

eská zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Vliv aplikace dusíkatých hnojiv se sírou na výnos
ozimé pšenice**

Bakalářská práce

Autor práce: Martin Neflerka

Vedoucí práce: Ing. Jindřich Štěpánek, Ph.D.

estné prohlá-ení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv aplikace dusíkatých hnojiv se sírou na výnos ozimé pšenice" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 11. 4. 2013

Pod kování

Rád bych touto cestou pod koval Ing. Jindřicha Šernému, Ph.D. za užitečné rady, pomoc a trpělivost při psaní bakalářské práce. Rovněž bych rád pod koval za spolupráci představitelů podniku Rolnické družstvo Bezno, kteří mi umožnili uskutečnit tento pokus.

Vliv aplikace dusíkatých hnojiv se sírou na výnos ozimé pšenice

The effect of nitrogen fertilizers with sulphur on winter wheat yield

Souhrn

Vlivem odsíření elektráren poklesl obsah rostlinám přístupné síry v půdě, což způsobuje problémy ve výživě. Spady síry se několikrát snížily, přesto mnoho zemědělců na tento stav nereaguje a hnojiva s obsahem síry opomíná.

Ve spolupráci s podnikem Rolnické družstvo Bezno byl uskutečněn poloprovozní pokus na úrodném stanovišti v katastru obce Hrušov nad Jizerou v okrese Mladá Boleslav. Cílem pokusu bylo posouzení vlivu aplikace různých dávek a forem síry v dusíkatých hnojivech na výnos a kvalitativní parametry zrna ozimé pšenice odrady Bohemia. Pokus se skládal ze čtyř variant, každá byla třikrát opakována. Základem pokusu byla stejná celková dávka dusíku během hnojení, konkrétně 175 kg/ha. K regeneračnímu hnojení bylo použito u všech variant hnojivo LAD a hnojení bylo provedeno pomocí rozmetadla. Produkční a kvalitativní hnojení bylo aplikováno ručně a varianta 1 byla hnojena pouze hnojivem LAD, u variant 2 a 4 bylo aplikováno 30, 50 nebo 66 kg S/ha v různých kombinacích hnojiv DASA a LAS.

Variety hnojené sírou (var. 2 a 4) poskytly vyšší výnos zrna než varianta 1, ovšem výsledky nebyly statisticky významné. Nejvyšší průměrný výnos byl pozorován u varianty 4. Tato varianta byla hnojena 37 kg S/ha hnojivem DASA v produkční dávce a 13,5 kg S/ha hnojivem LAS v kvalitativní dávce. Vyhodnocení kvalitativních parametrů bylo zaměřeno především na zjištění objemové hmotnosti, obsahu dusíkatých látek, Zeleného testu a pádového míry. V našem pokusu nebyl zjištěn statisticky významný vliv hnojení sírou na kvalitativní parametry zrna. Získaná jednoletá data budou rozložena během opakování pokusu v rámci diplomové práce.

Klíčová slova: dusík, hnojení, síra, ozimá pšenice, výnos

Summary

Sulfur deficiency in soil became a problem in plant nutrition after desulphuration of power stations. Atmospheric deposition of sulfur severalfold decreased even so a lot of farmers do not respond to this situation and they neglect sulfur fertilizers.

There was carried out a field experiment in cooperation with Rolnické družstvo Bezno farming company on the fertile site in location Hrušov nad Jizerou in Mladá Boleslav district. The objective of this experiment was assessing the effect of different levels and forms of sulfurin nitrogen fertilizers on the grain yield and quality parameters of winter wheat variety Bohemia. This experiment consisted of 4 treatments, each of them with 3 replications. The basis of this experiment was the same total nitrogen dose during the fertilization, specifically 175 kg/ha. There was used CAN (calcium ammonium nitrate) fertilizer in all plots for the regenerative fertilization and this fertilization was carried out by the spreader. Production fertilization and qualitative fertilization was applied manually and variant num. 1 was fertilized with CAN only. There was applied 30, 50 or 66 kg S/ha in different ASN (ammonium sulphate ó nitrate) and AN+S (ammonium nitrate with calcium sulphate) combinations in variants num. 2 ó 4.

Variants with sulfur (var. 2 ó 4) provided higher grain yield than variant num. 1, but results were not statistically significant. The highest average yield was observed in variant num. 4. This variant was fertilized with 37 kg S/ha through the ASN fertilizer in production dose and with 13,5 kg S/ha through the AN+S fertilizer in qualitative dose. Evaluation of quality parameters was focused mainly on evaluation of grain volume weight, crude protein content, sedimentation test by Zeleny and falling number. There was not found out statistically significant effect of sulfur fertilization on quality parameters. Our one-year data will be extended during the repetition of this experiment in thesis.

Keywords: nitrogen, fertilization, sulphur, winter wheat, yield

Obsah

1. Úvod	1
2. Cíle práce a hypotézy.....	1
2.1. Cíle.....	1
2.2. Hypotézy	1
3. Přehled literatury	2
3.1. Charakteristika ozimé pšenice.....	2
3.1.1. Botanická charakteristika	2
3.1.2. Ontogeneze ozimé pšenice	3
3.1.3. Pěstební-klimatické podmínky pro pěstování ozimé pšenice	3
3.1.4. Agrotechnika ozimé pšenice.....	4
3.1.4.1. Zařazení do osevního postupu	4
3.2. Výživa a hnojení ozimé pšenice	5
3.3. Dusík.....	7
3.3.1. Dusík v půdě	7
3.3.2. Dusík a jeho význam u rostlin	7
3.3.3. Nedostatek dusíku u rostlin	8
3.3.4. Základní hnojení dusíkem	9
3.3.5. Hnojení dusíkem v průběhu vegetace	9
3.3.5.1. Regenerační hnojení dusíkem	10
3.3.5.2. Produkční hnojení dusíkem	10
3.3.5.3. Kvalitativní hnojení dusíkem.....	11
3.3.6. Dusíkatá hnojiva	11

3.4. Síra	12
3.4.1. Příznaky nedostatku S.....	13
3.4.2. Síra v půdě	15
3.4.3. Síra v rostlině	16
3.4.4. Nedostatek síry u rostlin.....	18
3.4.5. Nadbytek síry.....	18
3.4.6. Hnojení sírou	19
3.5. Kvalita, hodnocení a využití zrna ozimé pšenice	20
3.5.1. Klasifikace odrůd pšenice	21
3.5.2. Parametry kvality potravinářské pšenice.....	21
3.5.2.1. Objemová hmotnost	22
3.5.2.2. Obsah bílkovin (N x 5,7)	22
3.5.2.3. Číslo poklesu.....	22
3.5.2.3. Sedimentační test	23
3.5.3. Vliv výživy dusíkem a sírou na kvalitu pšenice	24
4. Materiál a metody.....	24
4.1. Metodika	24
4.1.1. Podnik	26
4.1.2. Lokalita.....	26
4.1.3. Agrotechnika	26
4.1.4. Agrochemické zkoušení půdy (AZP).....	27
4.1.5. Sklize	28
4.1.6. Meteorologické údaje lokality	28
4.2. Materiál	30
4.2.1. Vlastnosti odrůdy Bohemia	30
4.2.2. Použitá hnojiva	31

5.	Výsledky	31
5.1.	Výsledky analýzy po tu rostlin a odnoží	31
5.1.1.	Podzimní inventarizace	31
5.1.2.	Jarní inventarizace	32
5.1.3.	Jarní odnořování	32
5.2.	Výsledky analýzy po tu klas	33
5.3.	Výsledky analýzy po tu zrn v klasu	33
5.4.	Výsledky listové analýzy N, P, K, Ca, Mg	34
5.5.	Výsledky listové analýzy S	35
5.6.	Výnos	36
5.7.	Kvalitativní parametry	37
6.	Diskuze	39
6.1.	Výnos	39
6.2.	Kvalitativní parametry	41
7.	Záv r	43
8.	Seznam literatury	45
9.	P ílohy	49

1. Úvod

Zemědělci nejen v České republice si kladou za cíl dosáhnout co nejvyšší produkce za účelem co nejvyšší rentability jejich pěstování. Čeští zemědělci čím dál více pěstují soušasných tržních cenách soustředí svou rostlinnou výrobu na pěstování ozimé pšenky, avšak nejpestovanější plodinou zůstává ozimá pšenice. Pro dosažení vysokých výnosů této plodiny je potřeba dodávat do půdy pro rost nezbytné živiny v podobě hnojiv. Často užívanými hnojivy jsou dusíkatá hnojiva, především ledky, které navíc obsahují hořčík nebo vápník.

Opomíjenou živinou je v současnosti síra. Síra je důležitým prvkem v metabolismu rostlin. V minulosti se na hnojení sírou nekladly velké požadavky, jelikož spady z ovzduší zajistily dostatečný přísun této živiny, avšak v současné době po odsílení elektráren můžeme sledovat rostoucí nedostatek síry v půdě.

S ohledem na dobré vztahy s podnikem v Bezná na Mladoboleslavsku, v lokalitě s kvalitními úrodnými půdami, byl uskutečněn poloprovozní pokus s dusíkatými hnojivy s obsahem síry. V případě výrazně kladného účinku těchto hnojiv na výnos ozimé pšenice by představitelé podniku tato hnojiva mohli začlenit do svého plánu hnojení.

2. Cíle práce a hypotézy

2.1. Cíle

Cílem práce bude hodnocení vlivu různých dávek a typů dusíkatých hnojiv se sírou na rostlinné charakteristiky, výnos a kvalitativní parametry ozimé pšenice.

2.2. Hypotézy

- Předpokládá se, že hnojení sírou zvýší obsah síry v rostlinách.
- Předpokládá se, že aplikovaná síra zvýší výnos zrna.
- Předpokládá se, že aplikovaná síra v dusíkatých hnojivech zvýší hodnoty kvalitativních parametrů.

3. P ehled literatury

3.1. Charakteristika ozimé p-enice

P-enice zabezpečuje vlivu p eváňné ásti obyvatelstva na í planety a zároveň je pravd podobn í nejstar-í obilninou vyufflívanou lov kem. Nejstar-í nález divoké p-enice pochází z Malé Asie a je starý 18 tisíc let. Osevní plocha p-enice ve sv t je nejv t-í ze v-ech plodin a dosahuje tém 240 milion hektar tém ve v-ech klimatických oblastech Zem . P-enice se p stuje od studených a vlhkých severních oblastí afl po tropické oblasti rovníku a od ploch leffících na úrovni mo e afl po vysokohorské oblasti Tibetu (Torma, 2007a).

P-enice ozimá je v eské republice rozhodující obilninou a její produkce má zásadní význam pro vytvá ení optimálních proporcí mezi rostlinou a flivo i-nou výrobou a zásobováním obyvatelstva potravinami. P stuje se ve v-ech výrobních podmínkách a zaujímá tém tvrtinu orné p dy a tém polovinu plochy obilnin.

I opofdné výsevy vhodn volených odr d zpravidla p evy-ují výnosy jarního je mene (Ken et al., 1998).

Podle Jirsy et al. (2012) inila v roce 2011 vým ra skliz ových ploch p-enice 863,1 tis. ha a vyprodukované množství bylo odhadnuto na 5,0 mil. tun. Na potraviná ské vyufflí se v R spot ebovalo 1,3 mil. tun, cofl inilo z celkové domácí spot eby p-enice ve vý-i 3,0 mil. tun p iblifn 43 %.

3.1.1. Botanická charakteristika

Do rodu p-enice (*Triticum* L.), který náleffí do eledi lipnicovitých (Poaceae), pat í n kolik druh .

Nejvíce ve sv t i u nás p stovaným druhem je p-enice setá. Má nelámavý klas, osinatý i bezosinný, r zn hustý. Plevy i pluchy jsou vej íté nebo podlouhle vej íté, se z etelným kýlem. Obilky jsou nahé, buclat j-í, na ezu oblé, s mírn vystouplým klí kem, na protilehlé stran ochmý ené. P-enice setá vznikla pravd podobn ze -paldy a vyskytuje se ve ty ech variantách:

lutescens, s bezosinným i osinkatým klasem, bílé barvy,
milturum, s bezosinným i osinkatým klasem, ervené barvy,
erythrosperrnum, s osinatým klasem, bílé barvy,
ferrugineum, s osinatým klasem, ervené barvy.

V R p evaflují odr dy náleffící do varianty *lutescens* (Zimolka et al., 2005).

3.1.2. Ontogeneze ozimé p–enice

B hem svého fivotního cyklu (ontogeneze) p–enice prochází zm nami, které jsou souhrnn nazývány r stem a vývojem. Zahrnuje období od nabobtnání a vyklí ení obilky do vytvo ení nové obilky, p i emfl za r stové zm ny považujeme kvantitativní p ír stky organické hmoty (r st a diferenciacie bun k, pletiv), tvorbu rostlinných orgán a jejich prostorové uspo ádání (architektura). Jak vidno, i b hem r stu dochází ke kvalitativním zm nám (diferenciaci). Tyto zm ny vedou k p echodu z vegetativního období do generativního, jeff vrcholí vytvo ením reproduk ních orgán ó zrna. Tyto kvalitativní zm ny jsou podmín ny spln ním limitovaných pofadavk na vn j–í faktory (vývojové pofadavky), p edev–ím teplotní a sv telné.

Z hlediska praktického využití ontogeneze rostlin zahrnuje tato základní období:

vegetativní (klí ení, vzházení, odnořování),

generativní (sloupkování, metání, kvetení, zrání).

V rámci uvedených základních období lze p esn definovat fáze sestavené do stupnic fáze r stu, zaznamenávajících momentální stav rostlin v porostech, pro ur ení optimálních termín vhodných k agrotechnickým zásah m (Zimolka et al., 2005).

3.1.3. P dn -klimatické podmínky pro p stování ozimé p–enice

Na základ výsledk dlouholetých výnosových ad obilnin v polyfaktoriálních polních pokusech lze soudit, fe stanoví–t a ro ník ovliv ují tvorbu výnosu z cca 25 %. Pov trnostní podmínky jednotlivých ro ník ovliv ují výkyvy výnos v jednotlivých letech více neff p dní typ a p dní druh, s výjimkou vysloven extrémních p d. V kuku i né a epa ské výrobní oblasti jsou výnosy ovliv ovány spí–e mnoffstvím sráffek b hem vegetace, kdeffto v ostatních výrobních oblastech spí–e pr b hem teplot v rozhodujících fázích r stu a vývoje a pr b hem po así p i sklizni (s ohledem na mofné ztráty). Z výsledk dlouhodobých polyfaktoriálních pokus také vyplývá, fe kolísání výnos je ovliv no více pr b hem po así neff vlivem stanoví–t , výsevku a hnojení (K en et al., 1998).

Torma (2007a) uvádí, fe nejvhodn j–ími p dami pro p–enici jsou ernozem a hn dozem typické na spra–ích. Mají dobré fyzikální, biologické a chemické vlastnosti, jsou schopné hromadit a udrřovat vodu a fiviny. Mají dobrý obsah organické hmoty a p íznivou p dní reakci (pH 6,0 - 7,2 - slab kyselá afl slab alkalická). P–enici se nejlépe da í na hlubokých hlinitých afl jílovitých p dách s drobnohrudkovitou strukturou. Takovéto p dy

poskytují pšenici ideální růstové podmínky a při dodržení ostatních agrotechnických opatření je pšenice schopná dosáhnout svého úrodového potenciálu. Naopak nevhodnými podmínkami pro pšenici jsou kyselé a lehké písčité půdy. Množství údajů dokumentuje pokles úrody zrna pšenice až o 30 až 40 % při poklesu pH půdy na úroveň pod 5,5 - v porovnání s půdou s neutrální hodnotou pH.

Nejen půda hraje významný vliv na formování úrody pšenice. Dalšími faktory jsou teplo a voda, které jsou s půdou neodmyslitelně spjaté. Když má pšenice dlouhou vegetační dobu, i nároky na teplo jsou značně diferencované. Pšenice začíná klíčit při 3 - 5 °C, růstové procesy však začínají při teplotě vyšší než 6 °C. V podzimním období růstu pšenice potřebuje teploty okolo 10 až 12 °C, na jaře teplotu nad 10 °C a ve fázi sloupkování dokonce vyšší. Teplota by však neměla překročit 25 °C, protože takovéto teploty působí na růst úrodnost, zejména když jsou spojené s nedostatkem vláhy v půdě. V pozdějších fázích růstu a až po kvetení pšenice jsou ideální teploty okolo 20 °C. Nejvyšší teplotu snáší pšenice ve fázi nalévání zrna, avšak i v tomto případě jsou teploty nad 30 °C nežádoucí, protože v takovémto případě se vytvářejí scvrknutá zrna s nízkou hmotností.

Pšenice je náročná také na vodu, zejména během období úhna za účelem tvorby kořenového systému. Nároky na vodu stoupají až do kvetení plodiny, resp. až do tvorby zrna. Nedostatek vody v tomto období se projevuje sníženým počtem zrn v klasu, někdy až úplnou hluchotou klasu. Pšenice je méně náročná na vodu až od poloviny voskové zralosti, když úhna listy floutnou a odumírají (Torma, 2007a).

3.1.4. Agrotechnika ozimé pšenice

3.1.4.1. Zařazení do osevního postupu

Pšenice ozimá je ze všech obilnin nejnáročnější na předplodinu, neboť tato podstatně mění podmínky prostředí a vlastnosti půdy jak pro růst rostlin, tak pro tvorbu výnosu i jeho kvalitu. Při výběru předplodiny je nutno zohlednit podmínky výrobní oblasti, požadavky odrůd a konečné využití produkce.

Bobovité rostliny působí tím, že v půdě zanechávají značné množství kvalitních posklizových zbytků s úzkým poměrem C : N (1 : 20 - 25) a pozitivně ovlivňují fyzikální a fyzikálně-chemické vlastnosti půdy. Významné je i jejich působení na redistribuci fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku a síry z hlubších vrstev do orniční vrstvy (Zimolka et al., 2005).

V našich podmínkách je nejvhodnější předplodinou pšenice ozimé vlna. Pozvolně se uvolňuje dusík z posklizbových zbytků bobovitých rostlin je dobře využívan v období tvorby zrna. V suchých oblastech a v suchých letech však tyto předplodiny vysuší půdu a mohou snižovat výnosy. Na kvalitu zrna to však nemá negativní vliv.

Luskoviny jsou dobrými předplodinami hlavně díky schopnosti obohacovat půdu dusíkem (fixace vzdušného dusíku hlízkovými bakteriemi).

Olejniny zanechávají půdu v dobrém stavu a síle, především když jsou hnojeny chlěvským hnojem. Dobře obdělávané a dobře hnojené okopaniny také zanechávají půdu v příznivém stavu. Až na výjimky (rané brambory) se později sklízí, což brání dodržování agrotechnických termínů zakládání porostů pšenice ozimé. S rozšířením se technologiemi setí do nezpracované půdy se zvyšují plochy pšenice ozimé seté po cukrovce. Úspěch pěstování takových porostů závisí na rychlosti založení porostu a vlhkostních podmínkách.

Pěstování pšenice ozimé po obilninách je z hlediska výnosu i kvality zrna méně výhodné, nebo obilniny způsobují obtížně kompenzovatelné zhoršení půdních vlastností. K tomu přistupuje i riziko většího zaplevelení specifickými pleveli obilnin a větší napadení porostu chorobami (především chorobami patřícími k stébel) a škůdci. Vysoký podíl obilnin v rotaci, a především opakované pěstování pšenice po sobě, se projevuje poklesem výnosu a kvality. Tyto negativní jevy je třeba kompenzovat většími dávkami minerálních hnojiv a pesticidů a pěstováním meziplodin.

V intenzivnějších půdních podmínkách ve výrobní oblasti zemědělské a obilnářské je citlivost pšenice na předplodinu do značné míry podmíněna odrůdou. Následuje-li pšenice po jedné obilnině, je třeba zvýšit dávku dusíku. Někdy se nevyhne pěstování pšenice ozimé i po dvou obilninách, což vede k citelnější výnosové depresi. V takovém případě se velmi dobře uplatní vedle zvýšené dávky dusíku i zapravení organické hmoty, například slámy nebo meziplodiny pěstované na zelené hnojení. Při vyšší koncentraci obilnin v osevním postupu mají významné uplatnění systémové fungicidy (Křen et al., 1998).

