

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



**Vliv hnojení na výnos a kvalitu sladovnického jarního
ječmene**

Diplomová práce

Autor práce: Jiří Mužík

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

© 2016 ČZU v Praze

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma Vliv hnojení na výnos a kvalitu sladovnického jarního ječmene vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce, za použití literatury a jiných informačních zdrojů uvedených v seznamu literatury.

V Praze dne 1. 4. 2016

Podpis autora práce:

Poděkování:

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Jindřichu Černému, Ph.D., za pomoc, konzultace, rady, připomínky, poskytnuté materiály a nemalou ochotu při tvorbě práce. Dále bych rád poděkoval zaměstnancům Výzkumné stanice v Červeném Újezdě a zaměstnancům Demonstračního a pokusného pozemku v Suchdole za péči o pokusy během celé vegetace.

Souhrn:

Ječmen jarní je obilninou s nejkratší vegetační dobou, vysokými nároky na půdní strukturu a kvalitní hnojení.

Experimentální část práce byla prováděna na dlouhodobých stacionárních pokusech na dvou stanovištích s rozdílnými půdně-klimatickými podmínkami, a to v Červeném Újezdě a Praze Suchdole. Pokusy byly založeny roku 1996 s rotací plodin brambory (kukuřice), pšenice, jarní ječmen. Použitá organická hnojiva jsou: čistírenský kal, hnůj a sláma. Minerální hnojiva byla aplikována přímo k ječmeni, a to fosforečná a draselná na podzim se zaoráním a dusíkatá hnojiva při předsetové přípravě půdy. Použitá minerální hnojiva jsou: LAV, trojitý superfosfát a draselná sůl. Ječmen jarní je až třetí plodinou po aplikaci organických hnojiv, a proto využívá organická hnojiva až v třetím roce.

Cílem práce bylo zhodnotit vliv organického a minerálního hnojení na výnosové parametry jarního ječmene a vybrané kvalitativní ukazatele. Hodnocen byl počet odnoží, počet zrn v klasu, výnos zrna a slámy a obsah N-látek v zrnu.

Na počet odnoží a počet zrn v klasu mělo největší vliv hnojení minerálními hnojivy. Nejvyšší počet odnoží byl zjištěn u varianty NPK Červený Újezd v roce 2013 (2357 odnoží/m²) a největší počet zrn v klasech na stejné stanici v roce 2014 u varianty Hnůj ½ + N (24,6 zrn). Výnos zrna byl výrazně ovlivněn, jak stanovištěm, tak variantou hnojení. Odlišný byl rok 2013, kdy byly vyšší výnosy zjištěny na stanici Suchdol, ovšem výnosy v letech 2014 a 2015 byly vyšší na stanici Červený Újezd, především u variant hnojených minerálními hnojivy. Nejvyšší výnos zrna byl na stanici Červený Újezd na variantách NPK a N + sláma (9 t/ha) a na stanici Suchdol byl nejvyšší výnos zrna na variantě NK (6,1 t/ha), v obou případech v roce 2015. Výnos slámy byl ovlivněn, jak minerálními hnojivy, tak organickými hnojivy podle vlivu jednotlivých ročníků. Nejvyšší výnos slámy byl zjištěn na stanici Červený Újezd u varianty N + sláma (5,6 t/ha) v roce 2015 a na stanici Suchdol byl nejvyšší výnos u varianty N (4,3 t/ha) v roce 2014.

Obsah N-látek byl v zrnu jarního ječmene zjištěn nízký, a to u všech variant hnojení ve sledovaných letech. Optimálních hodnot v celém tříletém pokusu bylo dosaženo na Červeném Újezdě pouze v roce 2015 u variant N (10,5 %) a N + sláma (10,6 %) a na stanici Suchdol v roce 2014 u variant N (10,3 %) a NP (10,4 %).

Bylo zjištěno, že příznivý vliv na výnos i kvalitu jarního sladovnického ječmene má hnojení minerálními hnojivy, a to jak dusíkatými, tak fosforečnými a draselnými. Hnojení organickými hnojivy působí příznivě v horších půdně klimatických podmínkách.

Klíčová slova: jarní ječmen, minerální hnojiva, organická hnojiva, dlouhodobý pokus, výnos

Summary:

Spring barley is the cereal with the shortest growing season and high demands on soil structure and quality of fertilization.

The experimental part of the study was carried out on the long-term stationary experiments at two sites with different soil and climatic conditions - Červený Újezd and Prague Suchdol. Experiments were established in 1996 with a crop rotation in order - potato (corn), winter wheat and spring barley. Organic fertilizers are: sewage sludge, manure and straw. Mineral fertilizers were applied directly to the barley such as phosphates, potassium fertilizers were used in autumn in the course of plowing and nitrogen fertilizer during seedbed preparation of the soil. Used mineral fertilizers are: calcium ammonium nitrate, triple superphosphate and potassium salt. Spring barley is the third crop after the application of organic fertilizers and therefore uses fertilizers in the third year.

The aim of the study was to evaluate the effect of organic and mineral fertilization on yield parameters of spring barley and selected qualitative indicators. We evaluated the number of offsets, number of grains per ear, yield of grain, straw and N-substances in grain.

The number of offsets and grains per ear had the greatest influence by fertilization mineral fertilizers. The highest number of offsets was found in variant NPK Červený Újezd in year 2013 (2,357 offsets/m²) and the largest number of grains in ear at the same station in year 2014 on variant Manure ½ + N (24.6 grains). Yield of grains was significantly influenced by both sites and variants of fertilization. It was different in year 2013, when the higher yields were found in the station Suchdol, however yields in years 2014 and 2015 were higher at the station Červený Újezd, especially in variants fertilized with mineral fertilizers. The highest grain yield was at the station Červený Újezd variants NPK and N + straw (9 t / ha) and at the station Suchdol was the highest grain yeild on NK variant (6.1 t / ha), both cases in year 2015. Straw yield was influenced by both fertilizes mineral and organic according to influence of individual years. The highest yield of straw was found at the station Červený Újezd variant N + straw (5.6 t / ha) in year 2015 and at the station Suchdol was the highest yield on the variant N (4.3 t / ha) in year 2014.

The content of N-substances in grains of the spring barley was found to be low in all variants of fertilization in the analyzed years. Optimal values throughout the three-year experiment was achieved at the station Červený Újezd only in year 2015 on variant N

(10.5%) and N + straw (10.6%) and at station Suchdol in year 2014 on variant N (10.3%) and NP (10.4%).

It was found that a propitious effect on the yield and quality of spring malting barley has fertilization by mineral fertilizers such as nitrogen, phosphorus and potassium. Fertilization by organic fertilizer has a positive effect while used in lower quality soil and climatic conditions.

Keywords: spring barley, mineral fertilizers, organic fertilizers, long-term experiment, yield

Obsah

1 Úvod	10
2 Cíl práce a hypotézy	11
3 Literární rešerše.....	12
3.1 Botanická charakteristika	12
3.2 Význam a historie jarního ječmene.....	14
3.3 Nároky na prostředí	16
3.4 Osevní postup a předplodiny	17
3.5 Příprava půdy a založení porostu	18
3.6 Výživa a hnojení jarního ječmene	21
3.6.1 Hnojení dusíkem	22
3.6.2 Význam dusíku	22
3.6.3 Hnojení fosforem	23
3.6.4 Význam fosforu	23
3.6.5 Hnojení draslíkem	24
3.6.6 Význam draslíku	24
3.6.7 Hnojení Ca a Mg	24
3.6.8 Hnojení S	25
3.7 Morforegulace.....	25
3.8 Sklizeň.....	25
3.9 Kvalita zrna	26
4 Metodika.....	29
4.1 Ječmen jarní Xanadu	30
5 Výsledky.....	33
5.1 Počet odnoží.....	33
5.2 Počet zrn v klasu.....	35

5.3 Výnos zrna	37
5.4 Výnos slámy.....	39
5.5 Obsah N-látek v zrně	41
6 Diskuze.....	44
6.1 Počet odnoží.....	44
6.2 Počet zrn v klasu.....	45
6.3 Výnos zrna	45
6.4 Výnos slámy.....	48
6.5 Obsah N-látek v zrně	51
7 Závěr	52
8 Seznam literatury	53
9 Přílohy.....	57
9.1 Průběh počasí v období vegetace v letech 2013 - 2015	57
9.2 Statistické vyhodnocení – vybrané grafy	60

1 Úvod

Ječmen jarní je jednou z našich nejdůležitějších plodin. Celá staletí slouží k výrobě potravin, a to sladu pro výrobu piva, sladařských výtěžků krup a náhražek kávy. Dále slouží pro zajištění krmivové základny hospodářských zvířat. Je to významná plodina, jak z agrotechnického hlediska, tak z ekonomického hlediska.

Pro zajištění dostatečného množství a kvality produkce je zapotřebí dodržování celé řady agrotechnických požadavků, jako je osevni postup, správné a dostatečné hnojení, vhodně načasovaná ochrana proti chorobám a škůdcům, včasná a kvalitní sklizeň.

Výživa jarního ječmene je jednou z nejdůležitějších částí. Při nedostatečné výživě nebo při jejím nesprávném množství výrazně klesají výnosy. Na výživě se nejvíce podílí N, jak rozložený z organických látek, tak N aplikovaný v minerálních hnojivech. Nemalý význam mají i další makroprvky P, K, Ca, Mg, S aj. V dnešní době bychom měli dávat ještě větší přednost hnojení před ostatními agrotechnickými zásahy, jelikož klesá půdní úrodnost z důvodu malé aplikace organických hnojiv, především hnoje z důvodu úbytku hospodářských zvířat. Na výživu rostlin je třeba nahlížet komplexně, hnojit vyváženě podle rozborů půdy i rostlin.

2 Cíl práce a hypotézy

Cílem práce bude hodnocení vlivu hnojení na růst rostlin během vegetace, výnos a kvalitu zrna jarního sladovnického ječmene v různých půdně-klimatických podmínkách.

Předpokládá se, že výnos a kvalitu jarního sladovnického ječmene příznivěji ovlivní minerální hnojiva než organická.

Předpokládá se, že výnos a kvalita zrna jarního sladovnického ječmene bude ovlivněna ročníkem, přičemž sušší průběh počasí během vegetace výrazně sníží výnos zrna, může však příznivě ovlivnit kvalitu zrna.

Předpokládá se vliv půdně-klimatických podmínek na výnos a kvalitu jarního sladovnického ječmene, přičemž na stanovišti s lepšími půdně klimatickými podmínkami nebude tak výrazný rozdíl mezi variantami hnojení.

3 Literární rešerše

3.1 Botanická charakteristika

Všechny druhy obilnin jsou zařazeny do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*), botanická třída jednoděložné (Pulkrábek a kol., 2007).

Ječmen jarní je obilnina s nejkratší vegetační dobou (110 – 125 dnů), kdy během tohoto období dokáže vytvořit vysoký biologický i hospodářský výnos. Podstatou této produktivnosti je vysoká rychlost fotosyntézy v období velké periody růstu – období sloupkování. V této fázi má také největší nárok na živiny (Benada a kol., 2001).

Ječmen je jednoletá tráva, která dorůstá 60 – 120 cm. Ječmen má dva typy kořenů primární a sekundární. Hloubka zakořenění záleží na kondici rostliny, zrnitosti a struktuře půdy a stejně tak na teplotě. Nejhlubší kořeny jsou obvykle primárního původu a hořejší vrstvy půdy umožňují rozvoj sekundárních kořenů. Je-li zrno hlouběji zaseto, vytváří se podzemní část stonku, ze kterého se vytvoří listy po dosažení povrchu půdy. Podzemní část stonku je jedním z mnoha internodií ječmene a mohou se z něho vytvářet kořeny (Briggs 1978).

Zónou zakládání odnoží je odnožovací uzel. Je umístěn pod povrchem půdy a jeho hloubka je závislá na hloubce setí (pro obilniny obecně je doporučováno tzv. mělké setí do hloubky 2 – 3 cm, které umožňuje založení odnožovacího uzlu na úrovni uloženého semene). V úžlabí každého listu (za jeho pochvou) se zakládá adventivní pupen - základ příští odnože. Přeměna tohoto pupenu v odnož je však podmíněna jednak dostatečnou výživou, ale hlavně inhibicí růstu příslušného listu. Obdobně jako u vzrostného vrcholu hlavního stébla se tvoří odnože prvního řádu, které se vývojově blíží hlavnímu stéblu, i na bázi listů těchto odnoží se tvoří pupeny, z nich pak odnože druhého řádu a postupně třetího, případně dalších. Potenciální schopnost tvořit odnože je u jarního ječmene neobyčejně velká a nekončí zcela ani nástupem generativního období, nýbrž trvá po celé období růstu (dodatečná tvorba odnoží u polehlých porostů či v případě nástupu vlhkého počasí ve fázi sloupkování po dlouhém suchu) (Klem a kol., 2011).

