Tuto skutečnost jsme často pozorovali i v našich pokusech při dílčích odběrech rostlin prováděných v průběhu vegetace.

Z jednoletých výsledků pokusu v jarním ječmeni je patrný pozitivní vliv přípravku Terra-Sorb foliar na výnos zrna. Přestože KUTHAN (2013) i HOŠNA, DUCHEK (2013) prezentovali pozitivní vliv aplikovaných aminokyselin na výnos zejména v nepříznivých podmínkách a letech, aplikace přípravku Terra-Sorb foliar byla pozitivní i ve výnosově velmi nadprůměrném roce 2014.

Z dosažených výsledků se jeví jako prospěšnější aplikace v dřívější fázi vegetace. Je patrné, že zejména dělená dávka, kdy 1 l přípravku byl aplikován v době sloupkování a 1 l

v době metání má velmi dobrý účinek na výnos a bylo dosaženo jeho zvýšení o 8,3%, tj. 0,73 t.ha<sup>-1</sup> oproti kontrolní variantě. Pozitivní vliv měla i jednorázová aplikace 2 l.ha<sup>-1</sup> v době metání porostu. Tady se již ale projevil fakt, že u plodiny s krátkou vegetační dobou, jakou je jarní ječmen, se vyplatí raději ranější aplikace stimulatorů či pomocných rostlinných přípravků, jako tomu uvádí BABIÁNEK, KRČEK (2014).

Námi dosažené přírůstky výnosu korespondovaly s údaji, které uvádí i MIKLA (2014). Zároveň se v tomto případě nepodařilo, stejně jako tomu bylo u ozimé pšenice, prokázat vliv aminokyselin na kvalitu produkce. Dosažené výsledky jsou však v případě aplikací přípravku Terra-Sorb foliar pouze jednoletou záležitostí. Pokusy byly navíc vyhodnocovány v roce, ve kterém porosty jarního ječmene nebyly výrazně stresovány a zřejmě se tak nemohly projevit hlavní účinky sledovaného přípravku. I z tohoto důvodu by měly být pokusy s jarním ječmenem zopakovány, popř. ještě rozšířeny o aplikaci plné dávky aminokyselin v době odnožování. Na základě předpokladů, které uvádí mj. POLÁKOVÁ, ŠILHA (2015) by právě tato aplikace v rané fázi porostu mohla mít největší přínos pro výnos jarního ječmene.

## 7 ZÁVĚR

V rámci diplomové práce byly ověřovány přípravky Terra-Sorb. Hlavní účinnou složkou v nich obsaženou jsou volné aminokyseliny. V rámci legislativy jsou přípravky zařazeny do skupiny tzv. pomocných rostlinných přípravků a jsou určena k foliární aplikaci. Právě z toho důvodu je teoretická část zaměřena hlavně na doplňkovou výživu, dále na výživu dusíkem a jeho následnou přeměnu na aminokyseliny, jejich účinky a vliv, a působení pomocných látek obecně.

Účinek přípravků Terra-Sorb byl testován v maloparcelních pokusech na pšenici ozimé, cukrové řepě a jarním ječmeni. V rámci zkoušení byly posuzovány účinky různých termínů aplikací a ověřován vliv přípravků nejen na dosažený výnos, ale i na výslednou kvalitu produkce jednotlivých plodin.

Při testování přípravku Terra-Sorb foliar u ozimé pšenice se potvrdil pozitivní vliv aplikace na výnos zrna. Dále lze na základě výsledků konstatovat, že:

- Jako nejvhodnější se jevila aplikace  $2\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$  přípravku ve fázi odnožování pšenice.
- Výrazně lepší účinnost přípravku Terra-Sorb foliar byla zaznamenána při stresových podmínkách.
- U všech variant s aplikací přípravku Terra-Sorb nebyl zaznamenán v průběhu 3letého pozorování negativní vliv na výnos zrna
- Kvalita produkce po aplikaci přípravku nebyla výrazněji ovlivněna.