3.2. Výživa a hnojení ozimé pšenice

Výživa lidí závisí na produkci kulturních rostlin. Zajištění dostatečného množství kvalitních potravin pro obyvatelstvo souvisí s komplexní péčí o půdu a půdní úrodnost. Jednou z podmínek pro zachování půdní úrodnosti je pravidelné navrácení z půdy odebraných živin a dostatečný přísun organických látek do půdy. Vedle používání minerálních hnojiv jsou

tedy významným zdrojem flivin i statková hnojiva, zejména flivo i-ného p vodu. V posledních letech se zvyšuje podíl používání statkových hnojiv rostlinného p vodu, zejména slámy obilnin a olejin.

S klesajícími stavy hospodářských zvířat se snižuje i p ívod flivin v této formě do p dy. Z porovnání se spotřebou minerálních hnojiv například vyplývá, že v roce 1985 činil podíl fosforu a draslíku ve statkových hnojivech pouze 1/3 celkového p ívodu do p dy. Avšak jelikož se v posledních letech minerálními fosforenými a draselnými hnojivy p íli-nehnojí, v roce 2005 je to již opačně a statková hnojiva flivo i-ného p vodu jsou dvakrát významnějším zdrojem fosforu a draslíku než minerální hnojiva.

Ze statkových hnojiv rostlinného p vodu vzrůstá význam zejména obilní slámy. Převážná většina slámy obilnin (4,3 mil. t, 75 %) je ponechána na pozemku a zapravena do p dy. Společně s další slámou (olejin, luskovin) a epným chrástem je ve statkových hnojivech rostlinného p vodu přímě vráceno do p dy 10,2 kg N, 1,7 kg P a 21,1 kg K v průměru na 1 ha zemědělské p dy.

Po připojení obsahu flivin ve stelivu k obsahu flivin v exkrementech hospodářských zvířat činí roční p ívod flivin ve statkových hnojivech flivo i-ného p vodu 23,1 kg N, 6,5 kg P a 22,2 kg K₂O v průměru na 1 ha zemědělské p dy v období 2001-2005 (Hluček et al., 2007).

Torma (2007b) uvádí, že obsah flivin v rostlinách a jejich vzájemný poměr není konstantní, ale v průběhu vegetace se mění. Obsah flivin v prvních fázích růstu se zvyšuje, nebo intenzita přijmu flivin v tomto období předbíhá intenzitu nárůstu sušiny. V dalších fázích ale dochází k snižování intenzity přijmu o snížení obsahu flivin v důsledku intenzivní tvorby sušiny. Neznamena to ale, že se snižuje i absolutní množství flivin v rostlinách, právě naopak. Úbytek absolutního množství flivin nastává až po fázi kvetení, a to zejména u draslíku a v některých případech i u dusíku, vzhledem k odumírání a opadu listů, resp. desorpce a vyplavování flivin z rostlinných pletiv.

Koncentrace jednotlivých prvků v rostlinách je podmíněna druhem, odrůdou, ale i růstovou fází plodiny, přičemž existují výrazné rozdíly v obsahu flivin i mezi jednotlivými orgány rostliny. Všeobecně platí, že generativní orgány jsou bohatší na dusík a fosfor, vegetativní zase na draslík a vápník (Torma, 2007b).

Ozímou přenicí měříme mezi plodinami střední spotřebou flivin. Na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy a kosené oděrá v průměru 25 kg dusíku (N), 5 kg fosforu (P), 20 kg draslíku (K), 2,4 kg hořčíku (Mg), 4 kg síry (S) (Zimolka et al., 2005).

3.3. Dusík

Dusík patří k nejvýznamnějším živinám, a to nejen pro rostliny, ale pro všechny živé organismy, včetně půdních mikroorganismů. Patří k základním stavebním prvkům, které tvoří nejvýznamnější část živé hmoty i bílkoviny (Vanek et al., 1998).

3.3.1. Dusík v půdě

Minerálnímu dusíku (N_{\min}) v půdě patří trvalá pozornost z pohledu vlivu rostlin, kvality půdy a životního prostředí. Kvantitativně je z celkového dusíku (N_t) v půdě v průměru 97 % dusíku organického (N_{org}) a jen 3 % dusíku minerálního. Takto malé procento minerálního dusíku přitom zabezpečuje vlivu rostlin a rozhoduje o tvorbě rostlinné produkce. Kvalitativně je minerální dusík reprezentovaný následujícími formami: amonný NH_4^+ a nitrátový NO_3^- dusík, což jsou hlavní formy půdního minerálního dusíku. Dusitanový dusík NO_2^- a oxidy dusíku N_2O , NO a NO_2 se vyskytují v půdě jen přechodně, za specifických podmínek jako meziprodukty mikrobiálních procesů, jako například hydroxylamin NH_2OH nebo nitramid $\text{N}_2\text{H}_2\text{O}_2$ a plynný molekulární dusík v půdním vzduchu původem z ovzdušší, nebo jako produkt denitrifikace v půdě (Bielek, 1998).

Jak uvádí Stálková (2002), je obecně známo, že zejména obsah nitrátového dusíku v půdě je limitující formou dusíkaté výživy pro rostliny. Nitrátový dusík rostliny více přijímají, a to zejména z toho důvodu, že je pohyblivější v půdním profilu a nejrychleji dostupný, protože není vázán v půdě jako dusík amonný. Nitrátový dusík je produktem nitrifikačního procesu, ve kterém jej produkují nitrifikační bakterie a ty jsou náročné na dostatek amonného dusíku a kyslíku v půdě. Odpočívání v půdě se proto odvíjí všechny problémy a k tomu směřují všechny vlivy rostlin dusíkem.

3.3.2. Dusík a jeho význam u rostlin

Rostliny přijímají dusík ve formě iontů, a to kationtu amonného (NH_4^+) nebo aniontu nitrátového (NO_3^-). V biologicky aktivních půdách převládá příjem nitrátového aniontu.

Rostliny přijatý minerální dusík postupně vyvíjejí ke tvorbě organických dusíkatých sloučenin (nitrátový dusík musí být nejprve převeden a redukován na amonný dusík). Jako

první dusíkaté organické sloučeniny v rostlinách vznikají z organických ketokyselin (kyseliny oxaloctové a -ketoglutarové) a amoniaku aminokyseliny (kyselina asparagová a glutamová). Z nich se mohou syntetizovat další aminokyseliny, případně se vytváří asparagin a glutamin. Aminokyseliny jsou základní stavební jednotkou peptidů a polypeptidů (bílkovin). Tvoří se vzájemnou kombinací 20 základních aminokyselin tak, že podle přesného a pro jednotlivé druhy specifického genetického kódu se vytváří potřeбенé aminokyseliny. Reaguje tak karboxylová skupina (-COOH) jedné aminokyseliny s amino-skupinou (NH₂) sousední aminokyseliny a váže se navzájem tzv. peptidovou vazbou (-CO-NH-).

Bílkoviny tvoří podstatnou součást všech živých buněk a pletiv rostlin. Jsou obsaženy zvláště v mladých orgánech, mladých pletivech, enzimech, nukleoproteinech a dalších látkách, které se výrazně podílejí na vlastním růstu rostliny a tvorbě nejdůležitějších orgánů a celkové tvorbě biomasy. Ke konci vegetace se tvoří v ní mnohdy zásobních bílkovin v semenech (obilniny v něm nad 10 %, hrách okolo 22 %).

Dusík je také významnou součástí chlorofylu, kde s hořkem tvoří centrální část této složitě a velmi důležitě organické sloučeniny (Vaněk et al., 1998).

3.3.3. Nedostatek dusíku u rostlin

Nedostatek dusíku od počátku vegetace má za následek omezení tvorby stavebních a funkčních bílkovin, což se projevuje omezením růstu rostlin a tvorbě všech podstatných orgánů rostlin (listů, stébel, lodyh, u ovocných stromů letorostů apod.). Při nedostatku N jsou rostliny slabší a nižší, často jsou porosty nevyrovnané a světlejší.

Omezená tvorba listů a také chlorofylu vede ke snížení fotosyntézy a tím k nižší tvorbě produkce biomasy. Snížení tvorby nadzemních orgánů má pochopitelně sledky i v omezení tvorby kořenů a jejich energetickém zásobování. Druhotně tím dochází ke snížení produkční kapacity kořenů a obecně se snižuje příjem i dalších živin. Porosty s omezenou výživou N proto v ní mají kratší vegetační dobu, rychleji dozrávají, ale zkrácením vegetace dochází ke snížení výnosu a kvality produkce, především semen.

Nízký příjem N se projevuje rozdílně u jednotlivých druhů rostlin. Významné je i to, v které vegetační fázi se jednotlivé druhy rostlin nacházejí. Nedostatek N může totiž významně zasahovat do utváření jednotlivých výnosových prvků, například u obilovin v době odnožování se sníží počet odnoží, v době diferenciací vegetačních vrcholů se omezí počet zrn v klasu (klas je kratší), v období sloupkování a klášení je zvýšená redukce zalomených stébel

a v pozdější části vegetace je omezená tvorba bílkovin v zrna, což snižuje se kvalita zrna a často i hmotnost, takže je výrazně omezen výnos. Snižovaná kvalita potravinářského obilí vede k jeho zhoršeným technologickým parametram a mnohdy musí být použito jako krmivo.

Výrazným znakem nedostatku N je světlejší zabarvení rostlin, které je způsobeno sníženou tvorbou chlorofylu. Při děletrvajícím nedostatku N rostlina ve snaze o zachování vegetativního vrcholu odbourává N látky, včetně chlorofylu ve starších listech a takto uvolněný N transportuje do vegetativního vrcholu. Starší listy postupně floutnou a usychají. Při nerovnoměrném rozmetání dusíkatých hnojiv, například zaorávce posklizových zbytků (nejlépe chrástu), je patrná nevyrovnanost porostu, a to jak z hlediska vývinu, tak i zabarvení (Vanek et al., 1998).

3.3.4. Základní hnojení dusíkem

Zimolka et al., (2005) uvádí, že při základním hnojení nesmíme podcenit výběr stanoviska, musíme zohlednit agrochemické vlastnosti půdy a respektovat odrůdovou rajonizaci včetně specifických požadavků jednotlivých odrůd na výživu. S ohledem na vysoký podíl ozimých obilnin v osevních sledech má velký význam vliv předplodiny. Význam předplodiny spočívá v tom, že může podstatně ovlivňovat půdní vlastnosti dleflité pro rost a pro formování výnosotvorných prvků a kvality zrna.

3.3.5. Hnojení dusíkem v průběhu vegetace

Trnpek et al. (2007) uvádí, že rozdělení dávky dusíku v průběhu vegetace a stanovení celkové dávky aplikovaného N je závislé od jednotlivých odrůd a jejich využití. U odrůd pro pečářské využití typu E, A je třeba respektovat ten výnosotvorný prvek, kterým daná odrůda zpravidla tvoří výnos. U odrůd, které tvoří výnos především klas a potom zrna v klasu, je třeba navýšit regenerační dávku N na úkor ostatních, naopak u odrůd s vysokou produktivitou klasu je vhodné posílit 1. a 2. produkční hnojení a doplnit jej kvalitativní dávkou dusíku mající vliv na obsah N-ó látek v zrna. Trnpekovou skupinu tvoří tzv. kompenzační typy odrůd, které jsou schopné nahradit omezenou tvorbu výnosu jedním výnosotvorným prvkem posílením funkce dalších složek výnosu.

Michalík (2001) uvádí, že pšenice je schopna využít dusík z půdy i z aplikovaného hnojiva na tvorbu výnosu zrna během celého období vegetace. Do zátku sloupkování přijme

přibližně 41 % N, 18 % N do období metání, dalších 12 % do kvetení a zbývajících 29 % dusíku do sklizně.

3.3.5.1. Regenerační hnojení dusíkem

Torma (2007b) uvádí, že regenerační přihnojení dusíkem má nezastupitelný význam při obnově jarní vegetace. Je realizováno brzy na jaře s cílem regenerace rostlin oslabených zimou a pro zvýšení odnožovací schopnosti. Tímto hnojením se do značné míry ovlivuje množství klasů na jednotku plochy. Výsledky velkého množství pokusů ukázaly, že aplikací dusíku ve formě regeneračního přihnojení se výnos ozimé pšenice zvýší o 0,4 t/ha.

Podle Kena et al. (1998) je třeba brát v úvahu při určení výše regenerační dávky:

- počet životoschopných rostlin po přezimování,
- dosažený stupeň růstu a vývoje,
- odrůdu,
- výsledky anorganických rozborů rostlin,
- obsah minerálního dusíku v půdě.

V publikaci Tormy (2007b) je uvedeno, že regenerační dávka dusíku u obilnin se obvykle pohybuje od 20 do 50 kg/ha. V ojedinělých případech je možné hnojit i vyšší dávkou dusíku, avšak z hlediska ochrany životního prostředí by neměla překročit 60 kg/ha. Toto je velmi delicate, protože velmi nebezpečné jsou především ztráty dusíku z půdy do podzemních vod, dále také do povrchových vod, kde dusík společně s fosforem způsobuje neřádnou eutrofizaci.

Regenerační dávka dusíku by v obecném případě měla být rozdělena na dvě části, při emfii první (dusík je aplikován obvykle v ledkové formě) je aplikována menší, protože relativně nízká teplota půdy a vzduchu by mohla způsobit, že by nebyl využit celý dusík z hnojiv rostlinami a mohl by být vyplavován. Druhá část regenerační dávky je aplikována v kapalné formě společně s herbicidními a fungicidními (jak je třeba) asi 3–4 týdny po první dávce. Ale jak obnovení jarní vegetace nastane pozdě, je možné použít celou dávku dusíku najednou.

3.3.5.2. Produkční hnojení dusíkem

Ken et al. (1998) uvádí, že produkční hnojení ovlivňuje diferenciaci stébel. Pozitivně působí na hustotu porostu i produktivitu klasů.

Zimolka et al. (2005) uvádí, že produkční předpoklady pro dobrý vývoj porostu a optimální tvorbu výnosotvorných prvků. Bezprostředním ovlivňujícím faktorem je velikost klasu, podporujeme růst a vývoj odnoží a pozitivně působíme na velikost listové plochy. Produkční hnojení dusíkem provádíme na počátku sloupkování (BBCH 29 a 30).

K produkčnímu hnojení na předpokládaný výnos použijeme dusík (DAM 390, síran amonný s močovinou, ledek amonný s dolomitem, ledek amonný s vápencem, ledek amonný apod.). Přitom je třeba vyjít z místních zkušeností a dávku dusíku, pokud by měla být ekonomická, udělat 60 kg/ha, dále ji nadvakrát. Druhou dávku budeme aplikovat s odstupem 2 a 3 týdnů (Zimolka et al., 2005).

3.3.5.3. Kvalitativní hnojení dusíkem

Kvalitativní hnojení dusíkem vytváří předpoklady pro docílení odpovídajících kvalitativních parametrů zrna (obsah bílkovin, mokrého lepku) s pozitivním vlivem na pekařské parametry (zvýšení bobtnavosti pečených bílkovin). Provádíme je od konce sloupkování až do počátku metání (BBCH 37 a 51). Kvalitativní dávka dusíku má význam především u odrůd s vysokou produktivitou klasu, které mají předpoklady docílit vysokou HTS a jsou schopné vyvést syntézu bílkovin. Předpokladem vysoké efektivity pozdního produkčního hnojení dusíkem je dostatek srážek, proto v průmyslových oblastech je jeho realizace problematická. Druhou podmínkou je dobrý zdravotní stav rostlin, zejména praporcového listu, odkud je N translokován do zrna. Celková dávka dusíku v této fázi činí 30 a 40 kg/ha a lze ji optimalizovat na základě rozborů rostlin. K úhradě dusíku v této fázi lze použít LV, proti níž však hovoří vysoká cena a riziko nerovnoměrnosti aplikace. Dále lze aplikovat také LAV nebo DAM aplikovaný v hadicích na povrch půdy. S úspěchem se používá také roztok močoviny při koncentraci do 5 %, po jehož aplikaci dochází k rychlému přeměnění N do rostliny (vzhledem k tomu, že močovina vstupuje do rostliny jako molekula bez náboje), což se v konečné fázi projevuje i vyšším obsahem N o látek v zrně oproti ostatním používaným hnojivům (Třípek et al., 2007).

3.3.6. Dusíkatá hnojiva

Hluček (2004) uvádí, že do skupiny dusíkatých hnojiv zařazujeme všechny dusíkaté sloučeniny v minerální i organické formě, v tuhém i kapalném skupenství, které rostlinám

poskytují dusík jako flivinu a jsou podle obsahu tohoto prvku také oce ována. Dále uvádí, že dusíkatá hnojiva se d í následovn :

- s dusíkem nitrátovým (ledkovým, dusi nanovým) NO_3^-
- s dusíkem amonným a amoniakálním NH_4^+ , NH_3
- s dusíkem amidovým (organickým) NH_2
- s dusíkem ve dvou i více formách NH_4^+ , NO_3^- , NH_2
- pomalu p sobící

Tab. 1: P ehled vhodných minerálních dusíkatých hnojiv podle Zimolky et al., (2005)

Tuhá dusíkatá hnojiva	Obsah flivin (hm %)
Ledek amonný s vápencem (LAV)	27 % N
Ledek amonný s dolomitem (LAD)	27 % N
Ledek amonný se síranem vápenatým (LAS)	27 % N, 4 % S
HYDROSULFAN (HS)	24 % N, 5,6 % S
Ledek vápenatý (LV)	15 % N
Ledek amonný se síranem amonným (DASA)	26 % N, 13 % S
Dusi nan amonný (DA)	34 % N
Síran amonný (SA)	21 % N, 24% S
Mo ovina (Mo)	46 % N
Dusíkaté vápno (DV)	19,8 % N, 39% Ca
Kapalná dusíkatá hnojiva	
Dusi nan amonný s mo ovinou (DAM 390)	30 % N
DA s Mo a SA (SADAM 320)	25 % N
Síran amonný s mo ovinou (SAM)	19 % N, 6 % S
Dumag	10 % N, 4,8 % Mg
Damag	19 % N, 2,4 % Mg

3.4. Síra

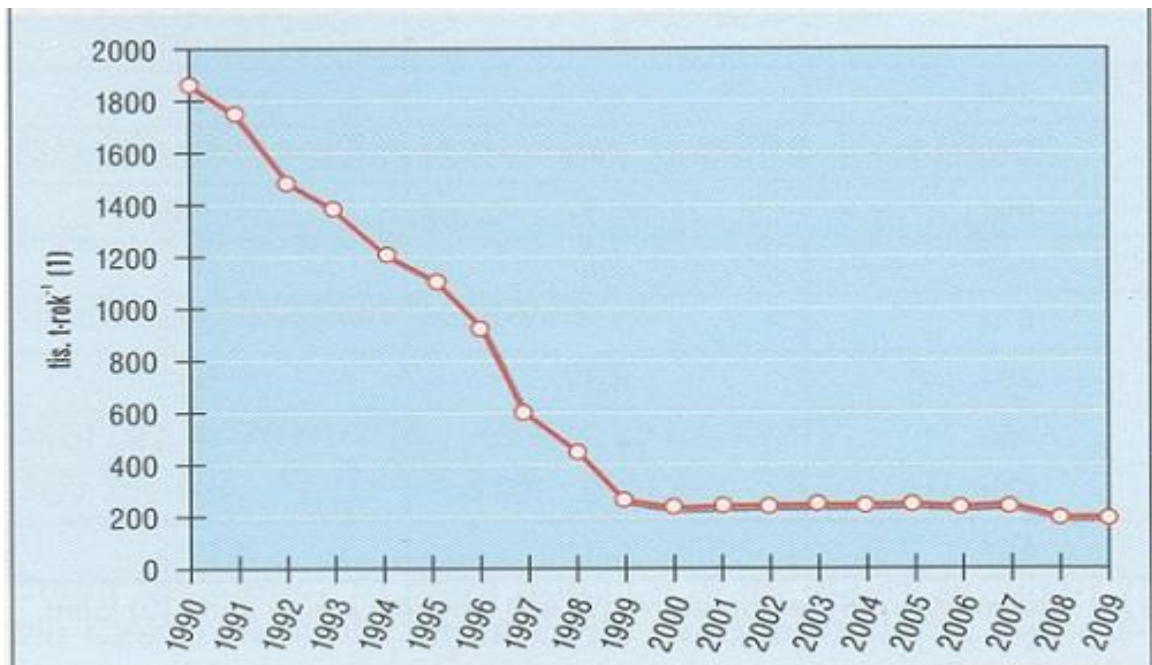
Síra je nepostradatelný prvek pro r st rostlin. Pat í mezi makrofliviny, obdobn jako N, P, K, Ca a Mg, a pro v ýlivu rostlin musí být zastoupena v p d v relativn velkém množství v p ístupných formách (desítky kg/ha) (erný et al., 2012).