Listy ječmene jsou lineární 5 – 15 mm široké a jsou tvořeny střídavě na stranách stonku. List se skládá z pochvy, čepele, oušek a jazýčku. Pochva listu zcela obklopuje stonek.

Jazyček a ouška ječmene jsou odlišné od jiných obilnin, protože jsou hladká a pochva může být zbarvena antokyany (Gomez-Macpherson 2001).

Sloupkování je obdobím intenzivního růstu. Vyznačuje se největšími přírůstky sušiny rostlin a jedná se o období, kdy jsou rostliny nejnáročnější na dostatek vláhy, živin a odpovídající průběh teplot. Při sloupkování se stébelná kolénka od sebe oddalují a tvoří se jednotlivá internodia (články) stébla. Nástup sloupkování (zaznamenáváme při objevení se prvního kolénka nad povrchem půdy – zjišťuje se hmatem) nastává u jarního ječmene za 4 – 6 týdnů po vzejití a je zároveň signálem přechodu do generativního období. Celá fáze sloupkování trvá průměrně 20 až 30 dnů (v závislosti na úrovni vegetačních faktorů) (Klem a kol., 2011).

Stéblo ječmene se skládá ze 4 – 8 článků (internodií), oddělených kolénky (nody) a dosahuje výšky 80 až 130 cm (Zimolka a kol., 2006).

Postranní klásky ječmene dvouřadého jsou na klasovém větétku na rozdíl od víceřadých ječmenů neplodné, plně vyvinutý má jen klásky prostřední. Nejčastější konvartou je tzv. „nící“ ječmen, k němuž u nás patří téměř všechny registrované odrůdy ječmene jarního. V době zralosti má klas háčkový, řídký, žlutě zbarvený, s dlouhými drsnými osinami a pluchatým zrnem. Kromě toho existují ještě dvouřadé ječmeny s nahým zrnem. Ječmen dvouřadý může mít i ozimou formu (Benada a kol., 2001).

Zimolka a kol. (2006) popisují klas takto, ječmen setý, dvouřadý tvoří tři jednokvěté klásky na každém článku klasového větene, dva z nich (okrajové) jsou sterilní, vyvíjí se výjimečně s prašníky nebo jalové, s pluchou a pluškou, jsou bez osin. Prostřední klásek je plodný (nejčastěji s osinou). V době zralosti má zploštělé klasy, tvořené dvěma řadami vyvinutých obilek, mezi nimi je z každé strany dvojité řada bezosinných, sterilních klásků.

Obilka se vyvíjí z klasu, který je připojen ke stonku krátkou stopkou zvanou rachilla. Zrno ječmene má podlouhlý tvar a je podélně rozděleno na dvě poloviny. Na břišní straně je vytvořen záhyb, naopak hřbetní strana je hladká. Na konci zrna, kterým je připojena obilka ke stonku, se nachází embryo. Hlavní části zrna jsou endosperm, embryo a jejich krycí vrstvy mateřského původu (Holopainen-Mantila, 2015).

Pyl ječmene je malý a relativně lehký. Pylová zrna jsou 35 – 45 μm v průměru a mají kuličkovitý až vejčitý tvar. Pokud pyl ulpí na blizně a je dostatečná vlhkost, do 5 minut vyklíčí. Míra růstu pylové láčky, dělení buněk a další aspekty vývoje pylového zrna jsou silně závislé na teplotě. Prorůstání pylu do semení obecně trvá asi 45 minut (Briggs, 1978).

3.2 Význam a historie jarního ječmene

Ječmen je čtvrtou nejrozšířenější obilninou světa a téměř veškerá jeho produkce pochází ze zemí mírného až subtropického klimatického pásma. Největšími světovými producenty jsou státy Evropské unie (43% podíl na světové sklizni roku 2010), Rusko, Ukrajina, Austrálie, Kanada a Turecko (Novotný 2012).

Friedt (2011) píše, že je ječmen jednou z předních obilnin na světě. V Evropě je hned 2. nejpěstovanější obilninou po pšenici. Například v Německu je přibližně 1,9 milionu hektarů jarního a ozimého ječmene v kontrastu ke 3 milionům hektarů ozimé pšenice. Zbývající obilniny jako jsou oves, žito, triticales společně pokrývají přibližně 1 milion hektarů.

V globálním měřítku sklizňová plocha ječmene klesá. Z maximální výměry 80 milionů hektarů v roce 1970 až po současných 60 milionů hektarů.

Ječmen je pravděpodobně nejstarší z kulturních rostlin. Po staletí slouží k výrobě sladu a piva, ale také k výrobě krup, náhražek kávy a sladařských výtažků. Pěstování ječmene přispívá také k zajištění krmivové základny živočišné výroby, ať již jako vytríděný zadní ječmen nebo sladařskými odpady (Benda a kol., 2001).

Ječmen je jedinou obilninou, která dobře roste na severu a ve vysokých nadmořských výškách. Může být nalezen v arktických oblastech a ve vysokých Himalájích. Ječmen je bohatý na rozpustnou vlákninu, která zpomaluje trávení a pomáhá snížit hladinu cholesterolu. Tradiční ječmen byl velmi důležitým zdrojem potravy oproti ostatním zrninám, protože obsahuje pouze malé množství lepku. Nejvíce byl používán jako krmivo pro hospodářská zvířata, pro výrobu sladu a pro zahušťování polévek (Hays 2011).

Ječmen byl nejprve pěstován v údolí Jordánu před asi 10000 roky, kam jej vysévali původní obyvatelé. V době 7000 let př. n. l. se začal šířit z úrodného púlměsíce do Řecka a dále do Evropy. Do střední Evropy se dostal kolem roku 5000 př. n. l. (Hays 2011).

V českých zemích jsou první písemné záznamy o vaření piva uvedeny v zakládací listině kapituly Vyšehradské z roku 1089. Jako surovina sloužila už tehdy pivovarníkům namočená, vyklíčená a znovu usušená zrna ječmene nebo pšenice. Teprve v 19. století, kdy aplikací nových technologických poznatků dochází k rozvoji pivovarsko-sladařského odvětví, prokazuje se větší výhodnost používat k vaření piva slad vyrobený z ječmene (Polák a kol., 1998).

Zimolka a kol. (2006) ale píše, že v našich zemích je prokázáno pěstování ječmene v době asi 500 let př. n. l. četnými archeologickými nálezy, svědčícími o jeho zastoupení

spolu s pšenicí a boby. Na území ČR jsou naleziště v Bylanech u Kutné Hory, u Jevišovic na západní Moravě, v Býčí skále severně od Brna apod. Ječmen byl v té době pěstován jako chlebovina. I v počátcích rozvoje pivovarství u nás dlouho převládala pšenice jako surovina pro sladování a vaření piva. Jak postupně vzrůstala výroba piva (17. století), byla pšenice vytlačována ze sladovnictví a přešlo se na vaření piva z ječného sladu.

Většího rozmachu pěstování ječmene se u nás dosáhlo zaváděním čtyřhonných osevních postupů po příkladu Anglie – Norfolku, kde po zavedení cukrovky získal ječmen velmi vhodnou předplodinu (Zimolka a kol., 2006).

Sladovnický ječmen má i v současné době nezastupitelné místo jako surovina pro výrobu pivovarského sladu, který je v tuzemských pivovarech svařován na pivo, nebo vyvážen do zahraničí. Byl to právě slad vyrobený z moravských a českých ječmenů, který se stal vyhledávaným zbožím na světových trzích už v minulém století a tato tradice pokračovala i ve století dvacátém (Polák a kol., 1998).

Jarní ječmen je u nás pěstován především pro potravinářské účely, a z toho hlavně pro výrobu sladu. Zde jeho spotřeba představuje cca 700 tis. tun. Využívá se však také ke krmným účelům, k výrobě osiva a část se spotřebuje i pro technické účely (Richter, Hřivna, 2014).

Černý a kol. (2007) ovšem uvádějí, že ječmen v rostlinné produkci posledního století ze všech plodin nejstabilnější, jak i ukazuje porovnání s jinými obilovinami. Po pšenici přináší české rostlinné výrobě největší hrubé tržby a předstihuje řepku. Z hlediska ekonomiky, kde se spojují jeho vysoké ceny a poměrně nízké náklady, byl v roce 2007 po máku, bramborách a cukrovce plodinou s nejvyšší rentabilitou.

Až do přelomu 60. a 70. let minulého století se prakticky výlučně v Česku pěstoval dvouřadý jarní sladovnický ječmen. V šedesátých letech, ale u něj došlo k záměně typu odrůd. Dlouhostébelné sladovnické jarní ječmeny byly nahrazeny krátkostébelnými typy odrůdy Diamant. Po roce 1970 byla potřeba nalézt raně sklizené obilní předplodiny pro rychle se šířící ozimou řepku a výkrm skotu. Po zlepšení zimovzdornosti se tak začaly pěstovat ozimé, víceřadé ječmeny, které se ale pro sladovnické účely nehodí. (Černý a kol., 2007).

3.3 Nároky na prostředí

Jarní ječmen nemá příliš vyhraněné požadavky na prostředí, z toho důvodu jej lze úspěšně pěstovat i ve velmi rozdílných podmínkách. Jiná je však situace u jednotlivých užitkových směrů zaměřených na produkci zrna s určitými znaky či parametry jakosti. Těmto požadavkům se musí přizpůsobit i výběr vhodných agroekologických podmínek. Z tohoto pohledu je nejnáročnější ječmen sladovnický a množitelský (Zimolka a kol., 2006).

Polák a kol. (1998) píše, že ječmen lze pěstovat ve všech výrobních podmínkách, avšak sladovnické hodnoty se dosahuje jen za určitých půdně-klimatických podmínek. Tyto podmínky výrazně vymezují oblasti, kde lze úspěšně pěstovat kvalitní sladovnické ječmeny. V Čechách je to především Polabská nížina a nižší polohy Středočeské pahorkatiny, na Moravě celá střední Morava s jádrem úrodné Hané. Jedná se převážně o úrodné řepařské oblasti (s produkční schopností půd 80 i více bodů), s převahou půd černozemního a hnědozemního charakteru, na spraši a sprašových pokryvech, do nadmořské výšky 250 m.

Významným faktorem ovlivňujícím pěstování ječmene jarního je pH půdy. Ta by se měla v řepařské oblasti pohybovat v rozmezí 6,2 – 7,2 pH, v bramborářské 5,8 – 6,2 pH. Kyselé půdní prostředí má negativní vliv na růst ječmene jarního i sladovnickou kvalitu, potlačuje tvorbu kořenového systému a snižuje účinnost živin.

Zásobenost půdy makroprvky by měla vykazovat tyto hodnoty (mg.kg^{-1} půdy): fosfor 80 – 100, draslík 201 – 261, hořčík 160 – 230. Vysoká zásobenost půdy draslíkem výrazně zvyšuje obsah hrubých bílkovin v sušině zrna. Proto bychom měli znát agrochemické hodnoty půdy, na kterých chceme pěstovat ječmen jarní (Benada a kol., 2001).

Zimolka a kol. (2006) uvádějí, že vedle půdních podmínek se významně uplatňují i klimatické podmínky, zvláště aktuální průběh počasí v daném ročníku, a to jak na výnos, tak na kvalitu zrna.

Na vodu je jarní ječmen méně náročný než ostatní obilniny mírného pásma. Pro brzké setí na jaře a rychlý růst je schopný velmi dobře využívat zimní vláhu. Průměrný transpirační koeficient se udává v rozsahu 300 – 350. Pro růst a vývin jsou rozhodující srážky v období sloupkování a metání. Naopak v období dozrávání působí nadměrné množství srážek negativně na sladovnickou kvalitu zrna.

Ovšem Yang a Zhang 2006 píše, že nedostatek vody při tvorbě a plnění zrna vyvolává předčasné stárnutí, zkracuje dobu tvorby zrna, což vede ke snížení výnosu.

Na teplotu je jarní ječmen poměrně málo náročný. Klíčit začíná už při teplotě 1 – 3 °C, což nám umožňuje jeho setí velmi brzy na jaře. Vegetační teplotní konstanta je 1700 °C – 2200 °C. Příliš vysoké teploty a suché podmínky nejsou pro růst a vývin ječmene vhodné. Negativně se mohou projevit hlavně v období sloupkování. V období kvetení a dozrávání vyžaduje průměrné teploty 16 - 18 °C (Pačuta a kol., 1998).

Niero a kol. (2015) se ve své práci zabývali změnami klimatu a jeho vlivu na rostliny, především na jarní ječmen. Nejhorší dopady měla velmi teplá a dlouhá období.