V rámci dvouletého pokusu na cukrové řepě byl kromě účinku přípravku Terra-Sorb foliar ověřován i vliv koncentrovanější formy volných aminokyselin v podobě přípravku Terra-Sorb komplex. V obou případech byly přípravky aplikovány na porost 2x v průběhu vegetace. Dosažené výsledky prokázaly, že:

- Byl zaznamenán výrazný nárůst výnosu po aplikaci volných aminokyselin v obou sledovaných ročnících.
- Přípravek Terra-Sorb foliar zvyšoval v průměru výnos bulev o více než  $15\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$
- Aplikace koncentrovanější formy v přípravku Terra-Sorb komplex zvyšovala výnos o  $25\text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .
- Nebyl prokázán negativní vliv aplikace na obsah cukru v bulvách a to i přes fakt, že obě formy aminokyselin přinášely výrazně vyšší nárůst bulev a tudíž se dala předpokládat snížená cukernatost.

Ověřování přípravku Terra-Sorb foliar v jarním ječmeni proběhlo pouze v roce 2014. V rámci zkoušení přípravku byly provedeny pouze aplikace v době metání v dávce  $21 \text{ ha}^{-1}$  a dělená aplikace v době sloupkování/metání po  $1 \text{ ha}^{-1}$ . Z výsledků je patrné, že:

- Dělená aplikace Terra-Sorb foliar zvyšovala výnos zrna o více než  $0,7 \text{ t ha}^{-1}$ .
- Pozitivní vliv měla i plná dávka přípravku v době metání.
- Při posuzování vlivu přípravku na výslednou kvalitu produkce nebyl shledán výrazný vliv.

Z hodnocení jednotlivých pokusů je celkově patrný pozitivní vliv přípravku Terra-Sorb foliar (v případě cukrovky i komplex) na výnos sledovaných plodin. Tyto výsledky byly nejprůkaznější zejména při aplikacích právě v cukrové řepě, velmi dobrých výsledků však bylo dosaženo i v pokusech s obilninami. Tady se projevovaly pozitivně hlavně ranější aplikace přípravku. Zároveň se podařilo ověřit, že v žádné variantě pokusu přípravek neměl negativní vliv na růst a vývoj porostu a tedy i na jeho výsledný výnos. Z hodnocení kvalitativních parametrů pak sice nevyplývá pozitivní vliv volných aminokyselin na výslednou kvalitu produkce, zároveň však můžeme konstatovat, že výsledná kvalita aplikací nebyla negativně ovlivněna.

Na základě dosažených výsledků lze doporučit přípravek Terra-Sorb foliar a v případě cukrové řepy i Terra-Sorb komplex pro zemědělskou praxi jako prospěšný.



## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ASHMEAD, H. *Foliarfeedingofplantswithamino acid chelates*. Park Ridge, N.J., U.S.A.: NoyesPublications, c1986, xii, 370 p. ISBN 08-155-1059-4.
- BABIÁNEK, Petr a Martin KRČEK. Význam cytokininů pro stimulaci porostu. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2014, roč. 9, č. 3, 112 - 113.
- BARKER, Allen V a D PILBEAM. *Handbook of plant nutrition*. BocaRaton, FL: CRC/Taylor, c2007, 613 p. ISBN 978-082-4759-049.
- BEZDÍČKOVÁ, Alena. Možnosti uplatnění biostimulátorů v technologii pěstování obilnin. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. Praha: Odeon, 2013, roč. 8, č. 4, s. 90-92.
- DUNDÁLKOVÁ, Lucie. Zlatá sklizeň: Modelování a stimulace porostů pšenice ozimé. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2015, roč. 10, č. 3, s. 96.
- HAŠKOVÁ, Petra. Mořské řasy na českých polích. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2015, roč. 10, č. 2, s. 77.
- HAŠKOVÁ, Petra. Jak stimulovat nejpěstovanější okopaniny?. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2014, roč. 9, č. 5, s. 61.
- HAŠKOVÁ, Petra. Stimulace listovými hnojivy. *Úroda časopis pro rostlinnou výboru vyd. Min. Zemědělství a Výživy*. roč. 2013, č. 3.
- HAŠKOVÁ, Petra. Využití přírodní prevence, stimulace a foliární výživy u máku setého. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2015, roč. 10, č. 3, s. 95.
- HONSOVÁ, Hana. Cukrové řepě maximální péči po celou vegetaci. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2013, roč. 8, č. 3, 74 - 75.
- HOŠNA, Jan a Lukáš DUCHEK. Společnost NOVUM CZECH představila novou řadu biostimulačních přípravků firmy AgriTecnoFertilizantes ze Španělska. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2013, roč. 8, 9/10, 52 - 53.
- KUČEROVÁ J., 2004: *Technologie cereálií*. MZLU v Brně, 194 s.
- HŘIVNA, Luděk. Korekce výživy olejnin listovými hnojivy. In: *Jarní semináře pro pěstitele olejnin*. Praha, 2015, s. 45-51.
- KLOUDA, Pavel. *Základy biochemie*. 1. vyd. Ostrava: Nakladatelství Pavel Klouda, 2000, 155 s. ISBN 80-863-6900-5.
- KREMPA, Pavel. Vedení a stimulace porostů obilnin v průběhu vegetace. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2013, roč. 8, č. 3, s. 89.

- KREMPA, Pavel. Výživa a stimulace mořskými řasami. *Úroda časopis pro rostlinnou výboru vyd. Min. Zemědělství a Výživy*. roč. 2013, č. 3.
- KUTHAN, Ales. Aminokyseliny a stimulace polních plodin. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2013, roč. 8, č. 3, 80 - 81.
- MARSCHNER, H., 1999: *Mineral nutrition of higher plants*. Acad. Press, San Diego, 2. Ed., 4. Print., ISBN 978-012-4735-439
- MARTYKÁN, Petr. Ekonomika pěstování řepky. In: *Borník referátů z 27. vyhodnocovacího semináře, Hluk*. Kostelec nad Černými lesy: Garret, 2010, 120 - 124. ISBN 978-80-87065-25-9.
- MENGEL, Konrad - KIRKBY, Ernest A. (1978): *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute Berne, Switzerland, 593 pp.
- MIKLA, Miloslav. Přípravky Galleko - použití v jarním ječmeni. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2014, roč. 9, č. 3, s. 100.
- POLÁKOVÁ, Martina a Jiří ŠILHA. Správný start je cesta k úspěšnému cíli. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2015, roč. 10, č. 3, s. 97.
- PROCHÁZKA, Stanislav. *Fyziologie rostlin*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1998, 484 s. ISBN 80-200-0586-2.
- PROCHÁZKA, Stanislav a Jiří ŠEBÁNEK. *Regulátory rostlinného růstu*. Vyd. 1. Praha: Academia, 1997, 395 p. ISBN 80-200-0597-8.
- PSOTA, Vratislav a Jiří ŠEBÁNEK. *Za tajemstvím růstu rostlin: návody k experimentům*. 1. vyd. Praha: Scientia, 1999, 187 s. ISBN 80-718-3093-3.
- RICHTER, Rostislav. *Výživa a hnojení rostlin: praktická cvičení*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999, 187 s. ISBN 80-715-7346-9.
- RICHTER, Rostislav a Jaroslav HLUŠEK. *Výživa a hnojení rostlin*. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1999, 171 s. ISBN 80-715-7138-5.
- RYBÁRIK, Tibor. Kvalitní úroda s přípravky Galleko. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2015, roč. 10, č. 3, s. 86.
- SINGH, Bijay K. *Plant amino acids: biochemistry and biotechnology*. New York: Marcel Dekker, 1999, ix, 621 s. ISBN 0-8247-0204-2.
- SMITH, C. *Crop production: evolution, history, and technology*. New York: J. Wiley, c1995, xv, 469 p. ISBN 04-710-7972-3.
- STÁVKOVÁ, Jana a Jaroslav DUFEK. *Biometrika*. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova univerzita, 2012, 178, [13] s. ISBN 978-80-7375-634-5.