B hem posledních desetiletí se rozšířil nedostatek síry v zemědělských půdách mnoha evropských zemí. To je způsobeno především redukcemi emisí SO_2 , užíváním hnojiv s malým obsahem síry, nízkým návratem síry ze statkových hnojiv a klesajícím užíváním fungicid s obsahem síry (Scherer, 2001).

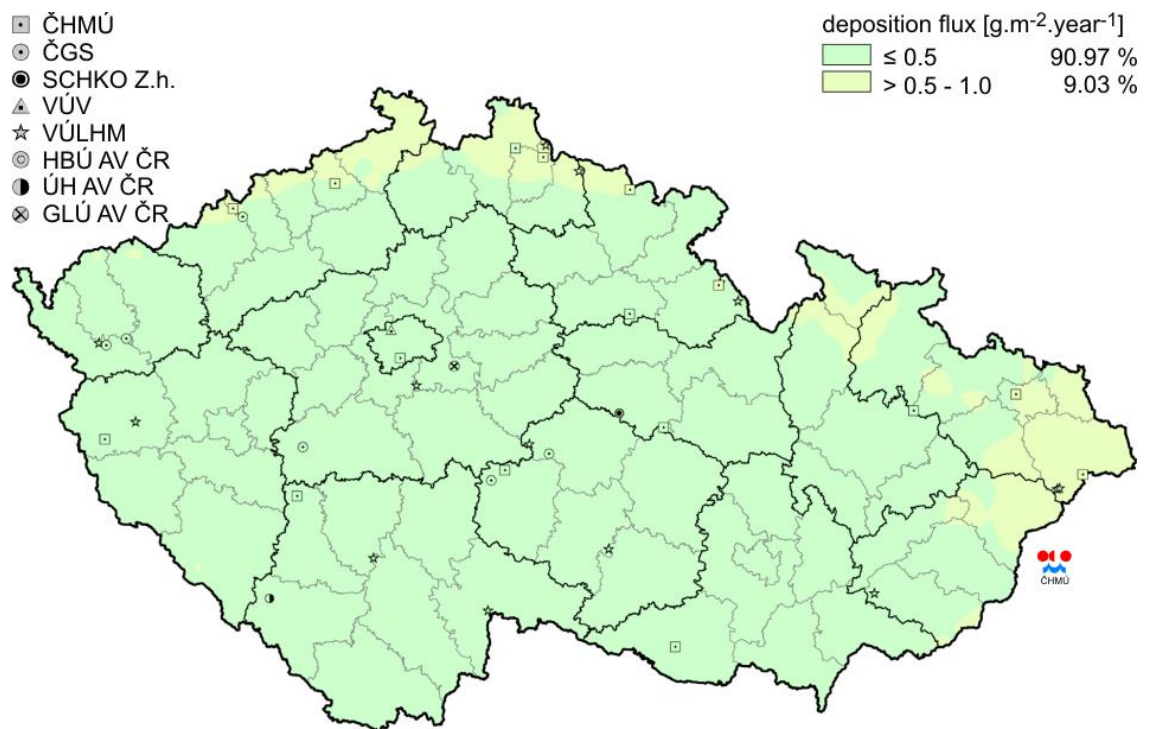
3.4.1. Příiny nedostatku S

Z výsledků pokusů, které zpracovali Kulhánek et al. (2012), vyplývá, že jako příčinou změny obsahu přístupných i potenciálně přístupných forem S v půdě lze uvést pokles vstupu S z atmosférických depozic. Vstup SO_2 do půdy v roce 1990 činil 1870 tis. t/rok. To odpovídá podle průměrné hodnoty 120 kg čistého S/ha půdy bez ohledu na její využití. Pak docházelo především v důsledku odsíření elektráren k postupnému poklesu vstupu S a již do roku 1998, kdy se hodnoty zastavily na zhruba 230 tis. t SO_2 za rok, tj. cca 15 kg S/ha/rok. V letech 2008 a 2009 klesly celkové depozice v ČR dokonce pod hodnotu 200 tis. t SO_2 za rok. Vstupy síry do půdy jsou tedy 8krát nižší než před dvaceti lety.

Graf 1: Vstupy čistého síry do půdy prostřednictvím atmosférických depozic v tis. t/rok (Kulhánek et al., 2012)



Obr. 1: Pole mokré ro ní depozice síry ($\text{SO}_4^{2-} - \text{S}$), HMÚ (2010)

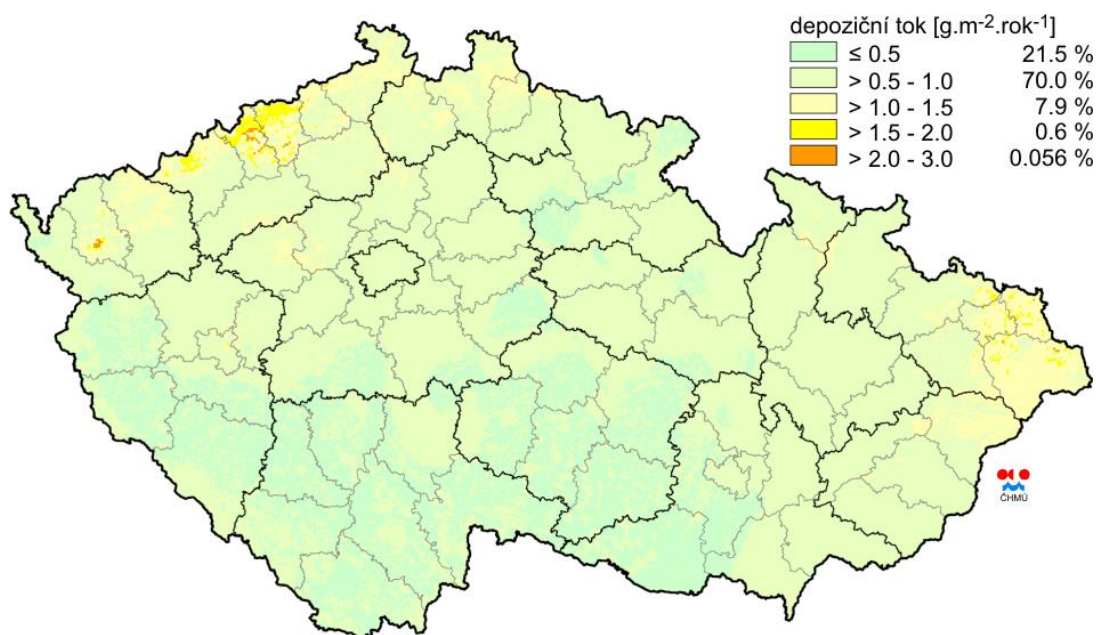


Z obrázku 1 vyplývá, že na téměř 91 % území České republiky je roční spad síry v síranové formě prostřednictvím srážek nižší než 5 kg/ha. Naopak na 9 % území ČR, především v hraničních oblastech (Krušné hory, Slezsko), roční spadne ve srážkách mezi 5-10 kg/ha ve formě síranů.

Obrázek 2 znázorňuje celkovou depozici síry na území ČR. Na 70 % rozlohy ČR je hodnota roční depozice síry v rozmezí 5 - 10 kg/ha. Méně než 5 kg/ha tvoří roční depozice na území 21 % ČR. Hodnoty celkové roční depozice v rozmezí 20 - 30 kg S/ha a vyšší tvoří pouze necelých 0,06 % rozlohy ČR.

Kromě mokré depozice je součástí celkové depozice také suchá depozice, která se promítá lokálně. Nejvýznamnější oblasti suché depozice se nacházejí v Ústeckém, Karlovarském a Moravskoslezském kraji (HMÚ, 2010).

Obr. 2: Pole celkové roční depozice síry (CHMÚ, 2010)



Messick et al. (2005) předpokládá, že hodnota nedostatku síry ve světě pro rok 2012 je přibližně 11 milionů tun. Regiony s největším deficitem síry na světě jsou Asie a Amerika. Asie je regionem projevujícím se v současnosti největšími nedostatky síry. Čína v roce 2005 použila kolem 3 mil. tun síry na zemědělskou půdu, většinou ve formě jednoduchého superfosfátu nebo síranu amonného, v průměru 15 kg S/ha osevní plochy. Avšak celkový roční požadavek pro výživu rostlin sírou je kolem 4,5 mil. tun, což vede k celkovému deficitu 1,5 mil. tun síry, který v roce 2012 vzroste na 2,4 mil. tun. Nedostatek síry je problémem také v Indii, kde v roce 2005 činil deficit 1,5 mil. tun a v roce 2012 by měl být na hodnotě 1,9 mil. tun síry.

Západoevropský trh se sírou je jedním z nejvyšších. Významný pokles emisí oxidu siřičitého od 70. let 20. století spolu s intenzivními zemědělství a používáním hnojiv bez obsahu síry pobídly region k nápravě zhoršujícího se nutričního stavu, pokud jde o síru. V roce 2012 by měl mít trh v rámci západní Evropy deficit síry kolem 500 tisíc tun.

3.4.2. Síra v půdě

Podle Matuly (2007) se celkový obsah síry v ornici půdy pohybuje nejčastěji v rozmezí 85 až 250 mg S/kg. Převládá část celkové síry v půdě je však součástí organické půdní hmoty, tedy v podobě nedostupné pro rostliny. Tímto se síra v půdě v mnoha rysech podobá dusíku.

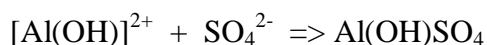
erný et al. (2012) uvádí, že celkový obsah síry v půdě se pohybuje v rozmezí 0,01 až 0,1 %, přičemž její hlavní podíl je vázán, obdobně jako u N, v půdní organické hmotě. Organický podíl S v půdě činí přibližně 90 až 95 %.

Dle Matuly (2007) je organická síra dělena na dvě kategorie, je-li přímě vázána na uhlíkový skelet organických sloučenin a nebo nepřímě přes kyslík, dusík nebo síru. Nepřímě vázaná síra na uhlík (C-O-S, C-N-S, C-S-S), je snadněji zapojována do biologických transformací v půdě.

Z hlediska vlivu porostů na kulturních půdách mají největší význam sírany. Síranový aniont (SO_4^{2-}) je vysoce mobilní v půdní vodě, nebo je odpuzován od povrchu půdních částic se stejnojmenným (záporným) nábojem. V období promyšleného režimu půdy jsou sírany snadno vyplavovány tokem gravitační vody do spodních vrstev. Jsou dokumentovány ztráty síranů vyplavením z ornice v hodnotách 30 až 80 kg S/ha/rok.

Významná sorpce síranů připadá v úvahu pouze na půdách kyselých (< 4 pH), s vysokým podílem hydroxidů železa a hliníku. Spodnější horizonty půdy vykazují v této sorpci síranů. Při tomto mechanismu významné sorpce dochází k poklesu půdní kyselosti, ke vzrůstající hodnotě pH.

Dalším typem je chemická sorpce, při které může síranový aniont rovněž vytvářet nerozpustný komplex s aktivní formou hliníku:



Další možností chemické vazby síranu je v půdách s vysokou aktivitou (koncentrací) Ca^{2+} vznikem málo rozpustné soli CaSO_4 .

U nás v půdách může být významná i biologická sorpce síranů, jejich zapojování mikrobiální činností do organických sloučenin v procesu přeměny organické půdní hmoty. Po aplikaci síranů amonného do půdy zjišťoval Matula (2007) významnou imobilizaci síranů až do výše 20 % z aplikované dávky síry.

3.4.3. Síra v rostlin

Síra je přijímána rostlinami převážně jako aniont SO_4^{2-} z půdy. Vlastní příjem je poměrně málo ovlivněn ostatními ionty v půdním roztoku i půdními vlastnostmi. Rozhodující je obsah síranového aniontu v půdě, kam se dostává hnojivem, z ovzduší spadem (po oxidaci SO_3^{2-}) a z půdních zásob. Síra se v půdě postupně uvolňuje z méně rozpustných

sloučenin, většinou organických, a je oxidována a přechází na sírany, které jsou hlavním zdrojem síry pro rostliny.

Rostliny jsou schopny využívat i SO_2 z ovzduší, ovšem jen určitou část své potřeby (asi do 30 % celkové potřeby). Při malé koncentraci SO_2 v ovzduší a nedostatku SO_4^{2-} v půdě je využití vyšší a působí pozitivně, ale od koncentrací 1 až 1,5 mg SO_2 v 1 m³ vzduchu působí již poškození rostlin (Vanek et al., 2007).

Vanek et al. (2007) uvádí, že síra v rostlinách je poměrně dobře pohyblivá. Podle Matuly (2007) je vzestupný transport SO_4^{2-} dobrý, opačným směrem je velmi pomalý.

Podle Vávry et al. (2007) se síra v rostlinách hromadí ve formě síranu, který slouží jako zásobní látka. Podle potřeby rostliny síran redukuje (na H_2S) a zabudovávají do organických sloučenin.

V publikaci Matuly (2007) je uvedeno, že síra je stavebním prvkem esenciálních aminokyselin, cysteinu a metioninu, které jsou nezbytnou součástí plnohodnotných bílkovin. Síra je složkou vitamínů (thiaminu, biotinu), koenzymu A a ferredoxinu. Dále se síra vyskytuje v sulfoxidech, těkavých látkách, například u cibule, esneku a brukvovitých rostlin. Methionin a cystein patří, jak uvádí Vanek et al. (2007), k esenciálním aminokyselinám, jsou tedy nezastupitelnou součástí bílkovin a jejich vazby mají významnou úlohu ve struktuře bílkovin, kde často vytvářejí vnitro- nebo mezi-atomové disulfidové můstky. Matula (2007) publikoval, že podíl zastoupení síry v bílkovinách je značně stabilní, autor uvádí stechiometrický poměr 36 až 34 atomů dusíku na 1 atom síry (ve hmotnostním vyjádření poměr N/S je v rozmezí 15,75 až 14,87 : 1).

Podle Vávry et al. (2007) metabolismus síry úzce souvisí s metabolismem dusíku, především syntézou bílkovin, funkcí a aktivitou enzymových systémů, ale také tvorbou specifických látek, které ovlivňují chuť, vůni, aroma, a tím i specifické vlastnosti rostlin a rostlinných produktů. U dusíku i síry dochází v půdách k oxidaci, v rostlinách k redukci. U síry je však výrazný rozdíl v tom, že síra organických sloučenin může být v plodinách opět reoxidována na síran. V rostlinách se významně uplatňuje i organické sloučeniny se sírou v oxidované formě.

Obsah síry v plodinách se pohybuje v rozmezí 0,1 až 0,5 % v sušině. Obsah síry v semenech obilnin se pohybuje mezi 0,18 až 0,19 % v sušině (u brukvovitých mezi 1,1 až 1,7 %). Odběr obilnin činí 12 - 15 kg S z ha (u epky 40 až 70 kg S z ha).

3.4.4. Nedostatek síry u rostlin

Nedostatek síry se odráží negativně při tvorbě odnoží, limituje příjem dusíku a proteosyntézu a nepříznivě ovlivňuje kvalitu zrna a hotového výrobku (Hlavina, 2012).

Nedostatek síry se nejprve projevuje omezením syntézy bílkovin, včetně enzymů výrazně např. nitrátreduktázy, o čemž je jasné, že nitráty nejsou v dostatečné míře převáděny na amoniak, takže v rostlinách je omezena tvorba prvotních zdrojů organických látek obsahujících N, tedy aminokyselin a dále bílkovin, a minerální N v nitrátové formě se hromadí nevyužit v pletivech rostlin. Snížená asimilace vede k nízké produkci cukrů, a tím následně ke snížení obsahu hlavních energetických složek rostlin, –krobu, cukru apod. Snížený obsah těchto látek, hlavně bílkovin, signalizuje latentní nedostatek S, především u rostlin s vysokými nároky na tuto živinu.

Typickým vizuálním projevem nedostatku S na rostlinách je floutnutí listů, které se liší od nejmladších listů a při trvalejším nedostatku S přechází i na spodní listy. Projev nedostatku S je podobný jako u N – ovšem po úhyně příznaky jsou při nedostatku S vždy lokalizovány na vrcholové části rostlin.

Nedostatek S je také dáván do souvislosti s výskytem některých chorob, především houbových, ale i bakteriálních. Má to své opodstatnění z hlediska působení na metabolismus rostlin a omezení produkce specifických látek a obranného systému rostlin. Do jisté míry se dá také uvažovat i o zvýšeném infekčním tlaku na rostlinách v důsledku snížení obsahu SO_2 v ovzduší (Vanek et al., 2007).

Rasmussen (1996) publikoval, že správná interpretace nedostatku síry, dusíku a fosforu u ozimé pšenice pěstované v podmínkách náročné kvěliny podobnosti vizuálních příznaků a rychle se měnícímu obsahu živin po odnožování. Dále pozoroval výskyt nedostatku obou prvků v rámci bezorebného zpracování pšenice oproti konvenčnímu.

3.4.5. Nadbytek síry

Nadbytek síry v našich podmínkách je třeba posuzovat ze dvou hledisek. Vysoký obsah S v půdě, který se projeví vysokou koncentrací SO_4^{2-} v půdním roztoku, většinou nepůsobí negativně na rostliny. Vysoký obsah síranů snáší i totiplošné rostliny poměrně dobře a nadbytečné množství síranů mohou ve svých pletivech ukládat bez poškození. Teprve velmi vysoké koncentrace síranů, nad 4000 mg v 1 litru půdního roztoku, působí na rostliny depresivně.

Druhé hledisko je možná toxicita SO_2 z ovzduší. Mnohdy lokálně dosahované koncentrace nad $0,3 \text{ mg v } 1 \text{ m}^3$ vzduchu způsobí poškození pletiv rostlin (zvláště citlivých jehličnatých stromů). Plošné znečištění SO_2 v současné době již není aktuální, protože hlavní zdroje emisí jsou zachycovány (Vaněk et al., 2007).

3.4.6. Hnojení sírou

Podle Valenty (2011) rozvoj hnojiv s obsahem síry přímo souvisí s odsířením průmyslových zdrojů. V západní Evropě byly diagnostikovány první deficity síry v rozmezí 80. a 90. let minulého století, v Řecko byly první pokusy s průmyslovou výrobou až po roce 2000.

S ohledem na pokles emisí síry (přibližně 15 kg/ha/rok) Zimolka et al. (2005) doporučují použít například také například hnojiva se sírou. Dobré zkušenosti jsou se sádrovcem (Pregips), jednoduchým superfosfátem, draselnými i hořelivými hnojivy s obsahem síry. Jejich pozitivní vliv se projevuje zvláště v regionech s dlouhodobě nízkými emisemi síry a na půdách s nízkým obsahem vodorozpustné síry.