Křováček (2011) uvádí, že od roku 2006 provádí pokusy s vyséváním jarního ječmene na zimu, což je jistě zajímavou, ale spornou otázkou. Je nutné mít na paměti, že rostliny jarního ječmene nesnášejí teploty přibližně pod -10 až -13 °C bez sněhové pokrývky. List jarního ječmene je v zimě v porovnání s ozimou pšenicí výrazně širší a zdá se být stále aktivní, proto rychleji zmrzne, pletiva popraskají a může docházet k vyschnutí rostliny mrazem.

3.4 Osevní postup a předplodiny

Předplodina zůstává stále jedním z rozhodujících činitelů z hlediska tvorby výnosu, výnosové stability a sladovnické kvality jarního ječmene. Nejvyšší výnosy a jakost jsou dosahovány ve všech výrobních podmínkách po organicky hnojených okopaninách. Pouze v letech s výrazným vláhovým deficitem dává jarní ječmen vyšší výnosy po obilninách méně náročných na vodu, a to především ve výrobním typu kukuřičném. Cukrovka a kukuřice, které jsou zlepšujícími předplodinami, však svými vyššími požadavky na vodu prohlubují negativní vliv vláhového deficitu, a proto za takovýchto podmínek nezajišťují stabilitu vysokého výnosu jarního ječmene (Lekeš a kol., 1985).

Pulkrábek a kol. (2007) píší, že pro jarní pšenici a jarní ječmen jsou nejlepšími předplodinami hnojem hnojené brambory a cukrovka, po kterých dosahují stabilních výnosů. Při zaorávce chrástu cukrovky vzniká riziko zvýšení obsahu dusíkatých látek v zrnu sladovnického ječmene. V řepařském výrobním typu se dosahuje vysokých výnosů i po obilninách.

Pěstování ječmene jako druhé obilniny po pšenici ozimé nemá při současné úrovni agrotechniky výrazný vliv na výši výnosu, ve většině případů ovšem dochází ke zhoršení sladovnické kvality. Obecně platí, že tříleté pěstování obilnin po sobě je nevhodné (nepříznivé změny ve složení půdní mikroflóry, rozvoj patogenů žijících v půdě). Pokud

následuje ječmen po obilnině, je vhodnější předplodinou pšenice než ječmen (Benada a kol., 2001).

Klem a kol. (2011) říkají, že vzhledem ke snižování ploch tradičních dobrých předplodin (organicky hnojené okopaniny) vyvstává potřeba zařazovat jarní sladovnický ječmen do osevních sledů i po obilninách nebo předplodinách méně obvyklých (např. ozimá řepka, mák). Díky dnešním možnostem využití hnojiv a agrochemikálií jsme schopni některé negativní dopady pěstování ječmene po horších předplodinách zmírnit a dosahovat srovnatelných výnosů. Zhoršení se projevuje spíše v kvalitativních parametrech.

Váňová (2009) uvádí, že je předplodina velmi vlivným faktorem. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo v pokusech Zemědělského Výzkumného Ústavu po cukrovce. Ale také byl po cukrovce nejvyšší rozdíl mezi průměrným nejvyšším a nejnižším dosaženým výnosem (min. 5,97 – max. 11,54). Obdobná situace byla i u řepky. U obou těchto plodin lze počítat s vysokým výnosem ale i s velkým kolísáním výnosu. Velmi zajímavé byly výsledky, kterých se dosáhlo po předplodině obilnině. Výnosy nejevily tak vysokou míru rozkolísanosti jako tomu bylo u řepky a cukrovky. Kukuřice byla nejméně vhodnou předplodinou a v suchém a teplém roce 2007 byl průměrný výnos jen 2,31 t/ha. Ale ani v nejpříznivějším roce (2008) nebyl výnos srovnatelný s výnosem po ostatních předplodinách. Rozdíl mezi max. a min. průměrným výnosem za sledované čtyřleté období (2005 – 2008) činil 4,71 t/ha.

3.5 Příprava půdy a založení porostu

Důležitou složkou technologie pěstování jarního ječmene je systém zpracování půdy a zakládání porostů, neboť ovlivňuje utváření základních prvků struktury porostu, tedy budoucí podmínky pro tvorbu výnosu a potažmo i pro jeho kvalitu. Jarní ječmen vyžaduje dobře provzdušněné půdy, nedostatek kyslíku pro respiraci kořenů ječmen špatně snáší. Doporučovaná hloubka podzimního zpracování půdy se pohybuje v rozmezí 15 – 22 cm, v závislosti na předplodině a fyzikálním stavu půdy. Při podzimní kultivaci půdy je možno využívat minimalizace, jak snižováním hloubky zpracování, tak náhradou orby zpracováním půdy kypřiči nebo talířovým nářadím (Klem a kol., 2011).

Z celkového pohledu je orba pro jarní sladovnický ječmen vhodnější než minimalizační zpracování půdy. Přináší v průměru navýšení výnosu o 0,44 t.ha⁻¹. Vyšších výnosů je ovšem dosahováno u extenzivního či nízko-vstupového systému pěstování, při

intenzivním jsou oba systémy výnosově rovnocenné. U obsahu N-látek v zrna minimalizace vykazuje v průměru nižší obsah N-látek o 0,3 % v zrna (Černý a kol., 2007).

Jednou ze zásad při předseťové přípravě půdy je co nejmenší počet pojezdů po pozemku. Proto všechny moderní stroje umožňují provést kvalitní práci v jedné operaci. Využívá se různých typů nářadí, které povrch půdy intenzivně kypří a mísí a současně ho urovnávají a mírně utužují. Jsou to například vibrační či rotační brány a kombinátory sdružující několik pracovních operací. Každý nedostatek ve zpracování půdy se projeví v nevyrovnaném vzcházení (Faměra, 1993).

Orbu není potřebné na jaře ošetřit v případě, že orba je velmi kvalitní a průměr hrud dosahuje cca 100 až 120 mm. Na tuto velikost se hroudy rozpadly vlivem mrazu. V případě větších hrud může postačit převlácení hřebovými branami, abychom neotevřeli půdu příliš hluboko, a tím nesnížili obsah vody v půdě (Molnárová a Horevaj, 2007).

Kvalita předseťové přípravy půdy a následného setí zásadním způsobem ovlivňuje základní prvky struktury porostu, tj. určuje budoucí podmínky pro tvorbu výnosu a jeho kvality. Struktura výnosu pak ovlivňuje efektivnost využívání produkčních faktorů. U jarních obilnin jsou možnosti kompenzace špatného založení porostu dalšími agrotechnickými zásahy značně omezené, proto je správné založení porostu základem jejich úspěšného pěstování (Zimolka a kol., 2006).

Z pohledu výnosu i kvality zrna je v tomto období mimo předseťové přípravy půdy důležité hnojení dusíkem. Vzhledem k velkým rozdílům v úrovni a intenzitě hospodaření mezi zemědělskými podniky nemůžeme stanovovat dávky dusíku paušálně pouze podle oblasti a předplodiny. Dávku je vhodné korigovat na základě použití některé z diagnostických metod stanovujících obsah minerálního dusíku (N_{min}) v půdě, případně obsah dusíku potencionálně mineralizovatelného (Klem a kol., 2011).

Použití secích kombinací spojujících přípravu půdy a setí v jednu operaci je možné (u pozemků na podzim zoraných) s přihlédnutím k aktuální vlhkosti a vyzrállosti půdy tak, aby nedošlo k „zamazání“ osiva (Benada a kol., 2001).

V období klíčení a vzcházení ječmene se rozhoduje o konečném počtu rostlin na jednotce plochy. Je důležité, aby klíčení a vzcházení bylo rovnoměrné a pokud možno co nejkratší, neboť byla prokázána korelace mezi délkou doby vzcházení a počtem vzešlých rostlin. Začíná klíčit již při 1 – 2 °C. Obvyklá doba vzejití se pohybuje v rozmezí 7 – 10 dnů (Hřivna 2011).

Včasné setí je další základní podmínkou pro vysoký výnos a jakost jarního ječmene. K tomu je třeba využít i několika příznivých dnů při nástupu jara. U ječmenů je třeba dát přednost setí před jinými operacemi, které by setí oddálily a také před setím ostatních jařin. Jde např. o předsetěvé hnojení N hnojivy, která je možno vynechat a dusíkem hnojit kapalnými hnojivy (DAM 390 nebo Fostinem) ve fázi 3. – 4. listu (Petr et al., 1995).

Černý (2007) uvádí, že pro kvalitní založení porostu je důležité dodržování rovnoměrnosti v horizontálním i vertikálním uložení semen. Rovnoměrnost horizontálního rozložení semen má význam především pro tvorbu vyrovnané struktury porostu. Nerovnoměrnost v hustotě porostů negativně ovlivňuje výnos.

Sladovnický ječmen velmi silně reaguje na zpožděné setí. Pokles výnosu je tím pronikavější, čím dříve v daném roce nastoupí teplé a suché počasí. Ječmen jen málo vyrovnává pozdní setí pozdějším zráním, nýbrž urychluje růst, čímž se zkrátí vegetační doba a sníží výnos.

Vždy záleží na podmínkách konkrétního ročníku, nástupu jara a vytvoření vhodných podmínek. Platí však, že jarní ječmen by se měl vysévat co nejdříve na jaře, jakmile to počasí a stav půdy dovolí. V maloparcelkových polních pokusech ZVÚ Kroměříž (v letech 1993 – 2000) se snížení výnosu zrna způsobené pozdním setím pohybovalo většinou v rozmezí 40 – 130 kg.ha⁻¹ (tj. asi 0,6 – 2 %) za každý den zpoždění.

Kontrola klíčivosti u nakoupeného osiva je nutností, kvůli stanovení optimálního výsevku. Výsevek v ČR je od 160 do 240 kg/ha. Nejnižší výsevky jsou v optimálních podmínkách (jako je Haná) a při včasné setí (v březnu). Většina ječmene je ovšem pěstována v méně příznivých podmínkách. Pro středně suchou oblast vycházejí nejlépe výsevky 500 zrn/m², což je obvykle 210 – 220 kg/ha (Černý, 2012).

Na dosažení polní vzcházivosti má rozhodující podíl kvalita osiva, což se následně může odrazit i na výši výnosu. Při stanovení semenářské hodnoty osiva se standardně zjišťuje čistota, hmotnost tisíce semen a laboratorní klíčivost (Honsová, 2011).

Založení porostu má vytvořit předpoklady pro utváření prvku výnosu v optimální struktuře. Pro dosažení vysokého výnosu je u jarního ječmene podmínkou vytvoření dostatečného počtu produktivních odnoží. Pro současné odrůdy můžeme za optimum považovat počet klasů v rozmezí přibližně od 850 do 950 na 1 m². Při neúměrně přehustěných porostech již dochází k nežádoucímu snižování produktivity klasu, HTS a podílu předního zrna (podíl nad sítím 2,5 mm), zvyšuje se také riziko polehnutí ječmene.

Doporučené rozmezí výsevku je od 4,0 do 4,5 MKS/ha, dle výrobních oblastí (Zimolka a kol., 2006).

3.6 Výživa a hnojení jarního ječmene

Výživa a hnojení rostlin ječmene ovlivňuje významným způsobem výnos a kvalitu rostlinné produkce. Pokud není obsaženo v půdě dostatečné množství přístupných živin, nemůžeme očekávat vysoký a kvalitní výnos (Míša, 2003).

Pro zajištění dobré výživy ječmene je vzhledem k menší osvojovací schopnosti pro příjem živin a krátké vegetační době nutná dobrá zásoba pohotových živin v půdě. Ze všech obilnin jarní ječmen nejcitlivěji reaguje na nedostatek živin v půdě a velmi pozitivně působí hnojení minerálními hnojivy.

U sladovnického ječmene je výnosem okolo 5 t zrna z hektaru odčerpáno z půdy okolo 110 kg N, 24 kg P, 90 kg K, 30 kg Ca a 9 kg Mg. Převážnou část živin přijme ječmen jarní ve velmi krátkém období, asi šesti týdnů (Vaněk a kol., 2007).

Ječmen přijímá do začátku sloupkování z celkového množství živin až 54 % N, 46 % P, 63 % K, 50 % Ca a 33 % Mg (Hřivna 2011).

Černý (2007) píše, že jarní ječmen je se svým mělce rozloženým kořenovým systémem plodinou s obrovskými nároky na dostatek pohotových živin. Z tohoto důvodu je také označován za plodinu staré půdní síly, kdy využívá minerálních i organických hnojiv aplikovaných k předplodině pro dosažení vysoké úrovně kvalitní produkce. To platilo při osevním postupu, do kterého byly zařazeny hnojem hnojené plodiny. V současné době (2007) je živočišná výroba potlačena s tendencí klesajících stavů převážně vepřového. Proto je nutné přehodnotit postoj k hnojení jarního sladovnického ječmene k probíhajícím změnám v zemědělství.