- ŠKARPA, Petr, Rostislav RICHTER a Pavel RYANT. Mimokořenová výživa je součástí systému hnojařských opatření. *Agromanuál: Profesionální ochrana rostlin*. 2015, roč. 10, č. 3, s. 92-94.
- TRČKOVÁ, Marie, Ivana RAIMANOVÁ a Pavel SVOBODA. *Listová výživa obilnin: uplatněná certifikovaná metodika*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 2009, 39 s. ISBN 978-80-7427-030-7.
- VANĚK, Václav. *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3. dopl. vyd. Praha: Martin Sedláček, 2002, 132 s. ISBN 80-902413-7-9.
- VARGA, Ladislav a Ladislav DUCSAY. Význam a využití listové výživy připestovaní plodin. *Úroda časopis pro rostlinnou výrobu vyd. Min. Zemědělství a Výživy*. 2013, roč. 2013, č. 3, 45 - 48.
- ZEHNÁLEK, Josef. *Biochemie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1999. ISBN 80-7157-366-3.
- ZEHNÁLEK, Josef. *Biochemie 2*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. ISBN 80-7157-716-2.

#### Internetové zdroje:

- EffectOfAminoAcids On Plants. PRIYA CHEMICALS. [online]. [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.priyachem.com/effect.htm>
- Podnikatel.cz: Průvodce Vaším podnikáním. [online]. 2007, 2015 [cit. 2015-02-24]. Dostupné z: <http://www.podnikatel.cz/zakony/zakon-o-hnojivech-pomocnych-pudnich-latkach-pomocnych-rostlinnych-pripravcich-a-substratech-a-o-agrochemickem-zkouseni-zemedelskych-pud-zakon-o-hnojivech/zneni-0/uplne/>
- PŘIBÍK, Oldřich. Zemědělská půda u nás stále ubývá. *Zemědělec: odborný a stavovský týdeník* [online]. 2014, 28.07.2014 [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/zemedelska-puda-u-nas-stale-ubyva/>
- RICHTER, Rostislav. Multimediální učební texty z výživy rostlin. ÚSTAV AGROCHEMIE A VÝŽIVY ROSTLIN, MZLU v Brně. [online]. 2004 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/index.htm](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/index.htm)
- RICHTER, Rostislav a Luděk HRIVNA. Význam mimokořenové výživy rostlin. *Zemědělec: Odborný a stavovský týdeník* [online]. 2008 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/vyznam-mimokorenove-vyzivy-rostlin/>

- RYANT, Pavel. Zemědělství: část pedologie a výživa rostlin. MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ. [online]. [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/index.pl?cast=71341>
- TRČKOVÁ, Marie. Aktuálně o listové výživě obilnin. *Zemědělec: Odborný a stavovský týdeník* [online]. 2008 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://zemedelec.profiipress.dev2.cz/aktualne-o-listove-vyzive-obilnin/>
- TRČKOVÁ, Marie. Pomocné rostlinné přípravky v praxi. *Zemědělec* [online]. 2010 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/pomocne-rostlinne-pripravky-v-praxi/>
- ÚKZÚZ: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. [online]. 2009 - 2015 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/hnojiva-a-puda/registr-hnojiv.html>
- VARGA, Ladislav a Luděk TYŠER. Listová výživa - významný faktor připestování polnohospodářských plodín. *Agromanuál: Vše o přípravcích na ochranu rostlin* [online]. 2011 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/listova-hnojiva/listova-vyziva-vyznamny-faktor-pri-pestovani-polnohospodarskych-plodin.html>
- ZAHRADNÍČEK, Josef, Michaela NEČASOVÁ a Luděk TYŠER. Výnos a jakost cukrovky po ošetření listovým hnojivem. *Agromanuál: Vše o přípravcích na ochranu rostlin* [online]. 2009 [cit. 2015-04-06]. Dostupné z: <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/listova-hnojiva/vynos-a-jakost-cukrovky-po-osetreni-listovym-hnojivem.html>