V průběhu vegetace je možné aplikovat síru nejlépe v kombinaci s dusíkatým přihnojením. Síra podporuje příjem a využití dusíku a tím přispívá k jeho efektivnějšímu využití. Síra neovlivňuje pouze kvantitu, ale i nutriční hodnotu produkovaného zrna pšenice, a hraje také významnou roli ve formování ukazatelů jeho pekařské jakosti. Při výpočtu potřeb hnojení sírou vycházíme z předpokládaného výnosu. Na výnos 1 t zrna rostlina odebere $4,3 \text{ kg}$ síry.

Podle Messicka et al. (2005) bylo v roce 2001 aplikováno v celém světě do průměrně 10 mil. tun síry prostřednictvím hnojiv a v roce 2012 by mohlo rovněž celosvětově použít hnojiv se sírou dosáhnout na 11 mil. tun. Celosvětově dominují síran amonný a jednoduchý superfosfát, které zastupují 83 % z přibližně 10 mil. tun síry aplikované ročně v hnojivech.

Tab. 2: Přehled hnojiv s obsahem síry dle Zimolky et al. (2005)

Hnojivo	Obsah S (%)
Síran draselný	18
Síran hořečnatý - hořká sůl	13
Kieserit	20 - 21
Síran amonný	24
Superfosfát 19	11
Síran vápenatý sádra	15 - 18
Patentkali	17
Kamex	4
Kainit	8 - 10
Elementární síra	80 - 90
SAM 240	6
Pregips	16
DASA	13
HYDROSULFAN	5,6
Fosmag MK	7
LAS 24 0 6	6
GSH r zného složení	9 ařl 20

3.5. Kvalita, hodnocení a využití zrna ozimé pšenice

Pro ekonomiku pěstování pšenice má význam jak její výnos, tak kvalita. Pojem kvality je přitom nutno chápat specificky, v závislosti na způsobu využití pšenice ke konkrétnímu účelu, tj. zda bude použita k potravinářské výrobě pro výrobu kynutých pečivařských výrobků nebo sušenek, ke krmným účelům, na technické využití nebo jako osivo (Jirsa et al., 2012).

Podle Zimolky et al. (2005) sehraává při tvorbě technologické jakosti zrna odrůd pečářenské pšenice káždoro n významnou roli vliv prostředí, ale především zvolená odrůda.

Jirsa et al. (2012) uvádí, že mezi nezanedbatelné faktory dále patří kvalita postupu a agrotechnické postupy. Mezi významné faktory patří například také výskyt chorob a poléhání, které mohou v některých ročnících výrazně negativně ovlivnit výslednou jakost.

3.5.1. Klasifikace odrůd pšenice

Podle Novotného et Hubíka (1997) se odrůdy pšenice na základě odpovídajících technologických parametrů dělí na:

- pšenice pro pekárenské zpracování (určené pro výrobu pečevářských kynutých těst)
- pšenice pečivářské pro výrobu keksů a sušenek (bisquitové)
- pšenice pro speciální využití (výroba krup a lihu)
- krmné pšenice

Jirsa et al. (2012) udávají navíc zařazení odrůd potravinářské pšenice do následujících jakostních kategorií:

- E – elitní
- A – kvalitní
- B – chlebová
- C – nevhodné pro výrobu kynutých těst

3.5.2. Parametry kvality potravinářské pšenice

V současné době jsou podle Jirsy et al. (2012) při výkupu potravinářské pšenice hodnoceny obsah pímsi a neistoty, vlhkost a tyto i základní technologické parametry, kterými jsou objemová hmotnost, číslo poklesu, obsah dusíkatých látek a sedimentační test. Mezní hodnoty těchto ukazatelů jsou dány normativně. V současné době platí SN 46 1100-2.

Tab. 3: Pořadavky SN 46 1100-2 na zrno potravinářské pšenice

Parametr	Pšenice pekárenská
Vlhkost (%)	max. 14
Objemová hmotnost (kg/hl)	min. 76
číslo poklesu (s)	min. 220
Obsah N látek (%)	min. 11,5
Sedimentační index (ml)	min. 30
Pímsi a neistoty celkem (%)	max. 6
Zlomky zrna (%)	max. 3
Zrnové pímsi (%)	max. 5
z toho tepelně poškozená zrna (%)	max. 0,5
Porostlá zrna (%)	max. 2,5
Neistoty (%)	max. 0,5
z toho tepelně poškozená zrna (%)	max. 0,05

3.5.2.1. Objemová hmotnost

Objemová hmotnost je ukazatelem mlynářské jakosti a souvisí s výtlností mouky. Závisí na podmínkách, ročníku, zdravotním stavu, polehlosti a odrdě. V ročních srovnáních bývá jedním z nejdůležitějších ukazatelů při výkupu potravinářské pšenice (Novotný et Hubík, 1997). Dostatek srážek v různých fázích pšenice v obdobích do počátku kvetení má na objemovou hmotnost kladný vliv, při deštivém počasí v období plné zralosti však objemová hmotnost rychle klesá.

Objemová hmotnost roste s objemem a specifickou hmotností zrna, závisí také na hustotě uložení zrna v daném objemu (Jirsa et al., 2012).

3.5.2.2. Obsah bílkovin (N x 5,7)

Podle Jirsa et al. (2012) je výsledný obsah bílkovin v znu pšenice ovlivněn především dusíkatým hnojením a ročníkem. Výše celkové dávky dusíkatého hnojení a její vhodné rozdělení patří mezi nejdůležitější agrotechnická opatření při pěstování potravinářské pšenice. Významným faktorem ovlivňujícím obsah dusíku v znu je však také počasí. Zvýšení teploty nebo snížení dostupnosti vody má za následek zvýšení relativního obsahu bílkovin v znu, a to zejména v období cca dvou měsíců před sklizní, tj. v červnu a červenci. V některých letech (např. rok 2011) může dojít k výraznému tzv. zeračovému efektu, kdy se významně projeví negativní závislost mezi výnosem a obsahem dusíkatých látek.

Stoupající obsah bílkovin pozitivně působí na chování pečiva při péčení, má vliv na povahu (jakost) těsta a objem pečiva. Nízkým obsahem bílkovin se snižuje tažnost lepků a tím i těsta.

3.5.2.3. Íslo poklesu

Íslo poklesu potravinářské pšenice by nemělo být nižší než 220 s. Porostlé zno s nízkým íslem poklesu vykazuje vysokou úroveň aktivity α -amylázy, která svojí činností snižuje viskozitu suspenze těsta. Důsledkem je těsto s horší pečářskou kvalitou, projevující se zeslabením pružnosti těsta pečiva a snížením schopnosti těsta vázat vodu. Mouky s velmi nízkým íslem poklesu (100 a méně) mají velmi vysokou aktivitu α -amylázy, a tím sklon vytvářet lepkavé a mazlavé těsto. Přídoucí však není ani příliš vysoké íslo poklesu (Jirsa et al., 2012). Sologub et Sorenson (2005) publikovali, že pádové íslo u pšenice v hodnotě 350 s a vyšší indikuje nízkou enzymatickou aktivitu. Podle Jirsa et al. (2012) mají

mouky s nízkou aktivitou α -amylázy sklon utvářet suché těsto a malý objem výrobku. Podle Palíka et al. (2009) má zrno s úspěšným poklesu výšim nefl 400 s nízkou aktivitu amylolytických enzymů, kterou je nutné před zpracováním zvýšit.

Laml (2004) uvádí, že potravinářská pšenice často nevyhoví v mnoha dalších parametrech, ale pádové číslo bývá jeden z nejzákladnějších důvodů pro její přeaznění do kategorie krmných pšeníc s nepříznivým dopadem na cenu.

Parametr pádové číslo často nevyhoví požadavkům, což je způsobeno odrůd pšenice, nejhlavnějším důvodem je však přehřívání po sklizni. Příčinou snížení pádového čísla je totiž aktivita enzymů v obilce během dozrávání pšenice. Tyto enzymy (α -amylázy a proteinázy) v obilce rozkládají škrob a bílkoviny a jsou nutné pro klíčení. Rozkladným procesem rychle klesá kvalita bílkovin a obsah škrobu, a tím i pádové číslo. Jakmile je zrání narušeno a prodlouženo třeba delším poasím nebo polehnutím porostu, zvyšuje se vlhkost způsobí bobtnání zrna a spustí aktivitu enzymů s neřádnými důsledky. Čím déle je tedy pšenice na pozemku, tím více roste riziko zmoknutí a její kvalita začne klesat. Nejlepším řešením je pšenicí sklízet co nejdříve.

3.5.2.3. Sedimentační test

Sedimentační test je podle Hubíka (2001) metoda určující kvalitativní viskoelastické vlastnosti lepkové bílkoviny. Má přímý vysoký kladný korelační koeficient k objemu pešiva a obsahu hrubých bílkovin v zrně.

Podle Jirsa et al. (2012) existuje více variant sedimentačních testů. V současné době je u nás používán tzv. Zelenýho test, kterým se stanovuje sedimentační index. Hodnota sedimentačního testu udává objem sedimentu v milimetrech, který vznikne za specifických podmínek ze suspenze zkušební mouky v roztoku kyseliny mléčné. Pomocí tohoto testu lze vyadit nevhodné odrůdy i partie zrna s nízkým obsahem bílkovin a nekvalitním lepem.

Sedimentační test se podle Hubíka (2001) jeví jako parametr významně ovlivněný rodním, ale také genotypem, přičemž podíl genotypu sehrává významnou úlohu. Pro pečárenské použití je nejnižší hodnota Zelenýho testu 30 ml a pro pivárenskou výrobu minimálně nejvyšší hodnota testu dosáhnout 25 ml.

3.5.3. Vliv výživy dusíkem a sírou na kvalitu pšenice

Podle Hrivny (2012) se rovněž zvyšuje obsah bílkovin, a tím i technologická jakost zrna při stupňování dávek dusíku. Podobně pozitivně jako obsah bílkovin ovlivňuje hnojení dusíkem i obsah mokrého lepku v sušeném zrna. Bobtnavost a tažnost lepku však vyší úroveň hnojení ovlivňuje negativně. S množstvím a jakostí bílkovin je úzce spojena i kvalita mouky, charakterizovaná výškou sedimentu při SDS ú testu. Pozitivní úinek hnojení dusíkem byl potvrzen na hodnotě sedimentačního testu, a tím i na kvalitě mouky.

Hrivna dále uvádí, že efektivní využití dávek dusíku, a tím i dosažení odpovídajícího výnosu, je přímo závislé na dostatečném přísunu síry. Vlivem síranové formy se může zvýšit využití dusíku u ozimé pšenice z 59 na 75 %. Síra má pozitivní vliv na reologické vlastnosti těsta, které se pak kladně promítají do objemu pečiva a kvality stídky.

Po aplikaci síry společně s dusíkem se zvyšuje také kvalita lepkové bílkoviny. To se projevuje například v pečení, kdy se zvyšuje roztažnost těsta, pečivo má lepší texturní vlastnosti a roste objem pečiva. Významnou roli může sehrát také volba hnojiva a přístupnost v něm obsažených živin.

4. Materiál a metody

4.1. Metodika

Prostřednictvím poloprovozního pokusu byl sledován vliv hnojení dusíkatými hnojivy se sírou na výnos ozimé pšenice odrady Bohemia, dále také vliv těchto hnojiv na technologické parametry zrna. Součástí tohoto experimentu bylo také sledování odnožování, počtu rostlin v proužku vegetace, počtu klasů a počtu zrn v klasu.

Pokus se skládal ze 4 variant, každá varianta byla třikrát opakována, celkem tedy pokus obsahoval 12 parcel. Parcely byly založeny po odeznání zimy mezi dvojicí kolejových řádků. Uličky byly vystřikány pomocí přípravku Roundup. Každá parcela měla velikost 313 m², velikost parcel byla ovlivněna tím, aby se každá parcela dala zdárně sklídit velkým kombajnem, jelikož podnik nedisponuje maloparcelkovým kombajnem. Dalším kritériem pro výběr velikosti parcely bylo ruční hnojení. Regenerační hnojení bylo provedeno u všech variant plošně pomocí rozmetadla. Produkční a produkční + kvalitativní hnojení bylo prováděno ručně.

Základem u všech variant byla stejná celková dávka dusíku, která činila 175 kg/ha. Všechny varianty měly společně také to, že jako hnojivo pro regenerační hnojení byl aplikován ledek amonný s dolomitem (LAD). Jednotlivé varianty se lišily v kombinaci hnojiv obsahujících síru při produkčním a produkčním + kvalitativním hnojení a lišily se rovněž v množství aplikované síry. Jednou ze čtyř variant byla varianta, která neobsahovala žádnou síru a odpovídala tak plánu hnojení podniku Rolnické družstvo Bezno.

Tab. 4: Přehled jednotlivých variant, dávek použitých hnojiv a aplikovaných flavin (kg/ha)

Varianta	1. regenerační	2. produkční	3. produkční + kvalitativní	Celk.N	Celk.S
1.	LAD 27 200kg 54kg N, 0kg S	LAD 27 250kg 67,5kg N, 0kg S	LAD 27 200kg 54kg N, 0kg S	175 kg	0kg
	15. 3.	2. 4.	23. 4.		
2.	LAD 27 200kg 54kg N, 0kg S	DASA 281,3kg 67,5kg N, 36,6kg S	DASA 225kg 54kg N, 29,3kg S	175 kg	65,9 kg
	15. 3.	31. 3.	21. 4.		
3.	LAD 27 200kg 54kg N, 0kg S	LAS 281,3kg 67,5kg N, 16,9kg S	LAS 225kg 54kg N, 13,5kg S	175 kg	30,4 kg
	15. 3.	2. 4.	23. 4.		
4.	LAD 27 200kg 54kg N, 0kg S	DASA 281,3kg 67,5kg N, 36,6kg S	LAS 225kg 54kg N, 13,5kg S	175 kg	50,1 kg
	15. 3.	31. 3.	21. 4.		

Jak již bylo uvedeno, první jarní hnojení neboli hnojení regenerační, bylo aplikováno plošně pomocí rozmetadla 15. 3. 2012. Produkční hnojení bylo provedeno 31. 3. 2012, respektive 2. 4. 2012. U varianty bez síry byla aplikována dávka LAD 250 kg/ha, u variant se sírou byla aplikována dávka 281,3 kg/ha hnojiva DASA nebo LAS. Těto jarní hnojení (produkční + kvalitativní) bylo aplikováno 21. 4. 2012 a 23. 4. 2012. Hnojivo LAD v dávce 200 kg/ha, hnojiva DASA a LAS v dávce 225 kg/ha.

4.1.1. Podnik

Poloprovozní pokus byl uskutečněn na pozemku, který obhospodaruje podnik Rolnické družstvo Bezno. Jedná se o podnik v okrese Mladá Boleslav, který byl založen roku 1992. Tato firma hospodářská na ploše o celkové výměře 1468 ha, z toho 1425 ha tvoří orná půda (k roku 2011). V současné době se družstvo specializuje na rostlinnou výrobu, přestože ještě v nedávné době byla nedílnou součástí družstva také živočišná výroba.

4.1.2. Lokalita

Pokus byl prováděn na pozemku v katastru obce Hrušov nad Jizerou. Kód katastru je 648736. Tento hon má číslo 3226 a rozlohu 13,90 ha. Průměrná nadmořská výška je 261,6 m.n.m. Průměrná sklonitost je 0,6 %. Pozemek je zařazen do zranitelné oblasti dusíku, tudíž zde platí nitratová směrnice. Hon není erozně ohrožený.

Jedná se o střední půdu. Půdním typem je hnědozem a pozemek se nachází v zemědělské výrobní oblasti.

4.1.3. Agrotechnika

Podplodinou pro ozimou pšenici byl jarní ječmen. Pěchled osevního postupu na poli, kde byl uskutečněn experiment:

1. Ozimá pšenice
2. Cukrovka
3. Jarní ječmen
4. Ozimá pšenice - 2012
5. Ozimá pšenice

Po sklizení jarního ječmene následovalo:

- Sběr slámy
- Podmítka pomocí disků
- Orba + pch
- Kompaktor
- Hnojení
- Kompaktor
- Setí pomocí diskové seky
- Válení

Podzimní hnojení proběhlo 13. 9. 2011. Použito bylo NPK směsné (Amofos + draselná sůl). Dávka tohoto hnojiva byla 197 kg/ha. Jednotlivé složky byly na 1 ha zastoupeny v množství: N= 12 kg, P= 23 kg a K= 49 kg. Plán podniku pro jarní hnojení byl 600-650 kg LAD pro 3 hnojení (regenerační, produkční, produkční + kvalitativní), každé hnojení v dávce cca 200 kg.

Pšenice byla zaseta 17. 9. 2011, výsevek byl 208 kg/ha.

Pokusná plocha byla ošetřena v rámci plánu podniku shodně jako celé pole. Ošetření bylo prováděno pomocí postřikovače Hardi Alpha.

Tab. 5: Termíny ošetření a použité látky

Datum	Název	Dávka/ 1ha	typ přípravku
21. 9.2011	Sumimax	60 g	herbicide
3. 10.2011	Nurelle	0,6 l	insekticide
14. 4.2012	Pegas	0,6 l	herbicide
	Agri CCC-720 SL	2,5 l	rostlinný regulátor
24. 4.2012	PropiStar	1 l	fungicide
29. 5.2012	Prosaro	0,75 l	fungicide

4.1.4. Agrochemické zkoušení půdy (AZP)

Poslední odběr na pokusném pozemku proběhl v roce 2011, předchozí v roce 2008.

Tab. 6: Obsah živin v půdě (mg/kg) na základě AZP v roce 2008

AZP rok 2008				
pH	Ca	Mg	P	K
7,3	3770	139	46	189

Tab. 7: Obsah živin v půdě (mg/kg) na základě AZP v roce 2011

AZP rok 2011				
pH	Ca	Mg	P	K
6,9	2660	172	35	162

Z hodnot uvedených v tabulkách vyplývá, že za 3 roky došlo k mírnému okyselení půdy. Dále je patrný pokles obsahu všech živin v půdě s výjimkou hořčíku.

Vzorek půdy ke zjištění obsahu minerálního přijatelného síry byl odebrán 16. 3. 2012. Rozbor byl proveden v Zemědělské oblastní laboratoři Malý a spol. v Postoloprtech. Výsledky rozboru půdy pro S v SO_4^{2-} formě ukázaly, že půda

v lokalit zvolené pro pokus obsahovala 8,0 mg S (SO_4^{2-}) /kg půdy, což se podle stupnice, jež byla součástí výsledků rozborů, ukázalo jako nedostatek, jelikož obsah síry ve vodorozpustné formě není nižší než 10 mg/kg se na orné půdě považuje za nízký, nad 20 mg/kg za dostatečný a 30 mg/kg za vhodný pro úrodu.

4.1.5. Sklize

Sklize pokus proběhla 30. 7. 2012. Ke sklizni byla použita mlátka CLAAS MEGA 218. Výhodou této zvolené lokality byla blízkost obilího podniku, která je od pokusného pozemku vzdálená necelý kilometr. Každá parcela byla zvlášť posekána, poté byla pšenice z bunkru kombajnu nasypána na přehrázku zaplavenou valníkem, který byl ihned odvezen na zmíněnou místnost. Zde byla celá souprava zvážena, byl odebrán vzorek do připravených pytlíčků, které byly později odvezeny na rozbor. Po vykloupení obilí byla poté zvážena prázdná souprava a z rozdílu mezi naloženou a prázdnou soupravou vypočten výnos z každé parcely.

Sláma na pokusném pozemku byla drcena a zaorána, aby byl zajištěn přísun organické hmoty pro následující plodinu, kterou je ozimá pšenka.

Rozbor jednotlivých vzorků uskutečnila laboratoř ZZN Polabí v Chotčově, která slouží jako výkup.