Významnou roli hrají předplodiny, které lze rozdělit do tří skupin:

1. Organicky hnojené plodiny (cukrovka, brambory, kukuřice atd.)
2. Zanechávající dostatek pohotových živin (řepa, mák, hořčice atd.)
3. Půdu vyčerpávající, s vysokým podílem posklizňových zbytků (ozimá pšenice, kukuřice na zrno atd.)

Organické hnojení se k ječmeni běžně nepoužívá. Ovšem v osevních postupech s vysokým zastoupením obilnin, kdy ječmen následuje po obilnině, lze využít organické

hnojení. Velmi se osvědčuje zelené hnojení v kombinaci se zaorávkou slámy, které působí zároveň jako přerušovač osevního sledu mezi více obilninami (Vaněk a kol., 2007).

3.6.1 Hnojení dusíkem

Hnojení dusíkem je jedním ze základních předpokladů pro vysoký výnos jarního ječmene. Nelze jím však nahradit ostatní intenzifikační prvky, protože jen ucelený pěstitelský systém dává předpoklad vysokého výnosu a dobré sladovnické jakosti. U jarního ječmene by se mělo počítat s výnosem nad 5 t zrna.ha⁻¹. To znamená 100 – 125 kg pohotového dusíku na hektar (Černý a kol., 2007).

Ječmen je citlivý na hnojení. Citlivost je dána tím, že ječmen v porovnání s jinými plodinami má slabší kořenovou soustavu a krátké vegetační období (100 – 115 dní), přičemž musí přijmout na 1 tunu zrna a odpovídající množství slámy stejné množství živin jako například pšenice (Bizík a kol., 1998).

Při celkových dávkách dusíku do 60 – 80 kg N na hektar se hnojí jednorázově před setím ve formě síranu amonného, močoviny, případně DAM 390. Pokud je nutné použít vyšší dávky N a na lehčích půdách, je vhodnější celkovou dávku N rozdělit tak, že asi 2/3 se aplikují před setím a zbytek se ponechá k přihnojení během vegetace (3. – 4. List). K přihnojení je vhodné použít LAV nebo DAM 390. Výhodou dělení dávky N je to, že k přihnojení můžeme využít údajů o stavu porostu a průběhu počasí, případně rozborů půd nebo rostlin.

Černý, Buráňová a kol. (2015) uvádějí, že je důležité u jarního ječmene hodnotit stav porostu během vegetace a podle odnoží a vytvářejících se klasů případně upravit hnojení dusíkem. Pokud je patrné utváření klasů ve více odnožích, je možné jarní ječmen i během vegetace přihnojovat, neboť vyšší úroveň intenzity pěstitelské technologie se projevuje především při vyšší hustotě porostu. Naopak nedostatek dusíku nepříznivě ovlivňuje tvorbu zrna v období po odkvětu (období plnění zrna) a může tak docházet ke snížení výnosu. Avšak hnojení dusíkem nad potřeby potenciálního výnosu je neefektivní a může způsobovat také další problémy, například s poléháním porostu a případně zhoršením kvalitativních parametrů zrna.

3.6.2 Význam dusíku

Optimální zásoba dusíku v rostlinách na počátku vegetace, ale i v jejím průběhu je velmi důležitou podmínkou pro dosažení kvalitní produkce. Při nadbytku dusíku v rostlinách během odnožování dochází k nárůstu počtu neproduktivních odnoží. Vyšší obsah dusíku po

vymetání vede k poléhání porostu, nestejnomyšnému dozrávání zrna, zvyšuje podíl zadinového zrna a přispívá k vyššímu obsahu dusíkatých látek v zrně. Nadměrné hnojení dusíkem nebývá navíc efektivní (Hřivna 2011).

Mezi dávkou dusíku a jakostí zrna sladovnického ječmene je úzký vztah. Pro dosažení nižšího obsahu N-látek v zrně je třeba volit dávky dusíku podle úrodnosti půdy, úrovně výživy a dále výnosu předplodiny, průběhu počasí, obsahu minerálního dusíku v půdě. Obsah N_{min} v půdě je považován za jednu ze základních informací pro rozhodování při určování optimální dávky dusíku pro sladovnický ječmen (Černý a kol., 2006).

Rostliny v průběhu zrání znovu využívají (reutilizují) dusík krátkodobě uložený v listech a stoncích při vytváření generativních orgánů. Pokud má rostlina nízký obsah dusíku v pletivech během vegetace a nastanou méně příznivé podmínky pro příjem dusíku z půdy (nedostatek minerálního dusíku v půdě, sucho apod.), nemůže naplnit předpokládaný výnosový potenciál (Černý, Buráňová a kol., 2015).

3.6.3 Hnojení fosforem

Fosforečnými hnojivy se hnojí podle půdní zásoby a předplodiny. Dávka se stanoví podle odběrů živin a výrobní hladiny (úroveň výnosů). Minerální hnojiva se zapravují rovnoměrně na podzim orbou. Při sledu cukrovka – jarní ječmen se někdy hnojí fosforečnými hnojivy do zásoby k cukrovce i pro jarní ječmen. V těchto případech se osvědčuje předsetové hnojení k jarnímu ječmeni startovací dávkou fosforečno-dusíkatými hnojivy tuhými i kapalnými (Amofos, Fostin) (Polák a kol., 1998).

Vodorozpustný fosfor dodaný při setí pod patu nebo před setím a zapraven sečkou, je správná cesta, jak zvětšit kořenový systém. Dodáním hnojiva Amofos v dávce 100 kg/ha na povrch půdy před setím se v průměru zvýšil výnos o 0,36 t/ha (Černý 2012).

3.6.4 Význam fosforu

Vaněk a kol. (2007) uvádějí, že přijatý minerální P je rychle zabudován do organických sloučenin a takto transportován do míst jeho nejvyšší potřeby – do mladých listů, vegetačního vrcholu, později květů a semen. Nejvyšší obsah fosforu vykazují proto generativní orgány a semena.

Dostatek přístupného fosforu v půdě na počátku vegetace příznivě ovlivňuje tvorbu odnoží. Vysoká koncentrace fosforu v kombinaci s luxusním příjmem dusíku ovšem vede k přílišnému zahuštění porostu, což se následně může negativně projevit v lámavosti stébel a

poléhání porostu. Optimální hladina přístupného fosforu v půdě podporuje energetický metabolismus rostliny a ovlivňuje reprodukční schopnosti. To se kladně odráží v počtu zrn v klase. Příznivě je ovlivněna i hmotnost tisíce zrn (Hřivna 2011).

3.6.5 Hnojení draslíkem

Pro zvýšení výnosů a kvality u sladovnických ječmenů je třeba na půdách s nízkou a vyhovující zásobou K použít k hnojení na podzim nebo před setím draselnou sůl (Richtr a kol, 2014).

Fosforečnými, draselnými a hořečnatými hnojivy se hnojí podle půdní zásoby a předplodiny. Dávky se stanoví podle odběrů živin a výrobní hladiny (úroveň výnosů). Minerální hnojiva se zapravují rovnoměrně na podzim orbou. Při sledu cukrovka – jarní ječmen se někdy hnojí fosforečnými a draselnými hnojivy do zásoby k cukrovce i pro jarní ječmen (Polák a kol., 1998).

3.6.6 Význam draslíku

Draslík zlepšuje kyprost endospermu, má vliv na jemnost pluch, působí na syntézu sacharidů a snižuje obsah N-látek. Dostatečná výživa draslíkem přispívá k vyšší tvorbě sušiny a následnému ukládání asimilátů do zrna, což se projeví ve vyšší extraktivnosti sladu. Zvýšený příjem na počátku vegetace ale aktivuje syntézu inhibitorů, což se projevuje nižší tvorbou odnoží a jejich dřívější redukcí a klesá výnos zrna (Hřivna 2011).

3.6.7 Hnojení Ca a Mg

Hnojení prvky P, K, Ca a Mg by mělo být provedeno jako základní (Černý a kol., 2007).

Jarní ječmen vyžaduje půdy s neutrální reakcí (pH). Úpravu pH půdy provádíme vápněním již k předplodinám organicky hnojeným (okopaniny, silážní plodiny aj.) nebo ihned po jejich sklizni. Ječmen je citlivý k vyšší půdní kyselosti, zejména je-li hodnota výměnného pH nižší než 6 (Klem a kol., 2011).

K vápnění používáme výhradně vápenatá hnojiva s uhličitanovou formou a tam, kde je v půdě nedostatek hořčíku, preferujeme dolomitický vápenec. Při stanovení dávky vápenatého hnojiva vycházíme z hodnoty výměnného pH, zohledňujeme půdní druh a

orientujeme se i podle obsahu přístupného vápníku v půdě. Přitom dbáme, aby u všech půdních druhů byla zásoba dobrá. Tím předejdeme možným nedostatkům vápníku v rostlinách (Zimolka a kol., 2006).

3.6.8 Hnojení S

V současné době (2007) se snížil přísun tohoto prvku ve hnojivech i spadem z ovzduší, a proto je nutné u rostlin náročných na síru realizovat hnojení touto živinou. Pro určení potřeby hnojení sírou je možné využít údajů o obsahu přijatelné síry v půdě, rostlinné diagnostiky i údajů o celkových spadech síry v dané oblasti (Vaněk a kol., 2007).

Hnojení sírou je nejčastěji spojeno s použitím dusíkatých (síran amonný, dusičnan amonný se síranem amonným atd.), draselných a hořečnatých hnojiv (síran draselný, hořká sůl atd.). Dusíkatá hnojiva se sírou mohou na lehkých půdách působit příznivěji na výnos než dusíkatá hnojiva bez síry. Na zvýšení výnosu se aplikace síry podílí mnohem více při vysokých dávkách N, než při nízkých dávkách N. Při nízkých dávkách N stačí uvolnění síry mineralizací organických látek v půdě k pokrytí její potřeby (Příkopa, 2005).

3.7 Morforegulace

Použití regulátoru růstu v pěstitelské technologii jarního ječmene je hlavním nástrojem agronoma, který může zasáhnout do tvorby i kvality výnosu. Cílená aplikace má dva hlavní úkoly – podpořit odnožování a vyrovnání porostu a dále regulovat poléhání (Hájek, 2011).

Ovšem, jak uvádím výše, na hustotu porostu a poléhání má významný vliv hnojení a příjem živin rostlinou, a to jak dusíku, tak fosforu a draslíku.

3.8 Sklizeň

Sklizeň je vyvrcholením veškerých prací a péče, která byla vynaložena na zabezpečení optimálního růstu a vývoje ječmene. I přes vyspělost současné techniky může být z hlediska úspěšnosti celé pěstební technologie jedním z kritických bodů. Špatným postupem může v této fázi dojít ke značným ztrátám na výnosu, utrpět může i technologická (sladovnická) hodnota zrna.

Jednou z hlavních věcí při organizování sklizně jarního (a především sladovnického) ječmene je správné určení jejího termínu. Ječmen jarní se sklízí v plné zralosti (DC 92). V této fázi již ustala asimilační činnost, zárodek obilky je plně vyspělý a zásobní látky v zrně jsou

zpravidla v optimálním poměru. Z hlediska vnějších znaků lze plnou zralost charakterizovat takto:

zrno se již neohne, ale při silnějším tlaku je lze přelomit,
došlo k odumření rostliny až po praporcový list,
pluchy zežloutly až zbělely, rovněž osiny ztratily své původní zbarvení,
snížila se vlhkost zrna, zpravidla pod 16 %,
první kolénko shora získalo hnědou barvu (Zimolka et al., 2006).

Nepříznivý vliv na zhoršení jakosti sladovnického ječmene má nestálé, vlhké počasí, kdy se střídají srážky, chladna s teplými a slunečnými dny. Pomoklé obilky ztrácejí lesk a zlatou, slámovou barvu a špičky obilek zahnědnou a projevují se na nich plísně. Zvyšuje se nebezpečí porůstání a to i skrytého a tím dochází k narušení enzymatické aktivity obilek, což se projevuje na řadě jakostních ukazatelů ječmene (Polák a kol., 1995).

Bylo zjištěno, že při 900 otáčkách mláticího bubnu je poškozeno 10,1 % obilek, při 1000 otáčkách 11,3 % a při 1200 otáčkách 15,3 % obilek. Poškození obilek je kritérium, které při prodeji může značně snížit cenu, a proto se snížení poškození musí přizpůsobit i výkon sklízecí mlátičky a volit kompromis mezi ztrátami a stupněm poškození (Benada a kol., 2001).

3.9 Kvalita zrna

Na většinu kvalitativních ukazatelů významně působí vnější podmínky. Přesto lze zajištěním dobrých pěstebních podmínek pro ječmen a správnou sklizní zvýšit pravděpodobnost dosažení dobré sladovnické jakosti zrna (Černý a kol., 2006).