## 9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Rozdělení prvků podle fyziologických a biochemických vlastností

Tabulka 2: Absorpce a relativní mobilita foliárně aplikovaných živin

Tabulka 3: Výkonnost fixace N u vybraných plodin

Tabulka 4: Složení přípravků Terra-Sorb

Tabulka 5: Průběh povětrnosti v jednotlivých letech

Tabulka 6: Schéma pokusu s ozimou pšenicí

Tabulka 7: Schéma pokusu s cukrovou řepou

Tabulka 8: Schéma pokusu s jarním ječmenem

Tabulka 9: Chemické složení rostlin v % sušiny

Tabulka 10: Vyhodnocení vzorku zeminy

Tabulka 11: Technologické parametry (30.7.2013)

Tabulka 12: Technologické parametry (14.8.2013)

Tabulka 13: Technologické parametry (24.9.2013)

Tabulka 14: Rozbor cukrovky (odběr 5.8.2014)

Tabulka 15: Rozbor cukrovky (odběr 19.8.2014)

Tabulka 16: Rozbor cukrovky (odběr 19.9.2014)

Tabulka 17: Chemické složení rostlin v % sušiny

## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Stavba listu

Obrázek 2: Schéma nitrátové a nitritové redukce

Obrázek 3: Schéma inkorporace amoniaku

Obrázek 4: Schéma koloběhu dusíku v rostlině

Obrázek 5, 6: Stres porostu důsledkem sucha

Obrázek 7, 8: Rostliny stresované suchem

Obrázek 9, 10: Setí pokusu pšenice ozimé

Obrázek 11, 12: Stav porostů k 9.11.2012

Obrázek 13, 14: Stav porostu po aplikaci Terra-Sorb foliar 17.5.2013

Obrázek 15, 16: Sklizeň porostu pšenice ozimé v roce 2013

Obrázek 17, 18: Stav porostu

Obrázek 19, 20: Porost cukrové řepy v době první aplikace přípravků Terra-Sorb

Obrázek 21 – 24: Stav porostů a kořenů k 14.8.2013

Obrázek 25-27: Detail rostlin (odběr 5.8.2014)

Obrázek 28, 29: Detail porostu v době postřiku (6.8.2014)

Obrázek 30 – 32: Detail rostlin (odběr 19.9.2014)

Obrázek 33, 34: Stav porostu v době odnožování

Obrázek 35, 36, 37 a 38: Stav porostu v průběhu metání

## 11 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1, 2: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na výnos zrna pšenice

Graf 3, 4: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na obsah N-látek v zrně pšenice

Graf 5, 6: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na hodnotu pádového čísla

Graf 7, 8: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na objemovou hmotnost

Graf 9, 10: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na Zelenyho sedimentační test

Graf 11, 12: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na přepad zrna nad sítí 2,8mm

Graf 13, 14: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na přepad zrna nad sítí 2,5mm

Graf 15, 16: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar a komplex na výnos bulev

Graf 17, 18: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar a komplex na obsah cukru

Graf 19,20: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar a komplex na výnos polarizačního cukru

Graf 21, 22: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar a komplex na výnos rafinády

Graf 23: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na výnos zrna jarního ječmene

Graf 24: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na objemovou hmotnost jarního ječmene

Graf 25, 26: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na podíl zrna na síti 2,5mm a přepad zrna nad sítí 2,8mm

Graf 27, 28: Vliv přípravku Terra-Sorb foliar na propad zrna a obsah škrobu jarního ječmene