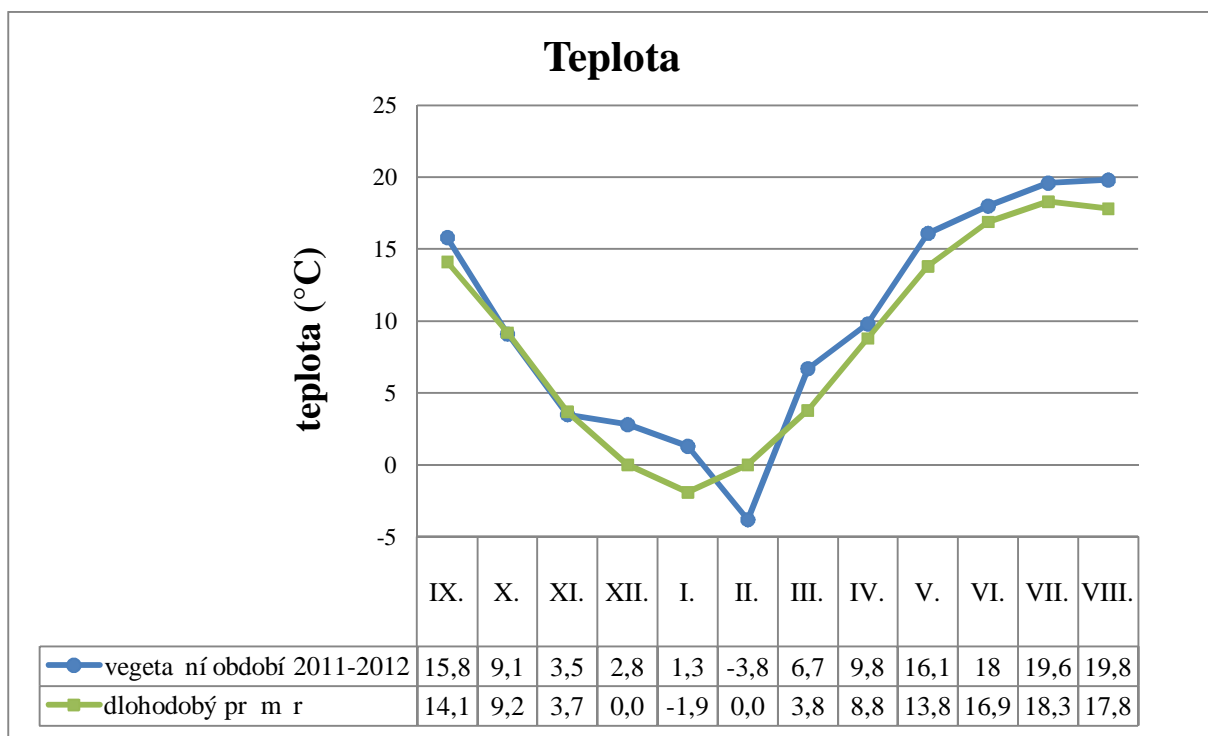
4.1.6. Meteorologické údaje lokality

Jelikož se v obci Hrušová nad Jizerou nenachází meteorologická stanice, která by shromáždila dlouhodobá data o teplotě a srážkách v dané oblasti, byla využita data ze stanice Semice. Semice jsou od Hrušova nad Jizerou vzdálené cca 20 km a leží v nadmořské výšce 237 metrů, nadmořská výška je tedy v obou místech srovnatelná.

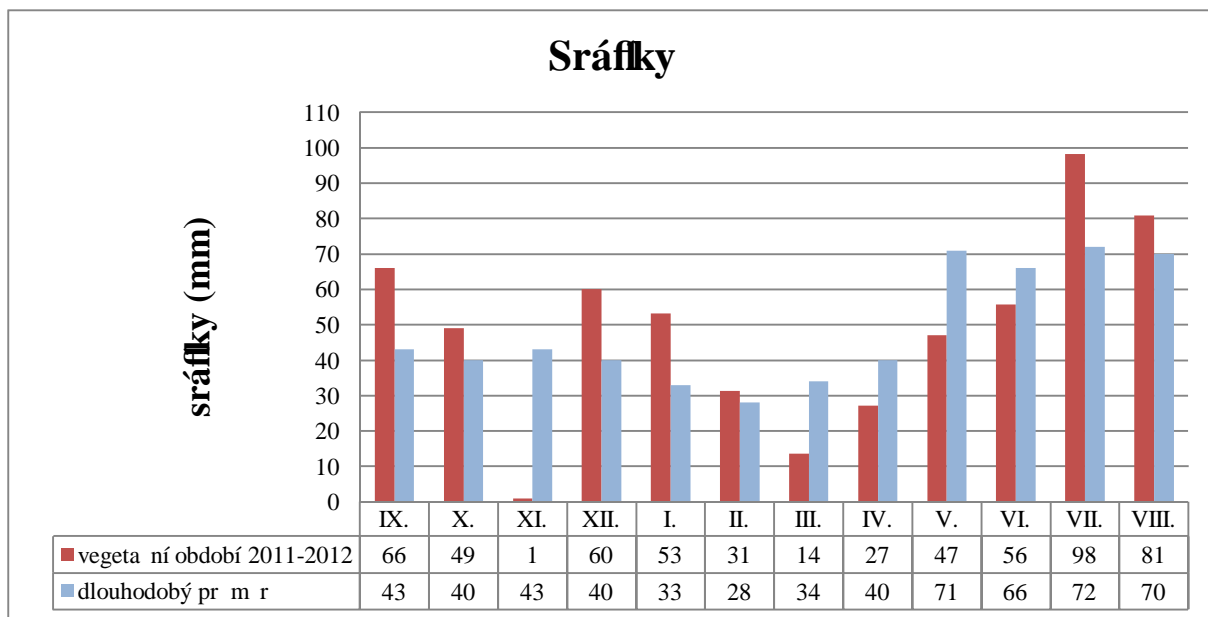
Tab. 8: Měsíční teploty za vegetační období a dlouhodobý průměr teplot

Teplota (°C)													
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	průměr
2011-2012	15,8	9,1	3,5	2,8	1,3	-3,8	6,7	9,8	16,1	18	19,6	19,8	9,9
dlouhod. průměr	14,1	9,2	3,7	0,0	-1,9	0,0	3,8	8,8	13,8	16,9	18,3	17,8	8,7

Graf 2: Porovnání dlouhodobého průměru teplot s vegetačním obdobím 2011-2012



Graf 3: Porovnání dlouhodobého průměru srážek s vegetačním obdobím 2011-2012



Tab. 9: Srážky za vegetační období a dlouhodobý průměr srážek

Srážky (mm)													
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	součet průměr/rok
2011-2012	66	49	1	60	53	31	14	27	47	56	98	81	583
dlouhod. průměr	43	40	43	40	33	28	34	40	71	66	72	70	580

4.2. Materiál

4.2.1. Vlastnosti odrdy Bohemia

Pro pokus byla vybrána odrda ozimé pšenice Bohemia.

- Registrována: česká republika, 2007
- Vytvřitel a udrřovatel: SELGEN, a.s., Vytvřitel'ská stanice Úhřetice, česká republika

Bobková et Hromádko (2008) uvádí, že Bohemia je raná odrda s delším stěblem (105-110 cm) a střední odolností poléhání. Podle provokálních testů je středně odolná proti vyzimování a má střední odolnost proti škodlivosti. Má bílý, jehlancovitý, středně těžký, osinkatý klas a velké zrno (HTZ 51 g).

Podností této odrdy je dobrá odolnost ke všem významným chorobám pšenice. Odrda Bohemia je středně odolná padlí travnímu na listu i v klasu, středně odolná a velmi odolná proti napadení plešivostí v klasu, středně odolná listovým skvrnitostem, rzi pšenice a rzi plešivostí, středně až méně odolná napadení plísní sněhovou. Na základě polních infekčních testů prováděných ve VÚRV, v.v.i. v Praze-Ruzyni, byla u této odrdy zjištěna střední odolnost k fuzarióze klasu, k emulzi a k pšeničnému karcinogenu metaninu.

Podle hodnocení v registračních zkouškách byla odrda Bohemia zařazena do kategorie A- kvalitní pšeničné pšenice. Vykazuje vysoký obsah dusíkatých látek (13,5%), vysokou hodnotu Zeleného testu (58ml), velmi vysokou vaznost vody moukou (60,8%), středně vysokou objemovou hmotnost (78,8kg/hl) a střední hodnotu času poklesu (378 s).

Ve zkouškách ÚKZÚZ dosáhla odrda Bohemia výnosu zrna v obilnářské oblasti vysoký (108 %), v pšeničné oblasti středně vysoký a velmi vysoký (103 %) a v kukuřičné a bramborářské oblasti středně vysoký (99 % a 101 %). (Bobková et Hromádko, 2008).

4.2.2. Použitá hnojiva

Pro pokus byla použita granulovaná hnojiva firmy Lovochemie Lovosice.

Tab. 10: Přehled použitých hnojiv a jejich obsah živin

Název hnojiva	označení	% zastoupení živin
Ledek amonný s dolomitem	LAD 27	27 % N, 2,4% Mg
Ledek amonný se sírou	LAS 24+ 6S	24 % N, 6 % S
Dusičnan amonný se síranem amonným	DASA 26-13	26 % N, 13 % S

5. Výsledky

5.1. Výsledky analýzy počtu rostlin a odnoží

5.1.1. Podzimní inventarizace

Výsvek ozimé pšenice Bohemia zaseté na pokusném pozemku v září 2011 činil 3,9 milion semen na hektar, z čehož plyne, že maximální počet rostlin vzrůstých na jednom m² mohl být 390. Podle údajů podniku počet rostlin vzrůstých na podzim na jednom m² dosáhl na 380.

Tab. 11: Přehled počtu rostlin a odnoží na podzim

Podzim-2.11. 2011		
Počet vzrůstých rostlin na m ²	Počet odnoží na m ²	Průměrný počet rostlin v etn odnoží
380	0-1-2 $\bar{x} = 0,59$	604
	224	

Z tabulky 11 bylo vypočteno, že vzrůstlo 97,44% vysetých semen. Na podzim došlo k odnožování ozimé pšenice. Pokud dané rostliny na podzim odnožovaly, byly pozorovány kromě hlavního stébka nejvýše 1-2 odnože. Průměrný počet odnoží na jednu rostlinu vycházel na 0,59. Když se seme budoucí hlavní stéblo a odnože, na m² celkem dostaneme 604 rostlin. Podzimní inventarizace byla uskutečněna v celém honu a byla pětkrát opakována.

5.1.2. Jarní inventarizace

Na jaře (konkrétně 24. 3. 2012) byla provedena inventura, kdy byl kontrolován stav rostlin po zimě.

Tab. 12: Pohled po tu rostlin a odnoží při jarní inventarizaci

Jaro 2012- inventura 24. 3. 2012		
Dílí počet rostlin na m ²	Počet odnoží na m ²	Prům. celkový počet rostlin v etn. odnoží
1) 565	380 359	557
2) 558	198	
3) 550		
4) 555		
5) 556		

Z tabulky 12 je možné vyjít, že oproti podzimu došlo k úbytku p vodních rostlin z 380 na 359, což tvoří ztrátu 5,53%. Logicky se tím snížil také počet odnoží. Na p t i r zných místech v rámci honu bylo napo ítáno p t hodnot, které byly zpr m rovány. P i sou tu hlavního stébla v etn. odnoží do-lo proti podzimu k poklesu z 604 rostlin na 557, což iní ztrátu 7,78%.

5.1.3. Jarní odnořování

V každé variantě probíhá i početování, průměrné hodnoty po tu rostlin a odnoží uvádí tabulka 13.

Tab. 13: Jarní odnořování

Jaro 2012 odnořování- 15. 4. 2012		
Dílí počet rostlin na m ²	Počet odnoží na m ²	Prům. celkový počet rostlin v etn. odnoží
1. varianta 738	0-1-2-3 x= 1,06	741
2. varianta 742	382	
3. varianta 752		
4. varianta 733		

Je logické a z tabulky patrné, že na jaře došlo k p íbytku odnoží. Pokud rostliny na jaře odnořovaly, nejast ji obsahovaly jednu odnož, byly ale také rostliny, které tvo íly dv , t i i více odnoží. Průměrný počet odnoží na jednu rostlinu byl 1,06. Průměrný celkový počet hlavních rostlin v etn. odnoží tvo íl íslo 741, což je v porovnání s obdobím jarní inventury

o 24,83% více. Jednotlivé varianty se lišily jen nepatrně. Nejvíce rostlin v etn odnoží bylo napočítáno u varianty . 3 a nejméně u varianty . 4.

5.2. Výsledky analýzy počtu klas

Dne 12. 6. 2012 byl stanoven počet klas . Jako pomůcka byla použita metrovka. V každé variantě byla provedena tři počítání.

Tab. 14: Průměrný počet klas v jednotlivých variantách

Klasy- 12. 6. 2012	
	Průměrný počet
Varianta 1	695
Varianta 2	635
Varianta 3	650
Varianta 4	650

Nejvíce klas bylo napočítáno ve variantě . 1, naopak nejméně u varianty . 2 (použití hnojiv LAD-DASA-DASA). U zbylých variant byly sledovány hodnoty kolem průměru v rámci tohoto pokusu. Z počtu měření a náhodného výběru nelze prokázat, že by síra obsažená v hnojivech měla výrazný vliv na tvorbu klas .

5.3. Výsledky analýzy počtu zrn v klasu

Před sklizní, v době zralosti pšenice (konkrétně 21. 7. 2012), byl analyzován počet obilí v klasu. Pomocí srpů bylo v každé variantě vybráno dvacet náhodných klas , které byly vytříhány do pytlíků podle variant, a poté byl postupně v každém klasu počítán počet obilí. Hodnoty počtu obilí z 20 klas v každé variantě byly zprůměrovány.

Tab. 15: Průměrné počty zrn v klasu v jednotlivých variantách

Počet zrn v klasu 21.7. 2012	
Varianta	Průměrný počet zrn v klasu
Var. 1	36,6
Var. 2	36,9
Var. 3	35,3
Var. 4	39,4

V průměru nejvyššího počtu zrn v klasu dosáhla varianta . 4. Ostatní tři varianty dosahovaly v průměru podobných výsledků, nejnižší počet byl stanoven u varianty . 3.

5.4. Výsledky listové analýzy N, P, K, Ca, Mg

Na počátku metání (BBCH 51) byly odebrány vzorky rostlin pro listovou analýzu. Analýzu vzorků provedla Zemědělská oblastní laboratoř Malý a spol. v Postoloprtech.

Tab. 16: Zastoupení jednotlivých prvků ve 100% sušiny u varianty . 1

skutečný obsah v %						
		N	P	K	Ca	Mg
Var. 1	1	2,02	0,23	2,47	0,24	0,09
	2	1,75	0,19	2,18	0,2	0,09
	3	1,64	0,2	2,07	0,18	0,08
	průměr	1,803	0,207	2,240	0,207	0,087

Tab. 17: Zastoupení jednotlivých prvků ve 100% sušiny u varianty . 2

skutečný obsah v %						
		N	P	K	Ca	Mg
Var. 2	1	1,82	0,23	2,11	0,2	0,08
	2	1,54	0,22	1,96	0,17	0,08
	3	1,62	0,2	2,14	0,23	0,09
	průměr	1,660	0,217	2,070	0,200	0,083

Tab. 18: Zastoupení jednotlivých prvků ve 100% sušiny u varianty . 3

skutečný obsah v %						
		N	P	K	Ca	Mg
Var. 3	1	1,71	0,22	1,9	0,19	0,08
	2	1,85	0,24	2,17	0,18	0,09
	3	1,47	0,2	1,74	0,16	0,08
	průměr	1,677	0,220	1,937	0,177	0,083

Tab. 19: Zastoupení jednotlivých prvků ve 100% sušiny u varianty . 4

skutečný obsah v %						
		N	P	K	Ca	Mg
Var. 4	1	1,52	0,21	2,13	0,21	0,09
	2	1,81	0,2	2,24	0,22	0,09
	3	1,54	0,21	1,95	0,19	0,08
	průměr	1,623	0,207	2,107	0,207	0,087

Nejvyšší obsah dusíku u rostlin byl pozorován u varianty . 1, tedy varianty hnojení bez síry. Rostliny ostatních variant dosahovaly velmi podobných hodnot.

Nejvyšší obsah fosforu v rostlinách vykazovala varianta . 3, ovšem rozdíl od ostatních variant byl neprůkazný.

V této rozdíly byl pozorován u obsahu draslíku v rostlinách, kde nejvyšší hodnoty dosáhla varianta . 1.

Obsah vápníku dosahoval rovněž u variabilních hodnot, nejvyšší byl pozorován u varianty . 2, naopak nejnižší hodnota byla stanovena u varianty . 3.

Hodnoty byly nejvíce zastoupeny u rostlin ve variantě . 2, tato varianta ovšem také ostatní varianty výrazně nepřevyšovala.

5.5. Výsledky listové analýzy S

Listová analýza pro zjištění síry ve 100% sušiny byla rovněž stanovena v podobě metání (BBCH 51) v Zemědělské oblastní laboratoři v Postoloprtech, laboratoř také k výsledkům analýzy dodala stupnici pro zhodnocení obsahu síry. Podle ní lze obsah síry v rostlinách hodnotit jako nedostatečný, normální a nadbytečný. Matula (2007) uvádí, že kritická hodnota síry v rostlinách ve fázi metání odpovídá 0,15 %.

Tab. 20: Obsah síry ve 100% sušiny u varianty . 1

		S (%)	hodnocení
Var. 1	1	0,14	nedostatek
	2	0,13	nedostatek
	3	0,15	nedostatek
	průměr	0,14	

Tab. 21: Obsah síry ve 100% sušiny u varianty . 2

		S (%)	hodnocení
Var. 2	1	0,15	nedostatek
	2	0,13	nedostatek
	3	0,13	nedostatek
	průměr	0,137	

Tab. 22: Obsah síry ve 100% sušiny u varianty . 3

		S (%)	hodnocení
Var. 3	1	0,13	nedostatek
	2	0,15	nedostatek
	3	0,10	nedostatek
	průměr	0,127	

Tab. 23: Obsah síry ve 100% sušiny u varianty . 4

		S (%)	hodnocení
Var. 4	1	0,14	nedostatek
	2	0,17	normální obsah
	3	0,13	nedostatek
	průměr	0,147	

Ve výsledných tabulkách byl pozorován jednoznačný nedostatek síry u rostlin, protože byla síra aplikována v podobě minerálních hnojiv v určitém množství. Jedinou výjimkou byla jedna parcela u varianty 4, kde byl zjištěn normální obsah síry.

5.6. Výnos

Výnos jednotlivých variant byl variabilní, pohyboval se v rozmezí 8,307 t/ha až 9,201 t/ha. Průměrného nejvyššího výnosu dosáhla varianta . 4. Naopak nejnižší průměrný výnos byl pozorován u varianty . 1.

Tab. 24: Přehled výnosů jednotlivých variant

Varianta	Dávka N (kg/ha)	Dávka S (kg/ha)	Výnos (t/ha)
Var. 1	175	0	1) 8,307
			2) 8,818
			3) 8,498
			průměr 8,541
Var. 2	175	65,9	1) 8,498
			2) 8,818
			3) 9,073
			průměr 8,796
Var. 3	175	30,4	1) 8,562
			2) 8,945
			3) 8,882
			průměr 8,796
Var. 4	175	50,1	1) 9,201
			2) 8,818
			3) 8,819
			průměr 8,946

V tabulce 24 byl pozorován nejnižší výnos u varianty, která nebyla hnojena sírou. Průměrný výnos této varianty (var. 1) byl 8,541 t/ha. Naopak nejvyšší průměrný výnos byl stanoven u varianty s 50,1 kg síry na hektar, což je střední dávka síry v rámci pokusu.

Konkrétně se jednalo o výnos 8,946 t/ha. U variant s dávkou síry 65,9 kg a 30,4 kg síry byl stanoven totální výnos, který má hodnotu 8,796 t/ha.

5.7. Kvalitativní parametry

Z kvalitativních parametrů byly sledovány vlhkost (VL) v %, objemová hmotnost (OH) v g/l, dusíkaté látky (NL) v %, Zeleného test (ZT) v ml, obsah křemíku (T_{K}) v %, pádové číslo (P) v s.