Ječmen obsahuje 80 až 88 % sušiny a 12 až 20 % vody. Sušinu tvoří organické dusíkaté a bezdusíkaté sloučeniny a anorganické látky. Anorganické látky: Anorganické látky (popeloviny) tvoří podstatně menší podíl sušiny než organické látky. Jejich obsah kolísá mezi 2 až 3 %. Množství jednotlivých minerálních látek v rostlině je značně ovlivněno jejím zásobením živinami během růstu i zrání a podmínkami při pěstování. Velký význam mají stopové prvky např. zinek, mangan, měď a bor, které jsou důležité pro činnost řady enzymů nebo koenzymů. Skupinu organických látek v zrna ječmene představují sacharidy, které tvoří asi 80% hmotnosti ječného zrna. Nejvíce zastoupenou jednotlivou složkou je škrob, představující více než 65%, ale kvantitativně důležité jsou i polysacharidy buněčné stěny, jež mohou reprezentovat více než 10% hmotnosti zrna (celulóza, beta-glukany, lignin). Další významnou složkou organických látek tvoří dusíkaté látky. Jejich obsah, který je velmi

variabilní vlivem vnějších podmínek (závislost na odrůdě, složení půdy, hnojení, předplodině, na klimatických podmínkách a době vegetace), do jisté míry určuje, zda je zrno vhodné pro sladovnické účely. Za optimum pro sladovnický ječmen se pokládá obsah dusíkatých látek vyjádřený jako obsah bílkovin (N-x 6,25) v rozmezí 10 – 11,5 %. Chemické složení bílkovin ječmene se liší podle velikosti molekul, vazby aminokyselin či podle rozdílnosti ve složení peptidových řetězců. Celkově lze dusíkaté látky rozdělit do dvou základních skupin: dusíkaté látky typu bílkovin a jejich štěpných produktů a dusíkaté látky nebílkovinné povahy (Hubík, Mareček, 2002).

Obsah dusíkatých látek v zrnu je ovlivněn, spolu s výnosem, podmínkami prostředí, a to ve značné míře v období po kvetení. Mnohé výsledky polních pokusů ukazují, že pokud je po kvetení nedostatek dusíku v půdě, dochází k rychlejšímu stárnutí rostlin vlivem remobilizace N z asimilačních orgánů, což negativně ovlivňuje výnos zrna. Naopak nárůst příjmu dusíku z půdy po kvetení je často spojen se zvýšením výnosu zrna ječmene, a to i při nižší intenzitě dusíkaté výživy. Dochází k oddálení stárnutí, což u sladovnického ječmene vede i k příznivějšímu obsahu dusíkatých látek v zrnu (Černý, Buráňová a kol., 2015).

Jakostní požadavky na sladovnický ječmen se odvíjejí od normy 46 1100-5. Tyto parametry jsou upravovány výkupci. Hlavním a nosným kritériem je klíčivost, bez které nelze vyrobit slad. Ostatní nákupní parametry se výrazně liší v různých letech (Černý et al., 2007).

Jamar a kol. (2010) píše, že obsahy některých látek významně ovlivňují dobu trvání a náklady na výrobu sladu.

Petr, Capouchová (2010) uvádějí, že uplatnění sladovnického ječmene na domácích i zahraničních trzích nesnižují ani tak základní jakostní ukazatele jako poškození obilek, které se projevuje zahnědlými špičkami a výskytem obilek napadených houbami rodu *Fusarium* sp.

Ke kontaminaci ječmene fuzáriovými mykotoxiny dochází zejména v průběhu vegetace na poli, za příznivých klimatických podmínek pro infekci a rozvoj patogenů *Fusarium*. Vliv má také technologie pěstování, zejména předplodina (Polišenská a kol. 2012).

Tabulka 1: Hodnoty jakostních ukazatelů ječmene sladovnického (ČSN 46 1100-5)

Jakostní ukazatele	Základní jakost (%)	Závazná jakost (%)
Vlhkost	15,0	nejvýše 16,0
Přepad zrna nad sítím 2,5 x 2,2	90,0	nejméně 70,0
Zrna poškozená	2,0	nejvýše 5,0
Zrna se zahnědlými špičkami	2,0	nejvýše 6,0
Zrna porostlá	0,0	nejvýše 0,5
Celkový odpad, z toho:	3,0	nejvýš 7,0
neodstranitelná příměs	-	nejvýše 1,0
zelená zrna	-	nejvýše 1,0
Klíčivost	98,0	nejméně 92,0
Obsah N-látek (N x 6,25)	11,0	nejvýše 12,5
Barva zrna	světle žlutá	žlutá, i méně vyrovnaná
Plucha	jemně vrásčitá	i méně jemně vrásčitá

4 Metodika

Pokusy byly prováděny na dvou pokusných stanovištích, a to na Červeném Újezdě (Praha západ) a v Praze Suchdole. Založení pokusů bylo provedeno na podzim v roce 1996. V rámci pokusu jsou střídány tři plodiny ve sledu: Stanoviště Suchdol - brambory, ozimá pšenice, jarní ječmen. Stanoviště Červený Újezd – silážní kukuřice, ozimá pšenice, jarní ječmen. Organické hnojení je aplikováno na podzim vždy pod brambory a kukuřici. Pro potřeby pokusu jsou na obě stanoviště používány kaly ze stejné ČOV, hnůj a sláma z jednotlivých pokusných stanic. Varianty hnojení 1 – 7 jsou založeny a hodnoceny na obou stanovištích, kdežto varianty 8, 9 a 10 jsou založeny pouze na stanici Suchdol.

Fosforečná a draselná minerální hnojiva jsou aplikována ke všem plodinám na podzim. Minerální dusíkatá hnojiva jsou aplikována u brambor a ječmene před založením porostu, na bloku pšenice je dávka dusíku rozdělena na dvě poloviny. První je aplikována jako regenerační přihnojení, druhá jako produkční přihnojení. Dávky živin v aplikovaných hnojivech jsou uvedeny v tabulkách.

Velikost pokusné parcelky je na stanovišti Suchdol 60,5 m² a na stanovišti Červený Újezd 80 m², ovšem z důvodu krajového efektu je sklizňová plocha na Suchdole 49,5 m² a na Červeném Újezdě 27 m².

Termíny výsevu, počtu odnoží, odběru klasů a sklizně na jednotlivých stanicích jsou uvedeny v tabulce 2.

Díky chladnému a vlhkému nástupu jara 2013 proběhl výsev jarního ječmene opožděně, během měsíce dubna oproti ročníkům 2014 a 2015, kdy se vysévalo v první polovině března. Počítání odnoží bylo za pomoci čtvrtmetrovy na třech místech pokusné parcelky. Počet zrn v klasu byl stanoven průměrem z 30 klasů odebraných rovnoměrně po ploše parcelky. Sklizeň proběhla za pomoci maloparcelkového kombajnu Wintersteiger se záběrem 1,5 m. Sklizené vzorky zrna byly vyčištěny a přesušeny. Sláma byla vážena hned při sklizni na poli pomocí mobilní přípojné váhy za kombajn. Výsledné výnosy zrna i slámy jsou přepočítány na sušinu a na výnos v t/ha. Obsah N byl stanoven metodou podle Kjeldahla s mineralizací na mokré cestě v koncentrované k. sírové, s přidavkem katalizátoru a destilačním stanovením na přístroji Vapodest 50s (Gerhard). Přepočet obsahu dusíku na obsah dusíkatých látek v zrně byl spočítán pomocí koeficientu 6,25 podle normy ČSN 46

1100-5 uvedené v tabulce 1. U Výsledků počtu odnoží/m² a počtu zrn v klasech bylo provedeno statistické hodnocení v programu Statistica 12, pomocí analýzy rozptylu Anova, Tukeyův test, na hladině významnosti α 0,05.

Tabulka 2: Termíny výsevu, počtu odnoží, odběru klasů a sklizně na stanicích Červený Újezd a Suchdol

stanoviště	Červený Újezd			Suchdol		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
rok	2013	2014	2015	2013	2014	2015
výsev	23. 4.	3. 3.	13. 3.	8. 4.	3. 3.	10. 3.
počet odnoží	7. 6.	30. 4.	14. 5.	31. 5.	30. 4.	14. 5.
odběr klasů	2. 8.	24. 7.	21. 7.	2. 8.	24. 7.	21. 7.
sklizeň	12. 8.	28. 7.	30. 7.	8. 8.	25. 7.	22. 7.

4.1 Ječmen jarní Xanadu

V pokusech byl vyset jarní ječmen odrůdy Xanadu, je to středně raná odrůda, středního vzrůstu se střední odolností proti poléhání a odolností proti lámání stébla pod klasem. Vysoký a stabilní výnos zrna ve všech VO. Vyšší hmotnost tisíce zrn a vysoký podíl předního zrna. Díky své ranosti a rychlému nalévání zrn vykazuje toleranci k přísuškům v závěru vegetace.

Vyvážená odolnost ke všem významným chorobám ječmene jarního, a to hlavně rezistence vůči padlí travnímu, velmi dobrá odolnost rzi ječné, vysoká odolnost fuzariu v klase, střední odolnost komplexu hnědé skvrnitosti a rynchosporiové skvrnitosti. Vyšší až vysoká odnožovací schopnost, což zaručuje stabilitu výnosu v ročnicích s opožděným termínem setí (Štěpánek 2014).

Ošetření morforegulátory růstu je nutné zejména po dobrých předplodinách optimálně ve dvou termínech aplikace, ošetření fungicidy musí vycházet ze strategie ošetření odrůd odolných vůči padlí (strobilurin + triazol následně kombinace dvou triazolů).

Sladovnická jakost 7,7 s kvalitativními parametry exportních sladů, ze sladovnických předností je nutno uvést velmi dobrou reakci na technologické zásahy (kropení a teplota během klíčení) podle parametrů odběratele, vysoký extrakt v sušině, bezproblémová čirost sladiny, akceptovatelný výskyt fusarií a gushingu.

Původ odrůdy: Viskosa x Scarlett (Šilha a kol., 2011).

Tabulka 3: Charakteristika pokusných stanovišť

	Červený Újezd	Suchdol
Lokalizace	50°4'22"N, 14°10'19"E	50°7'40"N, 14°22'33"E
Nadmořská výška (m n. m.)	400	286
Průměrná roční teplota (°C)	7,7	9,1
Průměrné roční srážky (mm)	493	495
Půdní typ	Hnědozem	Černozem
Půdní subtyp	modální	modální
Půdní druh	hlinitá	hlinito-písčítá
pH ^(CaCl2)	6,5	7,5
Cox (%)	1,7	2,6
KVK ^{(mmol(+).kg-1)}	145	230
p* ^(mg.kg-1)	100	91
K* ^(mg.kg-1)	80	230
Mg* ^(mg.kg-1)	110	240
Ca* ^(mg.kg-1)	3600	9000

*Mehlich 3 1:10 w/v průměrné hodnoty stanoviště

Tabulka 4: Dávky živin aplikovaných hnojiv v tříletém cyklu

Varianta		brambory			pšenice			ječmen		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	Kontrola	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Kal	330 ¹⁾	201 ²⁾	55 ²⁾	0	0	0	0	0	0
3	Hnůj	330 ¹⁾	118 ²⁾	374 ²⁾	0	0	0	0	0	0
4	Hnůj ½ + N ³⁾	165 ¹⁾	59 ²⁾	187 ²⁾	110	0	0	55	0	0
5	N ³⁾	120	0	0	140	0	0	70	0	0
6	NPK ³⁾	120	30	100	140	30	100	70	30	100
7	N+sláma	138	6 ²⁾	47 ²⁾	140	0	0	70	0	0
8	NP	120	30	0	140	30	0	70	30	0
9	NK	120	0	100	140	0	100	70	0	100
10	PK	0	30	100	0	30	100	0	30	100

1) celkový dusík v organických hnojivech

2) průměrná dávka podle obsahu živin v hnojivech

3) Minerální hnojiva: N – LAV (27 %N) P – trojitý superfosfát (21 %P) K – draselná sůl (50 % K)

Tabulka 5: Průměrné dávky sušiny, sušina a obsahy živin v organických hnojivech

	Dávka	Sušina	Obsah živin (% sušiny)				
	t/ha/rok	%	N	P	K	Ca	Mg
Kal	9,00	30,6	3,66	2,23	0,61	3,00	0,78
Hněj Červený Újezd	14,48	30,3	2,48	0,81	2,14	2,28	0,58
Hněj Suchdol	16,83	34,2	2,05	0,76	1,94	2,20	0,60
Sláma	5,00	95,0	0,35	0,11	0,93	0,49	0,04

5 Výsledky

5.1 Počet odnoží

Počty odnoží na 1 m² se pohybovaly od 373 až do 2357. Trend počtu odnoží v jednotlivých letech na stanovištích Červený Újezd a Suchdol byl stejný. Roky 2014 a 2015 měly stejný trend počtu odnoží a odlišovaly se od roku 2013. U variant hnojených minerálními hnojivy na obou stanovištích byl počet odnoží v roce 2013 téměř dvojnásobný oproti ostatním rokům. Největšího statisticky průkazného rozdílu dosahovala varianta NPK na stanici Červený Újezd, kdy mezi roky 2013 a 2015 byl rozdíl 1217 odnoží. Obecně vyšší počty odnoží byly spočítány na variantách hnojených minerálními hnojivy a lze říci, že jsou na stanici Suchdol zaznamenány menší rozdíly mezi variantami, jak v jednotlivých letech, tak i v porovnání mezi roky než na stanici Červený Újezd.