Tab. 25: Hodnoty kvalitativních parametrů varianty . 1

Varianta		1. opakování	2. opakování	3. opakování	průměr
Var. 1	VL	14,1	14,2	14,0	14,1
	OH	756,0	748,0	740,0	748,0
	NL	12,2	11,9	12,1	12,1
	ZT	34,0	30,0	31,0	31,7
	T_{K}	61,6	62,4	62,2	62,1
	P	219,0	283,0	275,0	259,0

Tab. 26: Hodnoty kvalitativních parametrů varianty . 2

Varianta		1. opakování	2. opakování	3. opakování	průměr
Var. 2	VL	14,1	14,1	13,9	14,0
	OH	746,0	746,0	754,0	748,7
	NL	12,0	12,1	12,3	12,1
	ZT	30,0	30,0	36,0	32,0
	T_{K}	62,3	61,5	62,2	62,0
	P	264,0	259,0	191,0	238,0

Tab. 27: Hodnoty kvalitativních parametrů varianty . 3

Varianta		1. opakování	2. opakování	3. opakování	průměr
Var. 3	VL	14,0	14,0	13,7	13,9
	OH	743,0	749,0	756,0	749,3
	NL	12,0	12,0	12,3	12,1
	ZT	32,0	32,0	37,0	33,7
	T_{K}	61,8	62,3	62,1	62,1
	P	220,0	220,0	281,0	240,3

Tab. 28: Hodnoty kvalitativních parametrů varianty . 4

Varianta		1. opakování	2. opakování	3. opakování	průměr
Var. 4	VL	14,2	14,1	13,5	13,9
	OH	752,0	750,0	754,0	752,0
	NL	12,1	12,2	12,4	12,2
	ZT	32,0	30,0	36,0	32,7
	TK	61,9	61,6	61,8	61,8
	P	231,0	295,0	299,0	275,0

Jelikož byly všechny pokusné parcely sklizeny během krátkého časového intervalu, parametr vlhkosti se liší u jednotlivých variant minimálně. Průměrné hodnoty vlhkosti se pohybovaly od 13,9 do 14,1 %.

Také objemová hmotnost neukázala v rozsahu pokusu velké výkyvy, nejvyšší průměrná objemová hmotnost byla sledována u varianty . 4 (752 g/l), což je pouze o 4 g/l více než u varianty . 1, která dosáhla nejnižší průměrné objemové hmotnosti. Z toho vyplývá, že síra dodaná v hnojivech neměla na výši tohoto parametru vliv.

Obsah dusíkatých látek byl evidentně také vyrovnaným parametrem u všech variant. Pohyboval se v rozmezí 12,1 až 12,2 %.

Zelený test vykazoval mírné rozdíly mezi jednotlivými variantami. Nejnižší průměrné hodnoty byly stanoveny u varianty . 1 (31,7 ml), která nebyla hnojena sírou. Naopak nejvyšší hodnoty byly pozorovány u varianty . 3 (33,7 ml), kde bylo aplikováno 30 kg síry. Minimální rozdíly mezi výsledky jednotlivých variant naznačují, že ani u parametru Zelený test nehrálo množství dodané síry významnou roli.

Obsah škrobu v zrna pšenice se rovnal v rámci variant přílišně. Jeho hodnota se pohybovala kolem 62 %.

Nejvyšší průměrné hodnoty pádového úslu (úslu poklesu) byly stanoveny u varianty . 4 (275 s), kde bylo aplikováno 50 kg S/ha, naopak nejnižší hodnoty tohoto parametru byly sledovány u varianty . 2 (238 s), kde bylo dodáno 66 kg S/ha. Z toho vyplývá, že hnojení sírou nebylo zásadním faktorem při tvorbě pádového úslu.

6. Diskuze

6.1. Výnos

Průměrný výnos ozimé pšenice v České republice v roce 2012 byl 4,34 t/ha, což je o 1,45 t/ha méně než průměrný výnos v roce 2011 (SÚ, 2012). Pokles výnosu u ozimé pšenice je způsoben jednak vlivem nepříznivých povětrnostních podmínek v zimním období (únor 2012), kdy porosty ozimých pšenic ve většině oblastí ČR elily holomrazem, a dále pak vlivem sucha v měsících dubnu a květnu 2012, tj. v období, kdy se formují generativní orgány rostlin, které mají podstatný vliv na výnos (MZe, 2012). Výnosy všech variant našeho pokusu, které dosahovaly hodnot 8,541 až 8,946 t/ha, byly výrazně nadprůměrné v porovnání s průměrem České republiky. Důvodem relativně vysoké odchylky od průměru je celá řada faktorů. Hlavně se nachází ve vhodné oblasti k pěstování pšenice (půda, nadmořská výška, klima, atd.), vliv má jistě také agrotechnika (zpracování půdy, ošetření pesticidy, hnojení), avšak jedním z nejvýznamnějších faktorů je odrada. Bohemia poskytuje stabilně vysoký výnos a zároveň je relativně odolná vymořnutí v porovnání s n kterými odradami potravinářské i nepotravinářské pšenice.

Matjková et al. (2010) publikovali výsledky pokusu provedeného v Praze v podobných klimatických podmínkách s naší lokalitou. Pokus spočíval v rozdělení pole na jednotlivé části podle obsahu minerálního dusíku, které byly hnojeny různými dávkami minerálních dusíkatých hnojiv. Zásoba minerálního dusíku je v jednotlivých částech pozemku rozdílná, proto mají tyto části rozdílný výnosový potenciál.

Náprůměrný výnos ve variantě . 1, která nebyla hnojena sírou, byl stanoven na 8,541 t/ha, což je vysoká hodnota v porovnání s výše uvedeným pokusem. Avšak výsledné výnosy publikované Matjkovou et al. (2010) při výrazně nižších dávkách dusíkatých hnojiv dosáhly hodnot výrazně vyšších než republikový průměr v roce 2012. Výsledky, které uvádí Matjková et al. (2010), ukázaly statisticky výrazný vliv půdních charakteristik (pH, obsah P, K, Ca, Mg, C_{org} a N) na výnos ozimé pšenice.

Výnos variant, ve kterých byla v našem pokusu aplikována síra v množství 30 až 66 kg/ha, se v průměru pohyboval od 8,796 do 8,946 t/ha. Z toho vyplývá, že varianty hnojené sírou poskytly vyšší výnos než varianta . 1, kde síra nebyla aplikována v hnojivu. Girma et al. (2005) publikovali výsledky pokusu prováděného v Oklahomě, kde byly porovnávány různé dávky síry, která byla aplikována ve formě sádry (CaSO₄) a elementární

síry. Auto i pozorovali v t-í vliv síry na výnos v oblasti s nízkým výskytem S v p d a rovn fl pozorovali, fle forma aplikované síry hraje významnou roli stejn jako množství. Hoefl et al., (1985) uvádí, fle byla pozorována významná reakce výnosu na hnojení sírou v laboratorních podmínkách, ale nikoli v polních podmínkách, kde byly sráflky hlavním zdrojem síry. Vy-í výnosy ozimé p-enice p i pouflití sádry, oproti pouflití elementární síry, Hoefl et al. (1985) p isuzují okamflité dostupnosti síranu v sád e p i nízkých sráflkách. Elementární síra pot ebuje být oxidována, nefl se stane p ístupnou pro rostlinu (Mahler and Maples, 1987). Nejvy-ího výnosu v na-em pokusu dosáhla varianta . 4, kdy bylo pouflito p i produk ní dávce 37 kg síry práv ve form síranu (DASA). Síra ve form síranu v hnojivu DASA v-ak byla aplikována ve stejném množství p i produk ní dávce také u varianty . 2, jejífl výnos byl stejný jako u varianty . 3, která neobsahovala síru v podob síranu. Nelze tedy dokázat, fle produk ní hnojení sírou v síranové form m lo rozhodující vliv na vý-í výnosu. Forma síry p i hnojení nem la vliv krom výnosu ani na obsah síry v rostlin b hem metání. Hodnoty obsahu síry v rostlin se pohybovaly kolem 0,15 %, p i emfl Schnug et Haneklaus (1998) uvád jí, fle kritická koncentrace síry spojená s vizuálními symptomy je u obilnin 0,12 %.

Výsledky na-eho pokusu neprokázaly, fle varianta s nejvy-í aplikovanou dávkou síry poskytne nejvy-í výnos, jelikofl varianta . 2 poskytla stejný výnos jako varianta . 3, p estofle ve variant . 2 byl aplikován více nefl dvojnásobek síry. Zde mohla hrát svou roli relativn vysoká dávka dusíku, která byla spole n se sírou dodávána a zajistila tak jistotu vysokého výnosu. Dal-ím d vodem mohly být nízké sráflky v jarních m sících a jejich nevyrovnanost, cofl mohlo ovlivnit pozd j-í p sobení síry na výnos.

Výsledky srovnatelného pokusu s na-ím publikovali Weber et al. (2008). Srovnání obou pokus je zajímavé p edev-ím z d vodu aplikace tém stejného množství dusíku. P i pokusu, který popisují Weber et al. (2008), je vyuffito u r zných odr d -íroké spektrum dusíkatých hnojiv a n které varianty jsou navíc hnojeny sírou. Hlavním cílem tohoto pokusu bylo sledování vlivu hnojení na výnos zrna, kvalitativní parametry a jednotlivé sloflky výnosu. Vzhledem k na-emu pokusu bylo zajímavé sledování jedné z odr d, kde je moflno porovnat pouflití samotného hnojiva LAV (ledek amonný s vápencem) a také LAV s p idáním 20 kg síry. Varianta se sírou dosáhla v obou letech vy-ího výnosu nefl varianta bez síry, ov-em stejn jako u na-eho pokusu rozdíl nebyl statisticky významný. Weber et al. (2008) dále uvád jí, fle hnojení a ro ník m ly zna ný dopad na výnos zrna

a strukturu výnosu. Výrazné interakce ročníku a hnojení na výnosu zrna, slofkách výnosu, kvalitativních parametrech a množství odebraného dusíku zrnem poukazují na závislost dopadu poáší na dostupnost dusíku v jednotlivých variantách.

Palík et al. (2009) publikovali na základě vyhodnocení svého pokusu, že výnosy byly zjištěny v letech s vlhším a chladnějším podzimním poáším, s mírnou zimou, nížejšími rovnoměrnými srážkami během celé vegetace a při celkově teplejším průběhu celé jarní a letní vegetace.

6.2. Kvalitativní parametry

Situace a výhledová zpráva Obiloviny (MZe, 2012) uvádí, že v roce 2012 se vyskytovaly problémy s hodnotami pádového úsila a objemové hmotnosti, naopak obsah bílkovin a jejich kvalita dosahovaly uspokojivých hodnot. V této zprávě je zároveň uvedeno, že v této rozdíly v kvalitě pšenice se projevují na úrovni jednotlivých krajů. Palík et al. (2009) uvádí na základě výsledků jejich pokusu, že pro formování pečárenské kvality zrna byl rozhodující průběh poáší v období tvorby zrna. Dále uvádí, že průběh poáší ovlivňuje v podstatě všechny parametry pečárenské kvality zrna. Výrazný vliv autoi pozorovali u teploty neřís srážek. Nejvýšší vliv průběhu poáší zjistili u úsila poklesu, objemové hmotnosti a obsahu dusíkatých látek.

Hodnota objemové hmotnosti se v našem pokusu pohybovala v intervalu od 748 do 752 g/l, což ani v jednom případě nevyhovuje požadavku SN 46 1100-2, která požaduje alespoň 760 g/l. Ovšem situace a výhledová zpráva Obiloviny (MZe, 2012) uvádí, že přes 24 % z 500 odebraných vzorků pšenice dosáhlo nížejší objemové hmotnosti, než je požadovaných 760 g/l (v roce 2011 necelých 12 %, v roce 2010 téměř 41 %). Z našich výsledků (tab.25 a tab.28) můžeme vyvodit, že varianta 1 dosáhla nejnižeší hodnoty parametru objemové hmotnosti, oproti variantám se sýrou. Vliv velikosti dávky sýry na výši objemové hmotnosti však nebyl prokázán. Palík et al. (2009) publikovali na základě výsledků jejich pokusu, že objemová hmotnost je ovlivněna intenzitou přístování a také odrůdou. Na základě výsledků vzorků v letech 2002 a 2009 dále uvádí, že objemová hmotnost byla nejvýznamněji ovlivněna teplotou, kdy v letech s nížeší objemovou hmotností byl typický nárůst teploty v období mezi úřvem a úřvencem a v letech s vyšší objemovou hmotností zrna dosahuje teplota maxima v úřvnu a pak klesá. Hodnoty zaznamenané v grafu (graf 2) potvrzují nárůst teploty mezi úřvem a úřvencem.

Pádové číslo se mezi jednotlivými variantami námi prováděného pokusu pohybovalo v rozmezí 238 a 275 s. Všechny varianty tedy splnily požadavek SN 46 1100-2, který je stanoven na 220 s. Republikový průměr roku 2012 je podle MZe (2012) 296 s, což je více než u variant 1 - 4, ovšem přes 14 % z 500 vzorků z různých krajů ČR požadované hodnoty vůbec nedosáhlo. Výsledky našeho pokusu ukázaly, že parametr pádové číslo nebyl ovlivněn dávkou aplikované síry. Nejnižší hodnota nám vyšla ve variantě . 2, kde bylo aplikováno 66 kg S, naopak nejvyšší hodnoty dosáhla varianta . 4, kde bylo dodáno 50 kg S. Varianta bez síry u tohoto kvalitativního parametru dosáhla hodnoty 259 s. Na rozdíl od síry mohlo mít vliv na pádové číslo u variant 1 a 4 hnojení dusíkem. Palík et al. (2009) při sledování vlivu intenzity postování ozimé pšenice na hodnotu pádového čísla došlo k závěru, že pádové číslo bylo pro každou ovlivněno ročníkem a odrdou, zatímco vliv intenzity postování statisticky prokázán nebyl. Wang et al. (2008) analyzovali vzorky ozimé pšenice v Německu a sledovali faktory ovlivňující pádové číslo. Došlo k závěru, že u všech vzorků bylo pádové číslo významně ovlivněno odrdou a polohou. Zvýšení pádového čísla zaznamenali rovněž u odrdy napadené fuzariózou. Obsah bílkovin pozitivně koreloval s hodnotou pádového čísla.

Také požadavek SN 46 1100-2 na dusíkaté látky splnily všechny varianty. Průměrné hodnoty obsahu dusíkatých látek zrna pšenice ve variantách našeho pokusu se pohybovaly v intervalu od 12,1 a 12,2 %, při emisní normě fládá minimální hodnotu 11,5 %. V roce 2012 nespĺnilo tento požadavek necelých 10 % z 500 analyzovaných vzorků, v roce 2011 dokonce téměř 29 %. (MZe, 2012). Weber et al. (2008) ve dvouletém pokusu pozorovali, že varianta hnojení ledkem vápenatým se sírou vedla ke zvýšenému obsahu bílkovin v zrně oproti variantě hnojené pouze ledkem vápenatým, ovšem výsledky nebyly statisticky průkazné. Weber et al. (2008) došlo k závěru, že na obsah bílkovin v zrně má vliv vztah mezi ročníkem a hnojením. Z výše uvedeného rozdílu v hodnotách oproti roku 2011 můžeme za předpokladu podobného hnojení usoudit, že obsah dusíkatých látek v zrnech variant byl ovlivněn především ročníkem.

Hodnoty Zeleného testu se v rámci pokusu pohybovaly v rozmezí 31,7 a 33,7 ml. Varianty . 2 a 4, které obsahovaly síru, dosáhly nepatrně vyšších hodnot než varianta bez síry, vliv množství síry na hodnotu Zeleného testu ale nebyl prokázán. Rovněž u tohoto parametru byl u všech variant splněn požadavek SN 46 1100-2, který je ustanoven na 30 ml. Získané hodnoty ovšem daleko zaostávají za průměrem ČR pro rok 2012, který

dosahoval 51 ml. Pouze 1 % z 500 odebraných vzorků nesplnilo tento požadavek (MZe, 2012). Z toho vyplývá, že námi získané hodnoty byly hraniční. Weber et al. (2008) publikovali, že hodnota sedimentace byla ovlivněna interakcemi mezi rotníkem, odrdou a hnojivem. Také Palík et al. (2009) se ztotožnili s názorem, že hodnota sedimentačního indexu byla ovlivněna rotníkem, odrdou, a zdá se navíc vliv intenzity pěstování.

7. Závěr

Z vyhodnocení dosažených výsledků pokusu, kdy byl sledován vliv hnojení dusíkatými hnojivy se sírou na výnos a kvalitativní parametry ozimé pšenice odrdy Bohemia, byly vyvozeny následující závěry:

- Hnojení sírou neprokázalo zvýšení obsahu síry v rostlinách ve fázi metání (BBCH 51).
- Průměrné hodnoty výnosu zrna se v rámci variant pohybovaly v rozmezí od 8,541 do 8,946 t/ha. Nejvyšší výnos zrna byl zaznamenán u varianty hnojiv 4, kde byla aplikována hnojiva LAD, DASA, LAS. Nebyl prokázán vliv hnojení sírou na výnos zrna.
- U objemové hmotnosti nebyl prokázán vliv hnojení sírou na výsledné hodnoty tohoto parametru. Průměrné hodnoty objemové hmotnosti se pohybovaly v intervalu od 748 do 752 g/l. Ani jedna z variant nesplnila požadavek SN 46 1100-2.
- Síra dodaná v hnojivech neměla vliv na parametr pádové číslo. Pádové číslo dosahovalo hodnot v rozmezí od 238 do 275. Všechny varianty splnily požadavek SN 46 1100-2.
- Obsah dusíkatých látek v zrně se pohyboval v intervalu od 12,1 do 12,2 %. Všechny varianty splnily normou stanovené požadavky. Obsah dusíkatých látek v zrně byl ovlivněn dávkou dusíku. Síra neměla vliv na výši tohoto parametru.
- Hodnoty Zeleného testu byly stanoveny v rozmezí od 32 do 34 ml. Všechny varianty vyhovely požadavkům normy, přestože splnily normou požadovaných 30 ml bylo velmi těsné. Aplikovaná síra neměla vliv na výši Zeleného testu.

V našem jednoletém poloprovozním pokusu nebyl výrazný vliv síry na výnos zrna a kvalitativní parametry statisticky prokazatelné. K tomu, aby síra, ale i ostatní živiny výrazně zapůsobily na výnos a kvalitu, je potřeba, aby se sešlo několik faktorů, které se navzájem ovlivňují. Jde především o přiblížení podmínek vegetace a správnou agrotechniku, tedy i hnojení. Na které varianty hnojení, jako varianta 4, kdy bylo aplikováno hnojivo DASA a LAS v produkční a produkční + kvalitativní dávce, naznačily, že kombinace hnojiva LAS v návaznosti na hnojivo DASA (obsahuje třetinový dusík v nitratové formě a dvě třetiny dusíku v amoniacové formě) by při ročníku bohatším na srážky a příznivé teploty mohla mít význam pro zemědělství. Jelikož jsou jednoleté výsledky zaváděcí, bude pokus v rámci diplomové práce opakován a jeho výsledky znovu vyhodnoceny.