V tabulce 6 je znázorněn počet odnoží na stanici Červený Újezd. Nejnižšího počtu odnoží bylo dosaženo na variantě Kontrola v letech 2014 a 2015 (664 a 616 odnoží). Naopak nejvyšší hodnoty (1792 – 2357 odnoží) byly zaznamenány v roce 2013 u variant hnojených minerálními hnojivy. Pokud porovnáme varianty v roce 2013, tak můžeme říci, že varianty Kontrola a Kal byly v počtu odnoží srovnatelné a výrazně se odlišovaly od ostatních variant hnojených, jak organickými, tak minerálními hnojivy, rozdíl byl až 1500 odnoží, což je statisticky průkazné. Varianty Hnůj (1562 odnoží) a Hnůj ½ + N (1792 odnoží) se odlišovaly od variant N, NPK a N + sláma přibližně o 500 odnoží. V roce 2014 nebyly zjištěny tak velké rozdíly mezi variantami. Nejnižší počet odnoží (664) byl u varianty Kontrola. Vyšších hodnot (okolo 900 odnoží) bylo zaznamenáno u variant hnojených organickými hnojivy, a to Kal, hnůj a hnůj ½ + N. Varianty N, NPK a N + sláma (1301, 1203 a 1256 odnoží) byly statisticky průkazně odlišné od organicky hnojených variant, dosahovaly o 300 odnoží více. Varianty v roce 2015 měly v průměru nejnižší počet odnoží ze sledovaných let, ale rozdíly mezi jednotlivými variantami byly srovnatelné s rokem 2014. Nejnižší počet byl zjištěn u varianty Kontrola (616 odnoží), následovaly varianty hnojené organickými hnojivy (o 200 odnoží více než Kontrola) a nejvyššího počtu odnoží dosahovala varianta NPK (1140 odnoží).

Tabulka 6: Vliv hnojení na počet odnoží jarního ječmene na stanici Červený Újezd

Varianta		Počet odnoží/m ² a statistické vyhodnocení v jednotlivých letech		
		2013	2014	2015
1	Kontrola	821 ^{aA}	664 ^{aA}	616 ^{aA}
2	Kal	874 ^{aA}	971 ^{bA}	800 ^{bA}
3	Hnůj	1562 ^{bA}	888 ^{bB}	885 ^{bcB}
4	Hnůj ½ + N	1792 ^{bcA}	940 ^{bB}	793 ^{bB}
5	N	1909 ^{bcA}	1301 ^{cb}	966 ^{cc}
6	NPK	2357 ^{CA}	1203 ^{dB}	1140 ^{dB}
7	N + sláma	1978 ^{bcA}	1256 ^{cdB}	981 ^{cc}

Statistika: varianty se stejným písmenem se od sebe statisticky průkazně neliší ($\alpha = 0,05$)
malá písmena znázorňují statisticky průkazné rozdíly mezi variantami hnojení
velká písmena znázorňují statisticky průkazné rozdíly mezi roky

Počty odnoží na stanici Suchdol jsou znázorněny v tabulce 7. Celkově nejnížší a nejvyšší hodnota byla spočítána v roce 2013 u varianty Kontrola (373 odnoží) a u varianty N (1872 odnoží), to je rozdíl o 1499 odnoží. Varianty hnojené pouze organickými hnojivy Kal a Hnůj (880 a 896 odnoží) byly srovnatelné a statisticky průkazně se odlišovaly od variant hnojených pouze minerálními hnojivy, které dosahovaly přibližně o 1000 odnoží více. Odlišné byly varianty Hnůj ½ + N (1770 odnoží) a N + sláma (1189 odnoží). V roce 2014 byly zjištěné počty odnoží vyrovnanější. Nejnížší počet odnoží byl 740, a to u varianty Kontrola. Hodnoty nad 1000 odnoží byly zjištěny pouze u variant NPK a N + sláma. Kontrola a varianta NP měly rozdíl pouze o 7 odnoží, a to okolo 745 odnoží. Varianty Hnůj, N a NK se od sebe statisticky průkazně nelišily a pohybovaly se v rozmezí od 939 do 955 odnoží. Nejnížší hodnota v roce 2015 na stanici Suchdol byla zjištěna u varianty PK (625 odnoží). Varianty Kontrola (805 odnoží) a N (856 odnoží) měly přibližně o 200 odnoží více než nejnížší varianta. U ostatních variant nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl, jejich průměrný počet odnoží byl 1017.

Tabulka 7: Vliv hnojení na počet odnoží jarního ječmene na stanici Suchdol

Varianta		Počet odnoží/m ² a statistické vyhodnocení v jednotlivých letech		
		2013	2014	2015
1	Kontrola	373 ^{aA}	740 ^{abB}	805 ^{aB}
2	Kal	880 ^{bA}	828 ^{bA}	1136 ^{bA}
3	Hnůj	896 ^{bA}	941 ^{cA}	974 ^{abA}
4	Hnůj ½ + N	1770 ^{cA}	988 ^{cdB}	901 ^{abB}
5	N	1872 ^{cA}	939 ^{cb}	856 ^{aB}
6	NPK	1808 ^{cA}	1020 ^{cdB}	1000 ^{abB}
7	N + sláma	1189 ^{bdA}	1091 ^{dA}	1152 ^{bA}
8	NP	1850 ^{cdA}	747 ^{abB}	958 ^{abB}
9	NK	1850 ^{cA}	955 ^{cb}	1002 ^{abB}
10	PK	1146 ^{bA}	971 ^{ab}	625 ^{aB}

Statistika: varianty se stejným písmenem se od sebe statisticky průkazně neliší ($\alpha = 0,05$)
malá písmena znázorňují statisticky průkazné rozdíly mezi variantami hnojení
velká písmena znázorňují statisticky průkazné rozdíly mezi roky

5.2 Počet zrn v klasu

Průměrné počty zrn v klasech se pohybovaly od 17,2 do 24,6 zrn. Z celkového pohledu bylo zjištěno, že nejvyšších hodnot na stanici Červený Újezd dosahovaly varianty v roce 2014, oproti tomu na stanici Suchdol to bylo v roce 2013. Na stanici Červený Újezd příznivě působilo hnojení organickými hnojivy, případně kombinace organických hnojiv s minerálními hnojivy, proto u takto hnojených variant byly zjištěny nejvyšší hodnoty 24,6 zrn v klasu (varianta Hnůj ½ + N). U variant na Suchdole, to nelze jednoznačně určit, varianty jsou více vyrovnané.

V tabulce č. 8 jsou znázorněny průměrné počty zrn v klasu na stanici Červený Újezd v jednotlivých letech. V roce 2013 byl nejnižší počet zrn v klasu zaznamenán u Kontroly (18,0 zrn), nejvyšší počet zrn byl u varianty N (21,5 zrn) a o 2 % nižší počet zrn byl u varianty Hnůj ½ +N. Organicky hnojené varianty Kal (19,5 zrn) a Hnůj (19,0 zrn) měly přibližně o 1,2 zrna větší počet než Kontrola, statisticky průkazně se neodlišovaly. Středních hodnot dosahovaly varianty NPK a N + sláma. Statisticky průkazně se od ostatních variant lišila pouze varianta NPK. V roce 2014 byl nejnižší počet zrn spočítán u varianty NPK (22,1 zrn), ovšem jen o 3

desetiny více zrna měla varianta N + sláma. Nejvyšší počet 24,6 zrna byl zjištěn u varianty Hnůj ½ + N a o přibližně 0,5 zrna u varianty N. Vyrovnané varianty jsou Kontrola, Kal a Hnůj kde se počet zrn pohyboval okolo 23,6. Hodnoty roku 2015 se pohybují od 18,1 zrn (varianta Kontrola) do 22,0 zrna (varianta N + sláma). Varianty Kal a NPK se od sebe lišily o 0,3 zrna a byly téměř srovnatelné s Kontrolou. Varianty Hnůj, Hnůj ½ + N a N byly vyrovnané a pohybovaly se v rozmezí 20,5 zrn (N) a 21,1 zrn (Hnůj ½ + N).

Tabulka 8: Vliv hnojení na počet zrn v klasu jarního ječmene na stanici Červený Újezd

Varianta		Počet zrn v klasu a statistické hodnocení v jednotlivých letech		
		2013	2014	2015
1	Kontrola	18,0 ^{aA}	23,6 ^{abB}	18,1 ^{aA}
2	Kal	19,5 ^{abA}	23,6 ^{abB}	18,4 ^{abA}
3	Hnůj	19,0 ^{abA}	23,5 ^{abB}	20,9 ^{bcAB}
4	Hnůj ½ + N	21,1 ^{bA}	24,6 ^{ab}	21,1 ^{bcA}
5	N	21,5 ^{bA}	24,0 ^{abB}	20,5 ^{abcA}
6	NPK	20,9 ^{cA}	22,1 ^{bA}	18,7 ^{abB}
7	N + sláma	20,9 ^{bA}	22,4 ^{abA}	22,0 ^{cA}

Statistika: varianty se stejným písmenem se od sebe statisticky průkazně neliší ($\alpha = 0,05$) malá písmena znázorňují statisticky průkazné rozdíly mezi variantami hnojení velká písmena znázorňují statisticky průkazné rozdíly mezi roky

Počty zrn v klasech na stanici Suchdol jsou uvedeny v tabulce 9. Nejnižší počet byl zjištěn v roce 2013 a 2015 u varianty PK (20,4 a 14,2 zrn), v roce 2014 bylo nejméně zrn 14,4 (Varianta NPK). Nejvyšší počet zrn v klasech v roce 2013 byl spočítán u varianty NK (24 zrn), ovšem jen o 0,3 zrna méně měla varianta Kal. Stejně hodnoty měly varianty Hnůj, N a NP (22,8 zrn). Varianty Kontrola, NPK a N + sláma se pohybovaly v rozmezí od 21,2 zrn do 22,0 zrn. V roce 2014 byl nejvyšší počet zrn zjištěn u varianty NK (18,5 zrn). Nižších hodnot dosahovaly varianty Kontrola, Hnůj a N + sláma, měly v průměru o 0,5 zrna méně než varianta NK. Nízké hodnoty, hned po variantě NPK (14,4 zrn) byly v průměru 15,7 zrn a to u variant Kal, N a NP (15,5, 16,0 a 15,6 zrn). Nejvíce zrn v klasu v roce 2015 měly varianty, které byly hnojené hlavně minerálním dusíkem, příznivě také působila kombinace dusíkatého hnojení s organickým, tyto varianty se pohybovaly v rozmezí 2,2 zrna. Nižší hodnoty byly

zjištěny u variant hnojených pouze organickými hnojivy, Kal a Hnůj (16,9 a 16,8 zrn), které jsou srovnatelné s Kontrolou (16,7 zrn). Z celkového pohledu nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi variantami hnojení, ovšem rok 2013 se staticky průkazně odlišoval od ostatních let ve všech variantách.