8. Seznam literatury

- Bielek, P. 1998. Dusík v po nohospodárskych pôdach Slovenska. Výskumný ústav pôdnej úrodnosti. Bratislava. 256 s. ISBN: 80-85361-44-2.
- Bobková, L., Hromádka, M. 2008. Winter wheat Bohemia. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding. 44 (3). 121-126.
- erný, J., Kulhánek, M., Shejbalová, TM, Va-ák, F. 2012. Nov o zm nách obsahu síry v p d . Odborný a stavovský týdeník Zem d lec. 20 (17). 14-16. ISSN: 1211-3816.
- eský hydrometeorologický ú ad (HMÚ). Atmosférická depozice na území eské republiky [online]. Úsek ochrany istoty ovzdu-í HMÚ. 2010 [cit. 2013-2-23]. Dostupné z <<http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr10cz/kap3.html>>.
- eský statistický ú ad (SÚ). Sklize zem d lských plodin [online]. Ve ejná databáze eského statistického ú adu. 2012 [cit. 2013-3-10]. Dostupné z <http://vdb.czso.cz/vdbvo/tabparam.jsp?voa=tabulka&cislotab=ZEM0030UU&vo=tabulka&kapitola_id=11> .
- SN 46 1100-2. Obiloviny potraviná ské ó ást 2: P-enice potraviná ská. 2001. eský normaliza ní institut. Praha. 5 s.
- Girma, K., Mosali, J., Freeman, K. W., Raun, W. R., Martin, K. L., Thomason, W. E. 2005. Forage and grain yield response to applied sulfur in winter wheat as influenced by source and rate. Journal of Plant Nutrition. 28. 1541-1553.
- Hlu-ek, J. Minerální hnojiva-dusíkatá. Multimediální u ební texty z výflivy rostlin [online]. 23. 1. 2004 [cit. 2012-01-19]. Dostupné z <http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/mineralni/dusikata.htm>.
- Hlu-ek, J., Klír, J., Balík J. 2007. Sou asná úrove výflivy a hnojení rostlin v R. In: Sborník z mezinárodní konference (Výfliva rostlin a její perspektivy). MZLU v Brn . 438 s. ISBN: 978-80-7375-068-8.
- Hoef, R. G., Sawyer, J. E., Vanden-Heuvel, R. M., Schmitt, M. A., Brinkman, G. S. 1985. Corn response to sulfur on Illinois soils. Journal of Fertilizer Issues. 2 (1). 95-104.

- Hlivná, L. Výživa a hnojení porost pšenice ozimé a kvalita produkce. Technické listy [online]. 2012 [cit. 2012-20-11]. Dostupné z <http://www.druvod.cz/files/aktuality/vyziva_a_hnojeni_porostu_psenice_ozime_a_kvalita_produkce.pdf> .
- Hubík, K. 2001. Technologická jakost zrna potravinářské pšenice o sedimenta ní test. Obilnářské listy. 9 (4). 85-86.
- Jirsa, O., Polišenská, I., Palík, S. 2012. Kvalitní parametry potravinářské pšenice. Agromanuál. 7 (7). 84-86.
- Ken, J., Benada, J., Flašarová, M., Hubík, K., Krofta, S., Kryštof, Z., Macháček, F., Málek, J., Míša, P., Onderka, M., Pokorný, E., Stalková, R., Šupnar, J., Váňová, M. 1998. Metodika pěstování ozimých obilnin. Zemědělský výzkumný ústav. Kroměříž. 143 s. ISBN: 80-902-5452-7.
- Kulhánek, M., Černý, J., Balík, J., Vaňák, F., Šejbalová, M. 2012. Bilance síry v pšedách na základě vyuffití výsledk z dlouhodobých pokusů. Agrochémia. 16 (52). 8-12.
- Laml, P. 2004. Parametr pádové úslo ovlivňuje nejvíce ročník. Úroda. 52 (6). 16.
- Mahler, R. J., Maples, R. L. 1987. Effect of sulfur additions on soil and the nutrition of wheat. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 18 (6). 653-673.
- Matějková, M., Kumhálová, J., Lipavský, J. 2010. Evaluation of crop yield under different nitrogen doses of mineral fertilization. Plant, Soil and Environment. 56 (4). 163-167.
- Matula, J. 2007. Výživa a hnojení sírou. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Praha. 38 s. ISBN: 978-80-87011-15-7.
- Messick, D. L., Fan, M. X., de Brey, C. 2005. Global sulfur requirement and sulfur fertilizers. Landbauforschung Völkenrode. Special Issue 283. 97-104.
- Michalík, I. 2001. Molekulárne a energetické aspekty príjmu flivín v rastlinách. Slovenská poľnohospodárska univerzita. Nitra. 158 s. ISBN: 80-7137-836-4.
- Ministerstvo zemědělství (Mze). 2012. Situační a výhledová zpráva Obiloviny, prosinec 2012. Ministerstvo zemědělství České republiky. Praha. 107 s. ISBN: 978-80-7434-055-0. Dostupné také z <http://eagri.cz/public/web/file/186420/SVZ_obili_final_2012.pdf>.
- Novotný, F., Hubík, K. 1997. Nové směry v hodnocení jakosti potravinářské pšenice (část I: Hodnocení z pohledu odrůdového zkušebnictví ÚKZÚZ Brno). Obilnářské listy. 5 (3). 49-52.

- Palík, S., Burešová, I., Edler, S., Sedláková, I., Tichý, F., Váňová, M. 2009. Metodika pěstování ozimé pšeničné plodiny. Agrotest fyto. Kroměříž. 68 s. ISBN: 978-80-86888-07-1.
- Rasmussen, P. E. 1996. Effect of nitrogen, sulfur, and phosphorus sufficiency on nutrient content in white winter wheat. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 27 (3&4). 585-596.
- Scherer, H. W. 2001. Sulphur in crop production – invited paper. European Journal of Agronomy. 14. 81-111.
- Schnug, E., Haneklaus, S. 1998. Diagnosis of sulphur nutrition. In: Sulphur in Agroecosystems (ed. E. Schnug). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 1-38.
- Sologub, S., Sorenson, B. Understanding wheat quality tests [online]. Northern Crops Institute. March 2005 [cit. 2013-3-17]. Dostupné z <<http://www.northern-crops.com/technical/fallingnumber.htm>>.
- Štávková, R. 2002. Dynamika nitrifikace v orných půdách. Dizertační práce. MZLU v Brně. Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž. Kroměříž. 159 s.
- Trápek, K., Černý, J., Kulhánek, M., Šejbal, P., Vaněk, V. 2007. Vliv a hnojení ozimé pšeničné plodiny určené (nejen) k potravinářskému využití (1. část). Agromanuál. 2 (4). 70-71. ISSN: 1801-7673.
- Torma, S. 2007a. Ozimná pšeničná plodina: Pôľadavky na pôdu a živiny. Agromanuál. 2 (3). 56-58. ISSN: 1801-7673.
- Torma, S. 2007b. Príjem a využitie živín rastlinami v jarnom období. Agromanuál. 2 (2). 42-43.
- Valenta, J. 2011. Sortiment hnojiv se sírou a její zdroje. In: Sborník ze 17. mezinárodní konference (Racionální použití hnojiv). ZU v Praze. ISBN: 978-80-213-2224-0.
- Vaněk, V., Balík, J., Němeček, R., Pavlíková, D., Tlustý, P. 1998. Vliv a hnojení polních plodin, ovoce a zeleniny. Redakce časopisu Farmář o Zemědělské listy. Praha. 124 s. ISBN 80-902413-1-X.
- Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustý, P. 2007. Vliv polních a zahradních plodin. Profi Press. Praha. 176 s. ISBN: 976-80-86726-25-0.
- Wang, J., Pawelzik, E., Weinert, J., Zhao, Q., Wolf, G. A. 2008. European Food Research and Technology. 226. 1365-1371.

- Weber, E. A., Koller, W. D., Graeff, S., Hermann, W., Merkt, N., Claupein, W. 2008. Impact of different nitrogen fertilizers and an additional sulfur supply on grain yield, quality, and the potential of acrylamide formation in winter wheat. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 171. 643-655.
- Zimolka, J., Edler, S., Hlavna, L., Jánský, J., Kraus, P., Mareš, J., Novotný, F., Richter, R., Šíma, K., Tichý, F. 2005. *Pšenice: pěstování, hodnocení a užití zrna*. Profi Press. Praha. 179 s. ISBN: 80-867-2609-6.

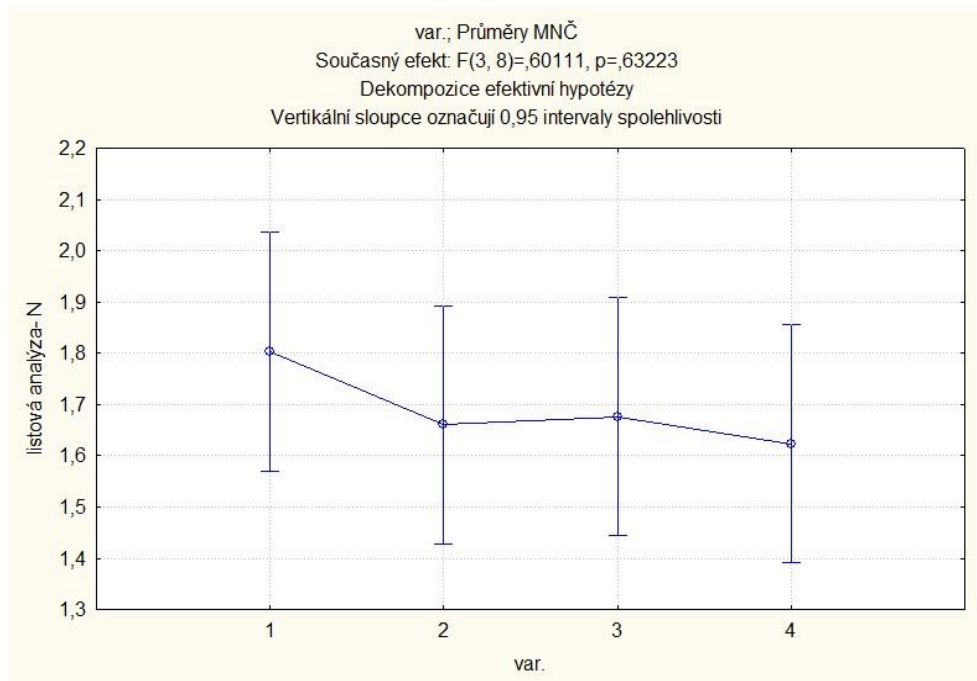
9. Přílohy

Seznam příloh

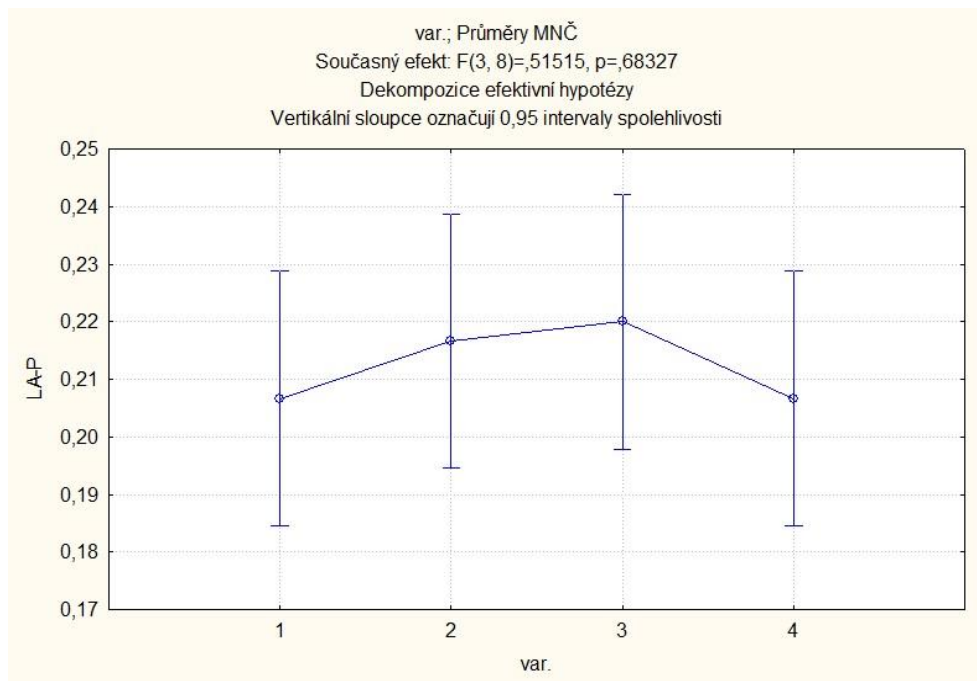
Statistické vyhodnocení listové analýzy jednotlivých živin v rostlinách (BBCH 51)	50
Statistické vyhodnocení počtu rostlin na m ² po jarním odnožování	53
Statistické vyhodnocení počtu klasů na m ²	53
Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu	54
Statistické vyhodnocení výnosu	55
Statistické vyhodnocení kvalitativních parametrů	55

Statistické vyhodnocení listové analýzy jednotlivých živin v rostlinách (BBCH 51)

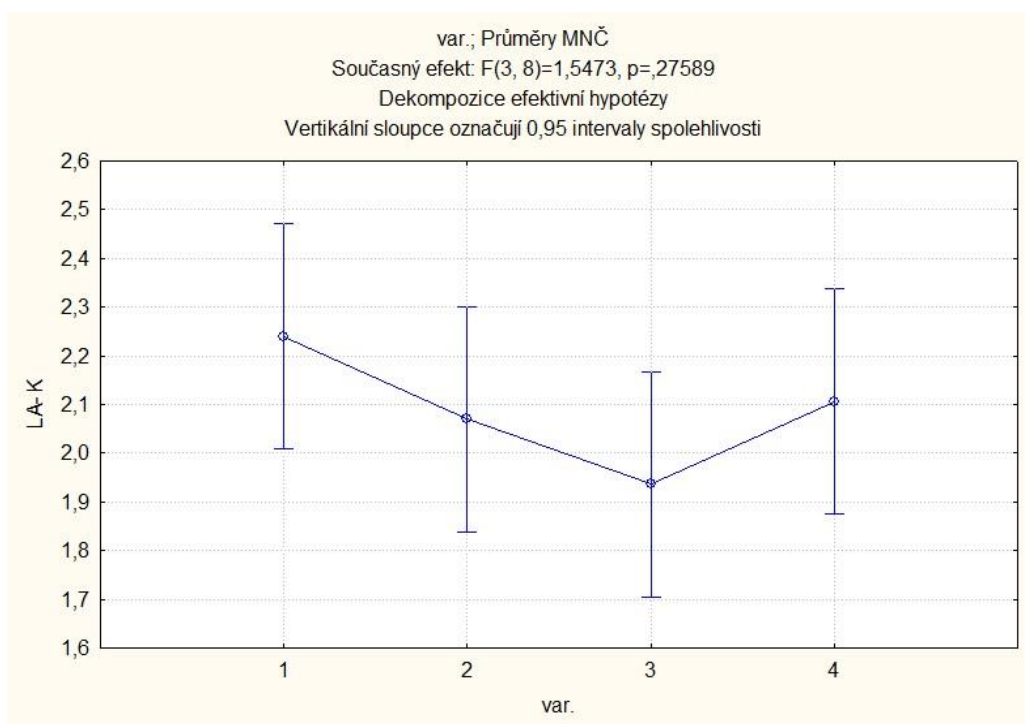
Graf 1: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na obsah dusíku p i listové analýze



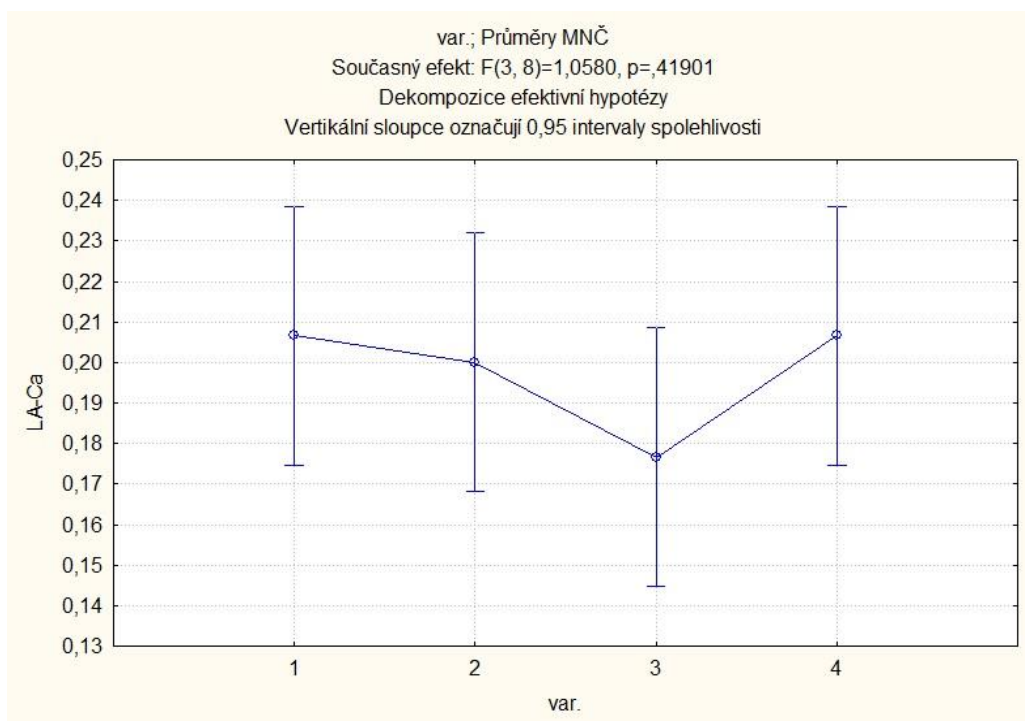
Graf 2: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na obsah fosforu p i listové analýze



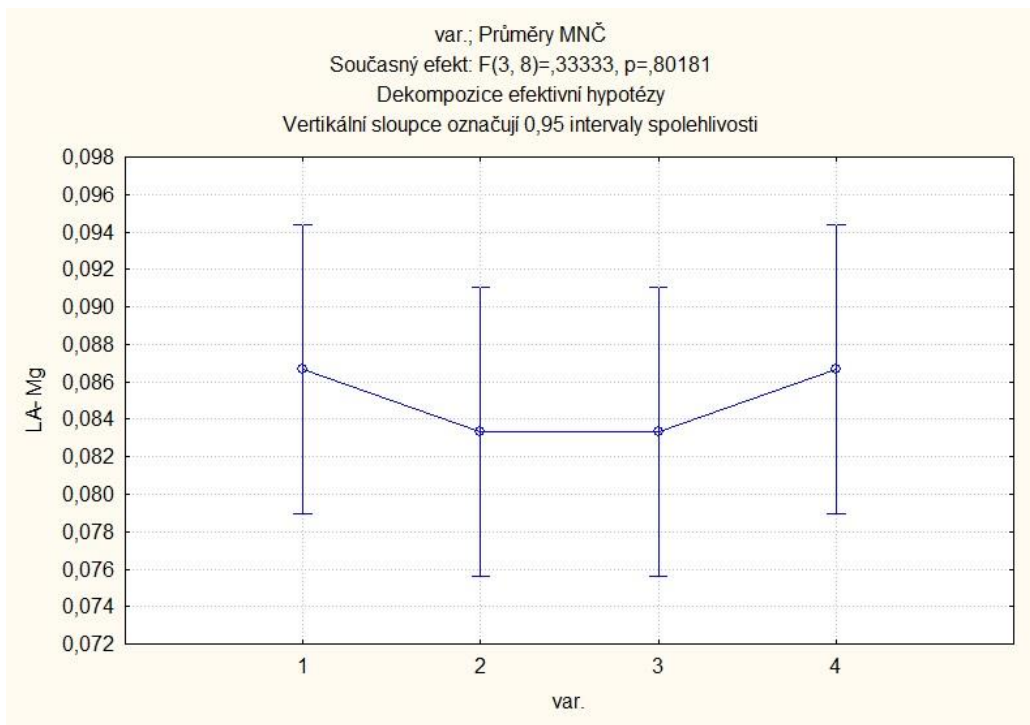
Graf 3: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na obsah draslíku p i listové analýze



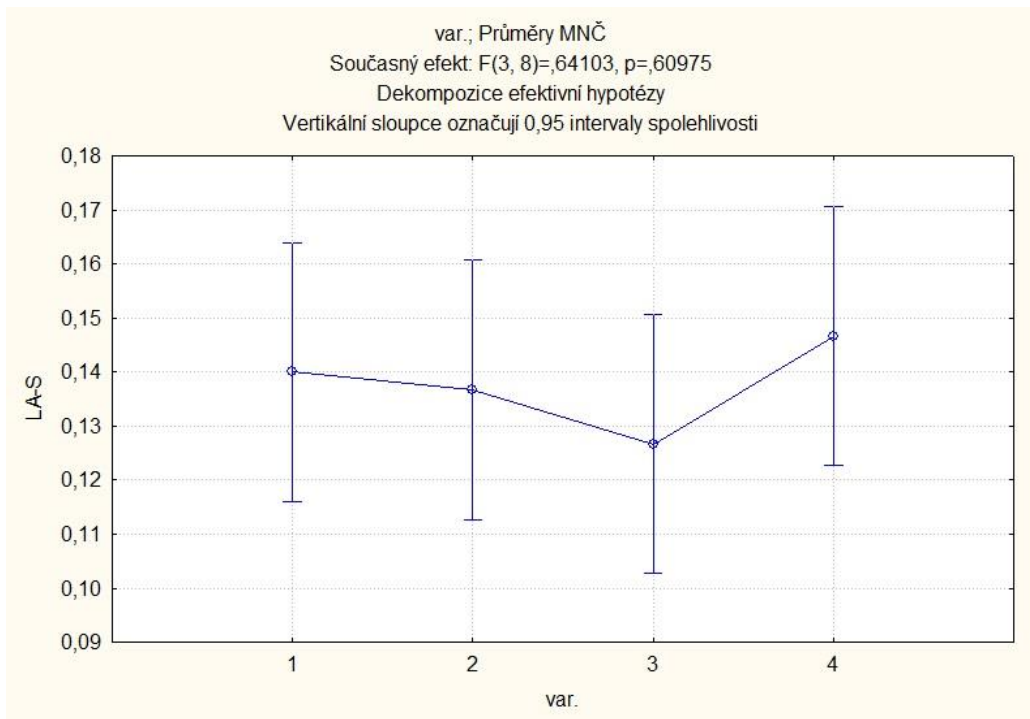
Graf 4: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na obsah vápníku p i listové analýze



Graf 5: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na obsah hořlíku p i listové analýze

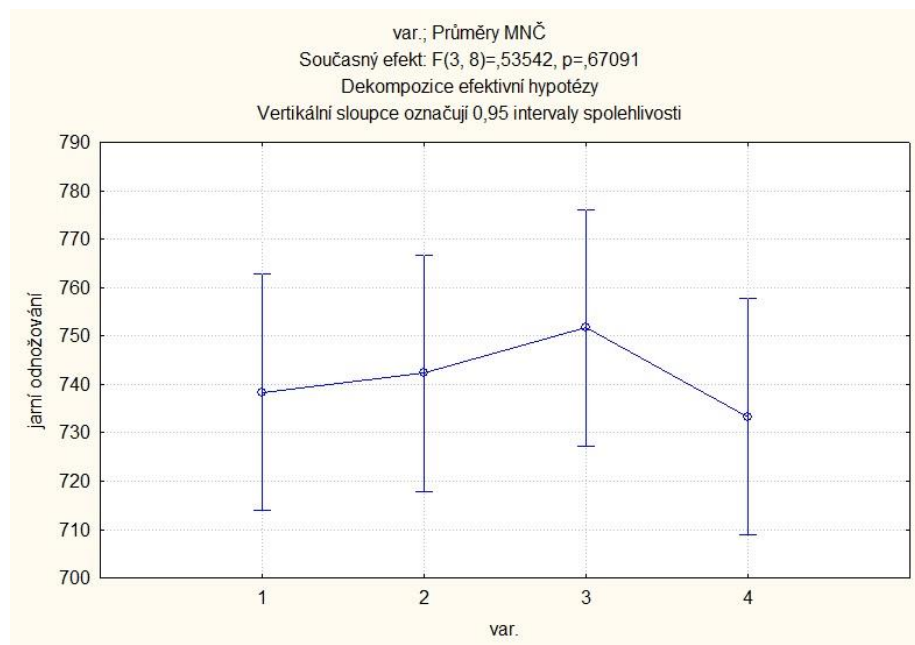


Graf 6: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na obsah síry p i listové analýze



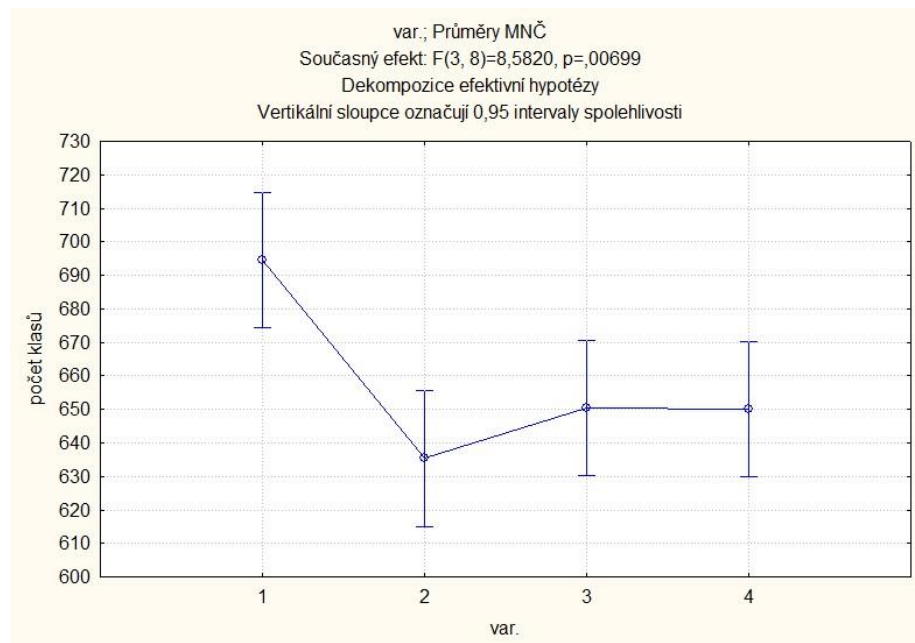
Statistické vyhodnocení po tu rostlin na m² po jarním odnožování

Graf 7: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na počet rostlin na m² po jarním odnožování



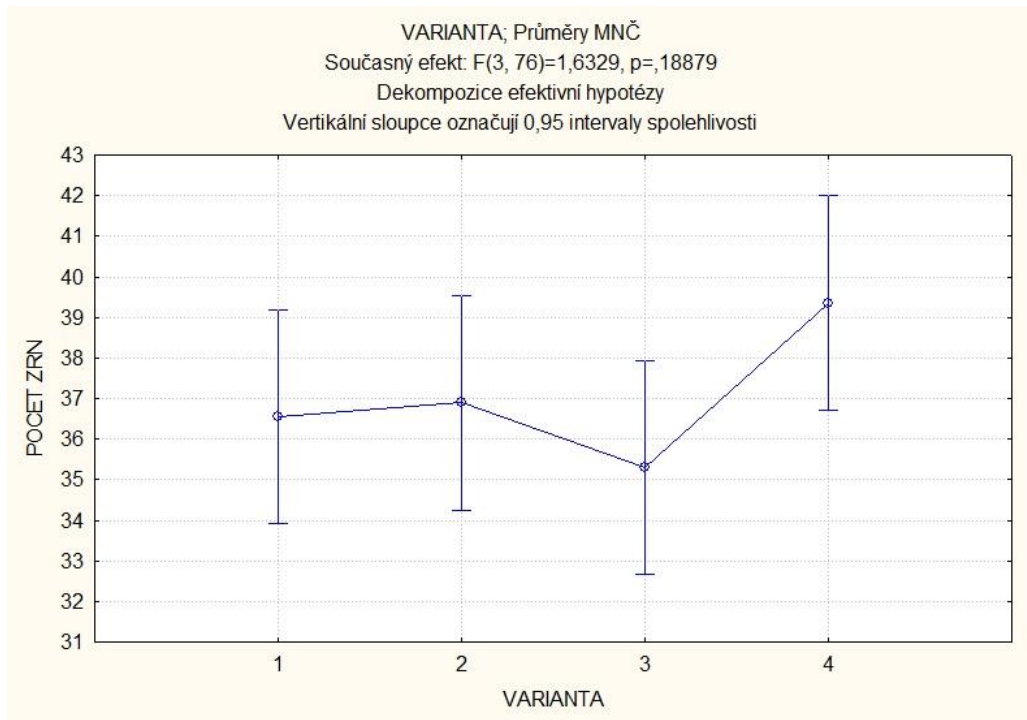
Statistické vyhodnocení po tu klas na m²

Graf 8: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na počet klas na m²

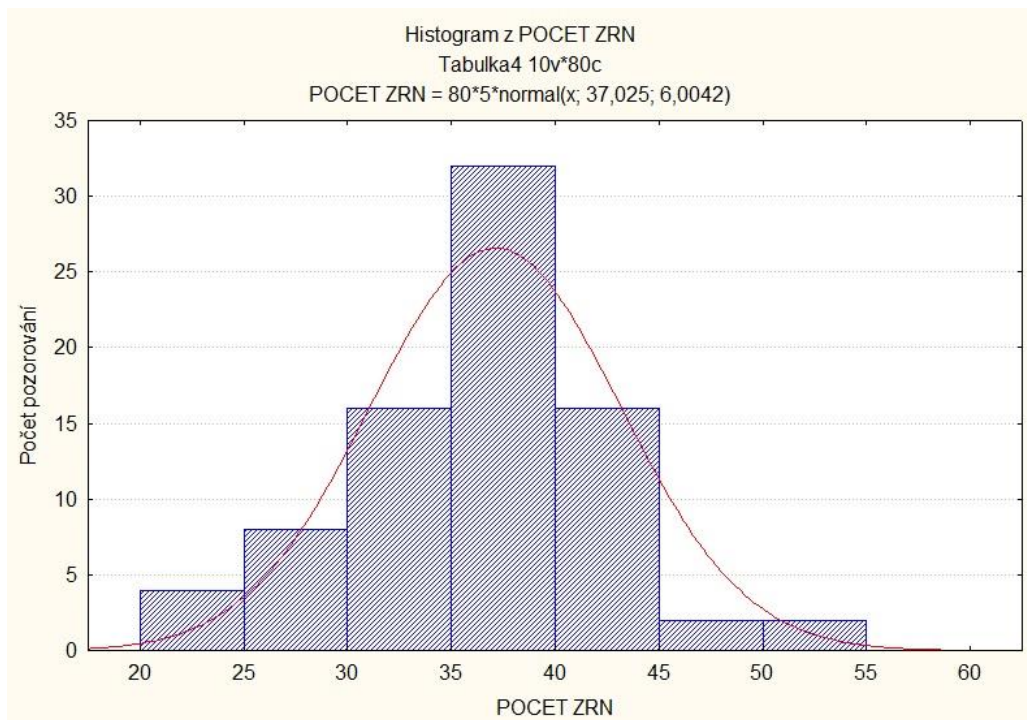


Statistické vyhodnocení po tu zrn v klasu

Graf 9: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na počet zrn v klasu

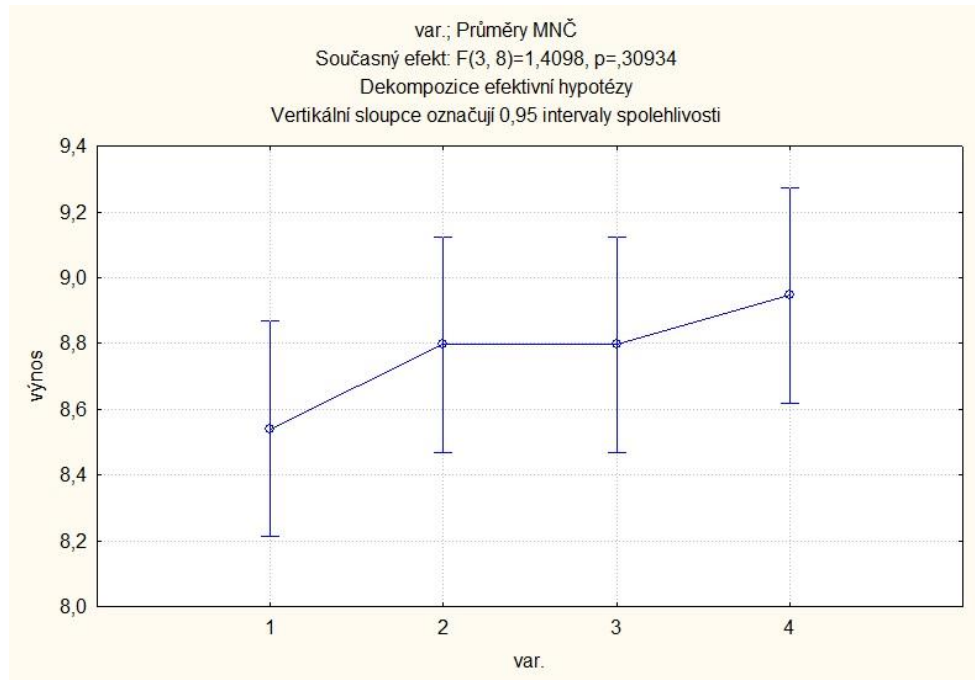


Graf 10: Statistické vyhodnocení četnosti zrn v klasu



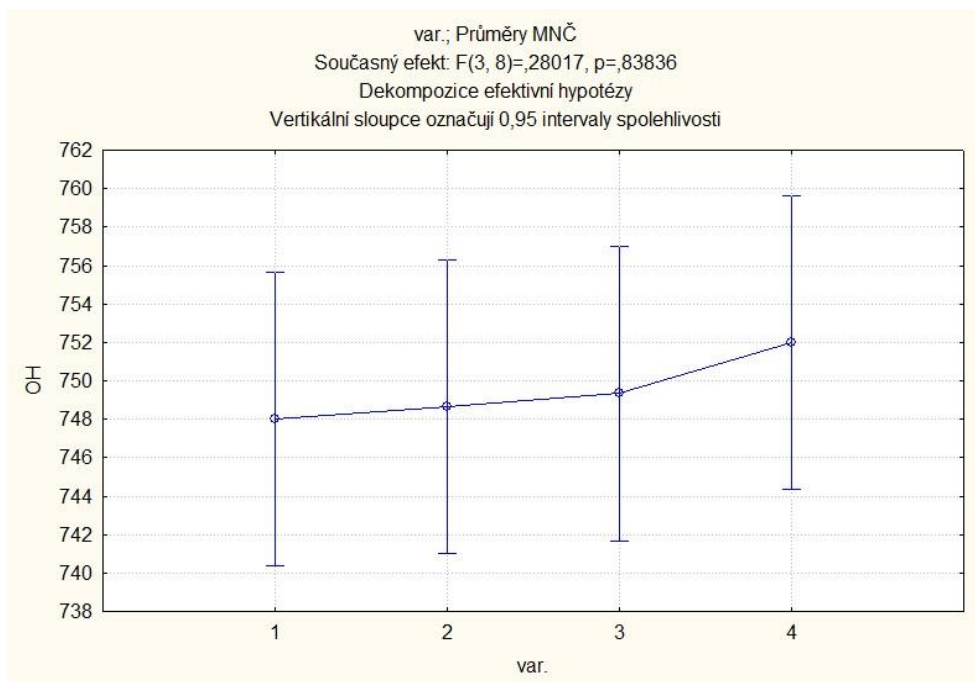
Statistické vyhodnocení výnosu

Graf 11: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na výnos zrna

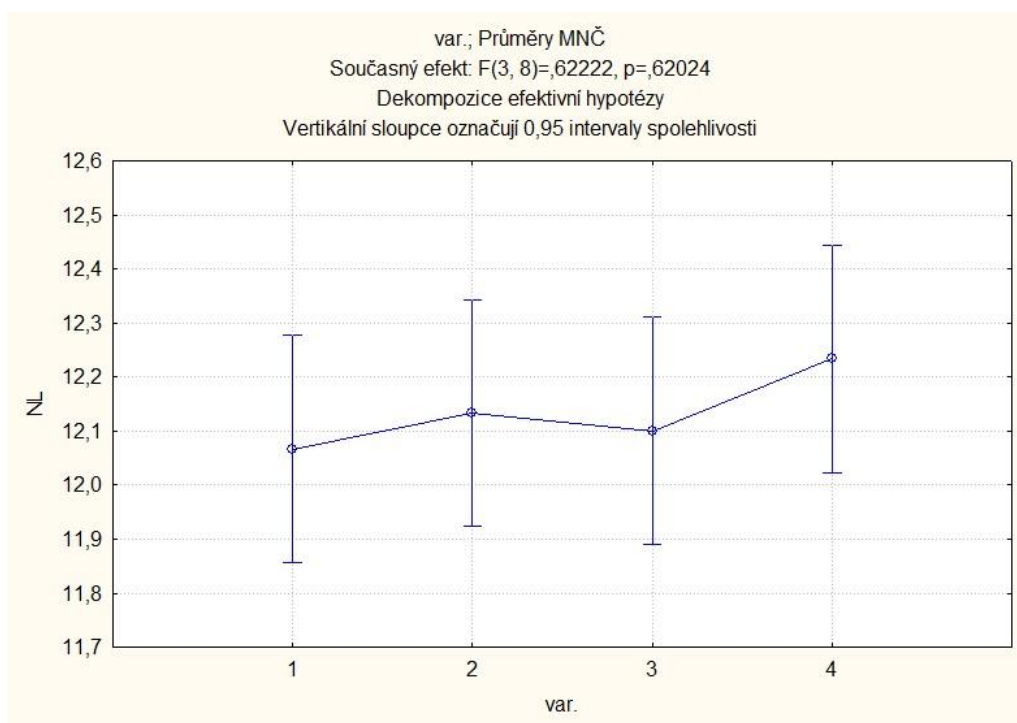


Statistické vyhodnocení kvalitativních parametr

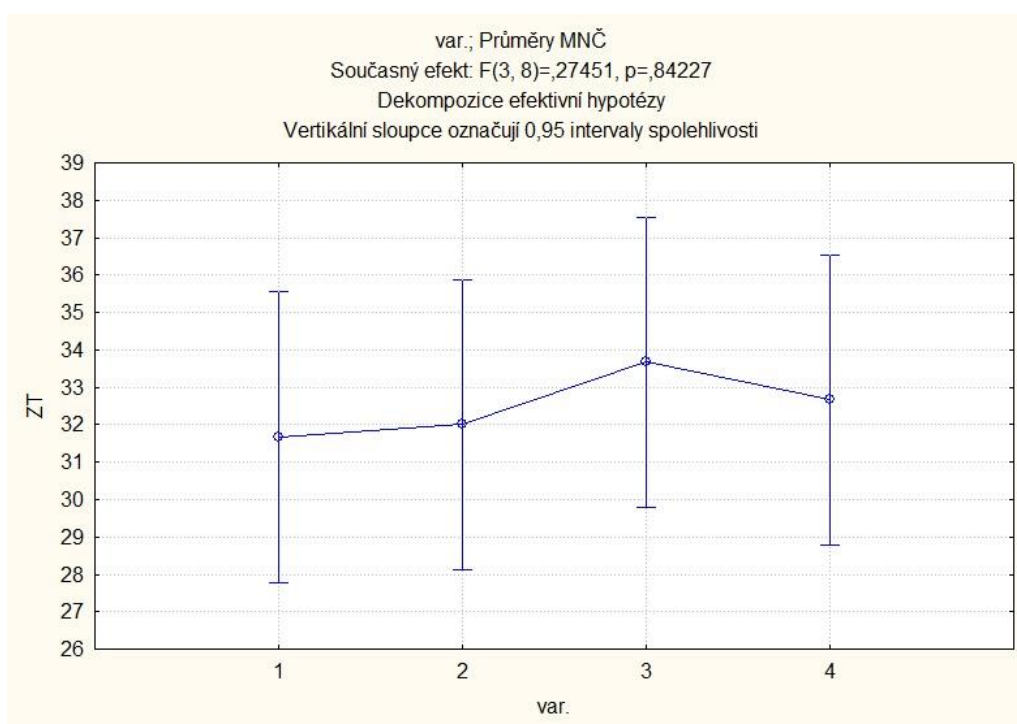
Graf 12: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na objemovou hmotnost



Graf 13: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na obsah dusíkatých látek v zrna



Graf 14: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na parametr Zelenyho test



Graf 15: Statistické vyhodnocení vlivu varianty na pádové číslo