Tabulka 9: Vliv hnojení na počet zrn v klasu jarního ječmene na stanici Suchdol

Varianta		Počet zrn v klasu a statistické hodnocení v jednotlivých letech		
		2013	2014	2015
1	Kontrola	21,2 ^{abA}	17,7 ^{acdB}	16,7 ^{acB}
2	Kal	23,1 ^{acA}	15,5 ^{abB}	16,9 ^{abB}
3	Hnůj	22,8 ^{abcA}	18,0 ^{acdB}	16,8 ^{abB}
4	Hnůj ½ + N	22,1 ^{abcA}	16,1 ^{abcdB}	19,1 ^{abC}
5	N	22,8 ^{abcA}	16,0 ^{abcB}	20,2 ^{bc}
6	NPK	21,5 ^{abcA}	14,4 ^{bB}	17,8 ^{abC}
7	N + sláma	22,0 ^{abcA}	18,1 ^{cdB}	18,0 ^{abB}
8	NP	22,8 ^{abcA}	15,6 ^{abcB}	18,2 ^{abB}
9	NK	24,0 ^{CA}	18,5 ^{dB}	17,4 ^{abB}
10	PK	20,4 ^{abA}	17,2 ^{acdB}	14,2 ^{cB}

Statistika: varianty se stejným písmenem se od sebe statisticky průkazně neliší ($\alpha = 0,05$)
malá písmena znázorňují statisticky průkazné rozdíly mezi variantami hnojení
velká písmena znázorňují statisticky průkazné rozdíly mezi roky

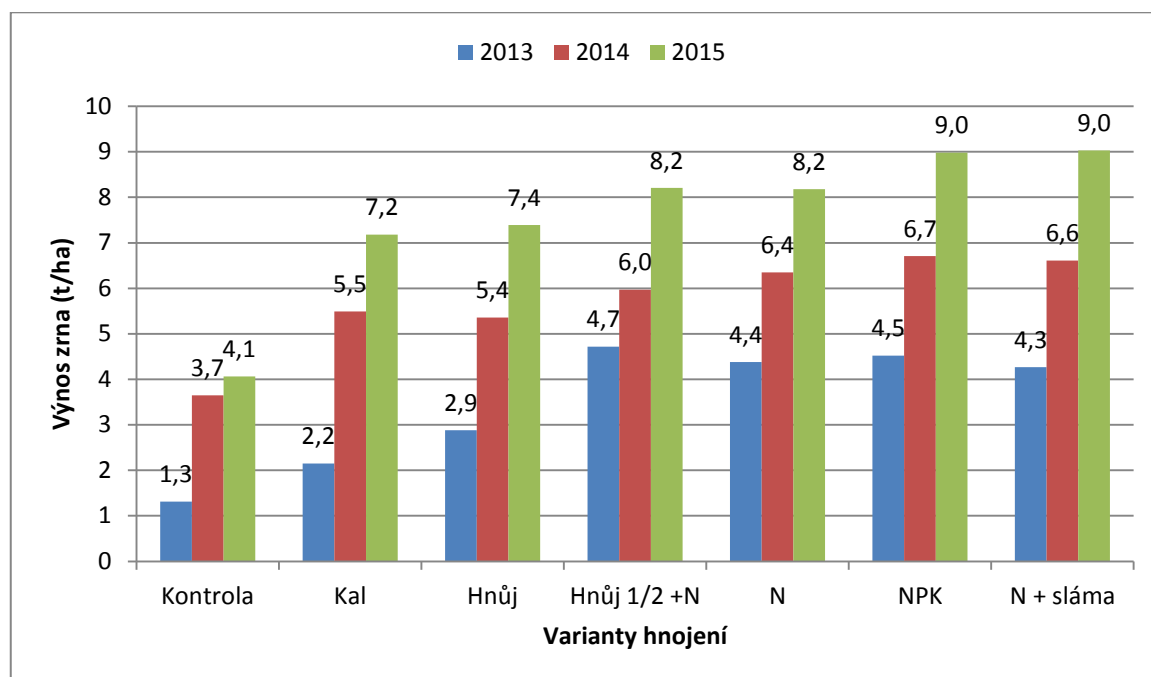
5.3 Výnos zrna

Výnosy zrna byly velice variabilní, jak mezi variantami hnojení, tak mezi jednotlivými lety a stanovišti. Nejnížší výnos byl 1,3 t a naopak nejvyšší 9 t. Pokud porovnáme výnosy zrna mezi jednotlivými roky, tak můžeme jednoznačně říci, že nejvyšších výnosů na obou stanovištích bylo dosaženo v roce 2015. Ovšem na stanici Suchdol nejsou tak velké meziroční rozdíly výnosu jako na stanici Červený Újezd, kde byl zjištěn největší rozdíl mezi roky 2013 a 2015 u varianty Kal, a to 5,0 t. Z celkového pohledu mělo větší vliv na výnos hnojení minerálními hnojivy.

V grafu 1 jsou znázorněny výnosy zrna jarního ječmene na stanici Červený Újezd. V roce 2013 byly dosaženy nejnižší výnosy zrna, kde byla nejnižší hodnota zjištěna u Kontroly

(1,3 t). Přibližně dvojnásobný výnos oproti Kontrolě byl zjištěn u variant hnojených pouze organickými hnojivy (Kal a Hnůj). Nejvyšší výnos byl u varianty Hnůj ½ + N (4,7 t) a o 0,2 t méně u varianty NPK. Varianty hnojené pouze minerálním dusíkem a slámou, dosahovaly také vysokého výnosu (varianta N 4,4 t a N + sláma 4,3 t), přibližně o 0,4 t méně než varianta Hnůj ½ + N. V roce 2014 byly výnosy zrna mezi variantami vyrovnanější. Nejnižší výnos byl dosažen na variantě Kontrola (3,7 t) a naopak nejvyšší na variantě NPK (6,7 t), ovšem varianta N + sláma měla výnos nižší pouze o 0,1 t. Mezi variantami hnojenými organickými hnojivy byl rozdíl 0,6 t, jejich průměrný výnos byl 5,6 t. Nejvyšších výnosů bylo dosaženo v roce 2015 u varianty N + sláma (9,0 t) a NPK, která měla pouze o 50 kg méně. Varianty Hnůj ½ + N a N byly srovnatelné, měly přibližně o 0,8 t méně než nejvyšší varianty. Nejnižší výnos v roce 2015 4,1 t dosahovala Kontrola, oproti tomu 76% nárůst byl u variant hnojených organickými hnojivy Kal a Hnůj.

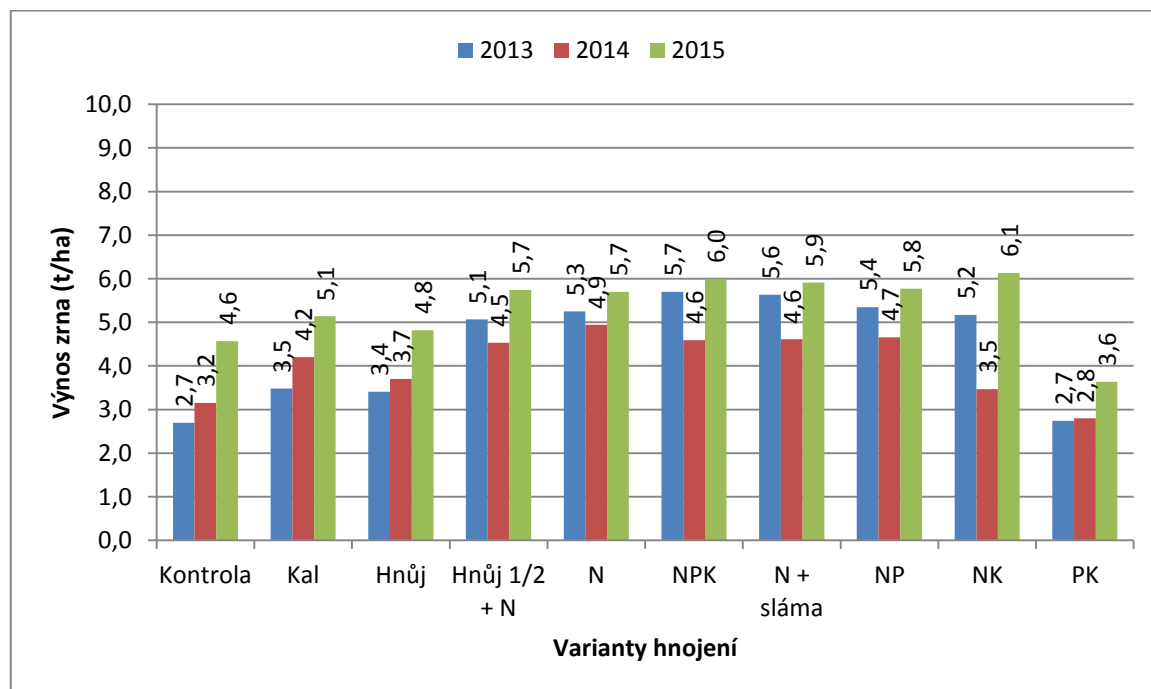
Graf 1: Vliv hnojení na výnos zrna jarního ječmene (t/ha) na stanici Červený Újezd



Výnosy zrna ze stanice Suchdol jsou uvedeny v grafu 2. V roce 2013 byly zjištěny největší rozdíly mezi variantami hnojení. Nejnižší výnos byl zjištěn u Kontroly (2,7 t) a naopak nejvyšší výnos u varianty NPK (5,7 t). Varianty Kal a Hnůj dosahovaly středních výnosů (3,5 t) a odlišovaly se od ostatních variant hnojených minerálními hnojivy, u kterých se výnos pohyboval v rozmezí od 5,1 t/ha (Hnůj ½ + N) až do 5,7 t/ha (NPK). Rok 2014 byl ze

sledovaných let, co se týče variant hnojení, nejvíce vyrovnaný. Nejnižší výnos byl zjištěn u varianty PK (2,8 t), Kontrola měla výnos vyšší o 0,4 t. Naopak nejvyšší výnos byl zjištěn u varianty N (4,9 t). Na výnos vyrovnané byly varianty Hnůj ½ + N, NPK, N + sláma a NP, mezi kterými byl největší rozdíl 130 kg. Varianta Kal měla nižší výnos oproti předešlým o 0,4 t, zato varianta Hnůj o 0,9 t. V roce 2015 byl rozdíl mezi Kontrolou (4,6 t) a variantami hnojenými pouze organickými hnojivy jen přibližně o 0,5 t (Kal, 5,1 t a Hnůj, 4,8 t). Nejvyšší výnos byl zjištěn u varianty NK (6,1 t), oproti tomu u ostatních variant hnojených minerálními hnojivy nebo kombinací minerálního a organického hnojení nebyly významné rozdíly, jejich průměrný výnos byl 5,8 t a pohyboval se od 5,7 t (N) do 6,0 t (NPK).

Graf 2: Vliv hnojení na výnos zrna jarního ječmene (t/ha) na stanici Suchdol



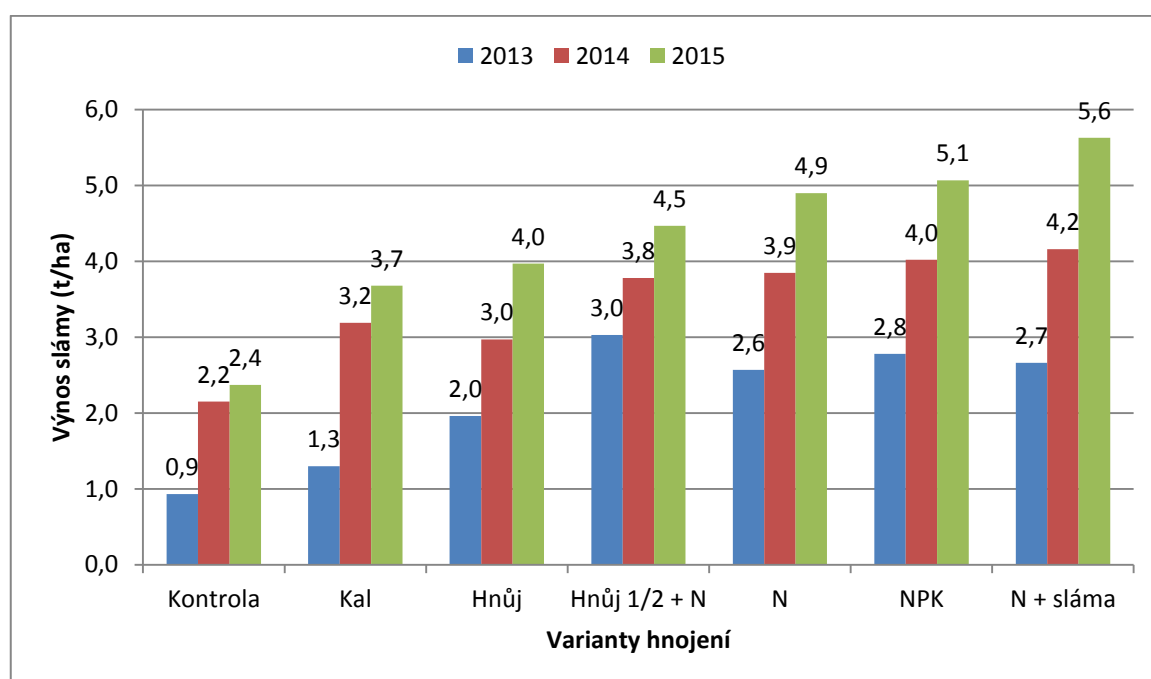
5.4 Výnos slámy

Na stanici Červený Újezd byly velké rozdíly ve výnosu slámy mezi jednotlivými roky a také byly zjištěny největší rozdíly mezi variantami hnojení. Výnos slámy se pohyboval od 0,9 t (Kontrola 2013) do 5,6 t (N + sláma). Výnosy na stanici Suchdol byly vyrovnanější, největší rozdíl byl 2,7 t mezi variantami Kontrola 2013 a N 2014.

Z grafu 3 je zřejmé, že nejvyššího výnosu slámy v roce 2013 na stanici Červený Újezd dosahovala varianta Hnůj ½ + N (3,0 t). Varianty hnojené minerálními hnojivy (N, NPK a N +

sláma) dosahovaly přibližně 87 % varianty Hnůj ½ + N. V roce 2014 byly výnosy slámy odlišné. Nejnižší výnos byl zjištěn u Kontroly (2,2 t) a naopak nejvyšší u varianty N + sláma, ovšem ostatní varianty hnojené minerálními hnojivy jako je NPK, N a Hnůj ½ + N měly přibližně jen o 0,2 t nižší výnos. Pokud porovnáme varianty hnojené pouze organickými hnojivy Kal a Hnůj, tak byl vyšší výnos dosažen u varianty Kal (3,2 t). V roce 2015 byl výnosový trend u jednotlivých variant stejný s rokem 2014, ovšem výnosy byly v průměru vyšší o 22 %. Rozdíl byl pouze u variant hnojených organickými hnojivy, kde měla vyšší výnos slámy varianta Hnůj (4,0 t).

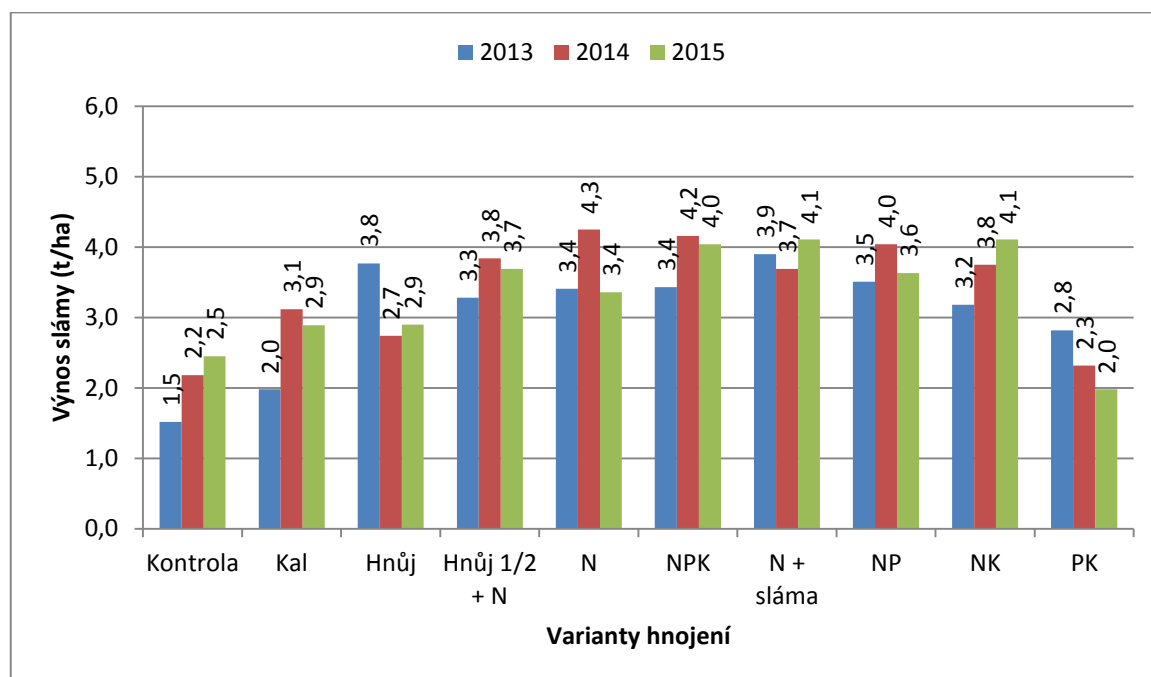
Graf 3: Vliv hnojení na výnos slámy jarního ječmene (t/ha) na stanici Červený Újezd



Výnosy slámy se na stanici Suchdol mezi jednotlivými variantami v letech 2013 – 2015 výrazně neměnily, jak znázorňuje graf 4. Průměrný největší rozdíl výnosu variant mezi ročníky byl 0,8 t. V roce 2013 byl nejnižší výnos zjištěn u Kontroly (1,5 t) a o 0,5 t vyšší u varianty Kal. Nejvyšší výnos slámy měla varianta N + sláma ovšem pouze o 100 kg méně měla varianta Hnůj. Varianty Hnůj ½ + N, NPK, N a NP byly srovnatelné, výnos se pohyboval okolo 3,4 t a jejich největší rozdíl byl 200 kg. Vysoký výnos nad 3,5 t v roce 2014 byl zjištěn celkem u 6 variant. Byly to především varianty hnojené minerálním dusíkem. Samostatné organické hnojení mělo menší vliv na výnos slámy. Varianty Kal a Hnůj dosahovaly výnosů 3,1 t a 2,7 t. Nejnižší výnos měla Kontrola (2,2 t) a varianta PK (2,3 t). Rok 2015 byl odlišný od předchozích

tím, že nejnižší výnos slámy nebyl u kontroly, ale u varianty PK (2,0 t). Nejvyšší výnos byl zjištěn u dvou variant N + sláma a NK (4,1 t), ovšem varianta NPK měla jen o 0,1 t menší výnos slámy. Varianty hnojené pouze organickými hnojivy Kal a Hnůj měly stejný výnos (2,9 t), což bylo navýšení oproti kontrole 0,4 t.

Graf 4: Vliv hnojení na výnos slámy jarního ječmene (t/ha) na stanici Suchdol



5.5 Obsah N-látek v zrně

Optimální obsah N-látek v zrně jarního ječmene je od 10,2 % do 11 %. V pokusu nebyly ani jednou zjištěny nadlimitní obsahy N-látek v zrně, ale spíše naopak. Optimálních hodnot v celém tříletém pokusu bylo dosaženo na Červeném Újezdě pouze v roce 2015 u variant N (10,5 %) a N + sláma (10,6 %) a na stanici Suchdol v roce 2014 u variant N (10,3 %) a NP (10,4 %).

Tabulka 10 znázorňuje obsah N-látek v zrně na stanici Červený Újezd. Nejvyšší hodnota v roce 2013 byla naměřena u kontroly, a to 10,1 %, naopak tomu bylo u varianty Hnůj s obsahem N-látek 8,3 %. Vyšších hodnot dosahovaly varianty N a N + sláma, u kterých byl pokles ve srovnání s kontrolou o 8 %. Varianty Kal a Hnůj se od sebe lišily o 1,3 % a přibližovaly se nejnižší hodnotě. U varianty NPK (8,9 %) byl zjištěn nižší obsah N-látek oproti kontrole o 11% a u varianty Hnůj ½ +N (8,7 %) byl obsah nižší o 14 %. V roce 2014 byly v průměru obsahy N-látek nižší o 9 % oproti předešlému roku. Nejnižší hodnota byla zjištěna u

varianty Hnůj (7,6 %) oproti kontrole to byl pokles o 2 %. Hodnoty nad 8 % N-látek dosahovaly varianty hnojené minerálními hnojivy nebo kombinace minerálního hnojení s organickým. Nejvyšší obsah byl zjištěn u varianty N + sláma a jen o 1 % méně měla varianta N. Výsledky obsahu N-látek v roce 2015 korelují s rokem 2014, jsou ovšem vyšší o 1 % N-látek v zrně než v roce 2014.

Tabulka 10: Vliv hnojení na obsah N-látek v zrně jarního ječmene (%) na stanici Červený Újezd

Varianta		Obsah N-látek v zrně v %		
		2013	2014	2015
1	Kontrola	10,1	7,8	8,6
2	Kal	8,6	7,7	8,3
3	Hnůj	8,3	7,6	8,2
4	Hnůj ½ + N	8,7	8,3	9,5
5	N	9,2	8,9	10,5
6	NPK	8,9	8,6	9,9
7	N + sláma	9,5	9,0	10,6

Na stanici Suchdol byla nejnižší hodnota obsahu N-látek v roce 2013 naměřena u varianty Kal (7,4 %), ovšem varianta Hnůj dosahovala jen o 0,2 % N-látek vyšší obsah než Kal. Nejvyšší hodnota byla zjištěna u dvou variant, a to N a NPK s hodnotou 9,1 % N-látek. Varianta Hnůj ½ + N měla vyšší obsah ve srovnání s kontrolou o 4 %. Podobný obsah N-látek měla varianta N + sláma oproti kontrole, to byl nárůst o 8,9 %. Varianty NP, NK a PK měly obsah N-látek 8 a 8,5 %. Varianty roku 2014 dosahovaly nejvyššího obsahu N-látek v zrně. Hodnoty nad 10 % byly zjištěny u variant hnojených především minerálním dusíkem, a to Hnůj ½ + N, N, NP a NK. Přibližně o 1 % méně N-látek měly varianty NPK (9,8 %) a N + sláma (9,4 %). Nejnižší obsah byl u Kontroly (8,0 %). V roce 2015 byly největší rozdíly mezi variantami hnojení. Nejnižší obsah měla varianta PK (6,1 %) a naopak nejvyšší obsah o 3,4 % N-látek varianta N + sláma. U variant hnojených minerálními hnojivy nebo kombinací minerálního hnojení s organickým se pohyboval obsah N-látek od 8,1 % (N) do 8,6 % (Hnůj ½ + N). Varianty Kontrola a Hnůj byly srovnatelné ovšem o 1% méně N-látek měla varianta Kal.

Tabulka 11: Vliv hnojení na obsah N-látek v zrně jarního ječmene (%) na stanici Suchdol

Varianta		Obsah N-látek v zrně v %		
		2013	2014	2015
1	Kontrola	8,2	8,1	6,4
2	Kal	7,4	8,8	7,5
3	Hnůj	7,6	8,7	6,6
4	Hnůj ½ + N	8,6	10,0	8,6
5	N	9,1	10,3	8,1
6	NPK	9,1	9,8	8,3
7	N + sláma	8,9	9,4	9,5
8	NP	8,5	10,4	8,5
9	NK	8,0	10,1	8,4
10	PK	8,0	8,4	6,1

6 Diskuze

6.1 Počet odnoží

Teplé počasí v dubnu a květnu v roce 2013 (grafy 11 a 12) vytvořilo vhodné podmínky pro odnožování. Na variantách hnojených minerálními hnojivy byly stanoveny počty odnoží vyšší než 1700/m². Tendence počtu odnoží se na obou stanovištích výrazně neliší. Ovšem vyšší počty odnoží byly zjištěny na stanici Červený Újezd, i když ve výnosech je to naopak. Baethgen a kol. (1995) uvádějí, že vyšší míra dusíkatého hnojení v začátku vegetace příznivě působí na tvorbu odnoží, ovšem ne všechny odnože vytvoří klasy. Vyšší počet odnoží na Červeném Újezdě byl také způsoben vlhčími podmínkami půdy na začátku vegetace jarního ječmene. Půdy na Červeném Újezdě byly chladnější s dostatkem vláhy, jelikož jsou těžší a méně záhřevné. Proto byl ječmen delší dobu ve fázi odnožování a měl dostatek času na tvorbu odnoží. Thomas a Fukai (1995) píší, že doba trvání různých vývojových etap se velmi liší v závislosti na průběhu počasí a úrodnosti půdy. Největší rozdíl v počtu odnoží mezi stanicemi byl zjištěn u variant NPK. Nejvyšší počet byl zjištěn u NPK (Červený Újezd, 2357 odnoží), to je o 549 odnoží více než u varianty NPK (Suchdol). Na to mělo příznivý vliv hnojení P a K hnojivy v horších půdně klimatických podmínkách. Baier (1999) uvádí, že ječmen jarní přijme do začátku sloupkování z celkového množství živin až 54 % N, 46 % P, 63 % K, 50 % Ca a 33 % Mg.

Počty odnoží v letech 2014 a 2015 lze popsat dohromady, jelikož se tendence počtu odnoží u jednotlivých variant hnojení v obou letech výrazně nemění a můžeme též říci, že byl velice podobný také průběh počasí v začátku vegetace, jak je uvedeno v příloze v grafech 13 - 16. Příznivý průběh jarního období umožnil výsev ječmene již v první polovině března a počet odnoží proto dobře korespondoval se systémem hnojení. Na variantách hnojených minerálními hnojivy byl zjištěn průměrný počet odnoží vyšší na stanici Červený Újezd 1140/m² a méně na stanici Suchdol 970/m². U variant hnojených organickými hnojivy tomu bylo naopak, vyšší průměrný počet odnoží byl zjištěn na Suchdole 960/m² a méně na Červeném Újezdě 880/m². Jarní ječmen potřebuje v době odnožování dostatek pohotových živin, a jelikož jsou na Suchdole úrodnější půdy s dobrými zásobami živin, byly pro ječmen lépe přístupné, i přesto, že nebyl přímo hnojen minerálními hnojivy.

6.2 Počet zrn v klasu

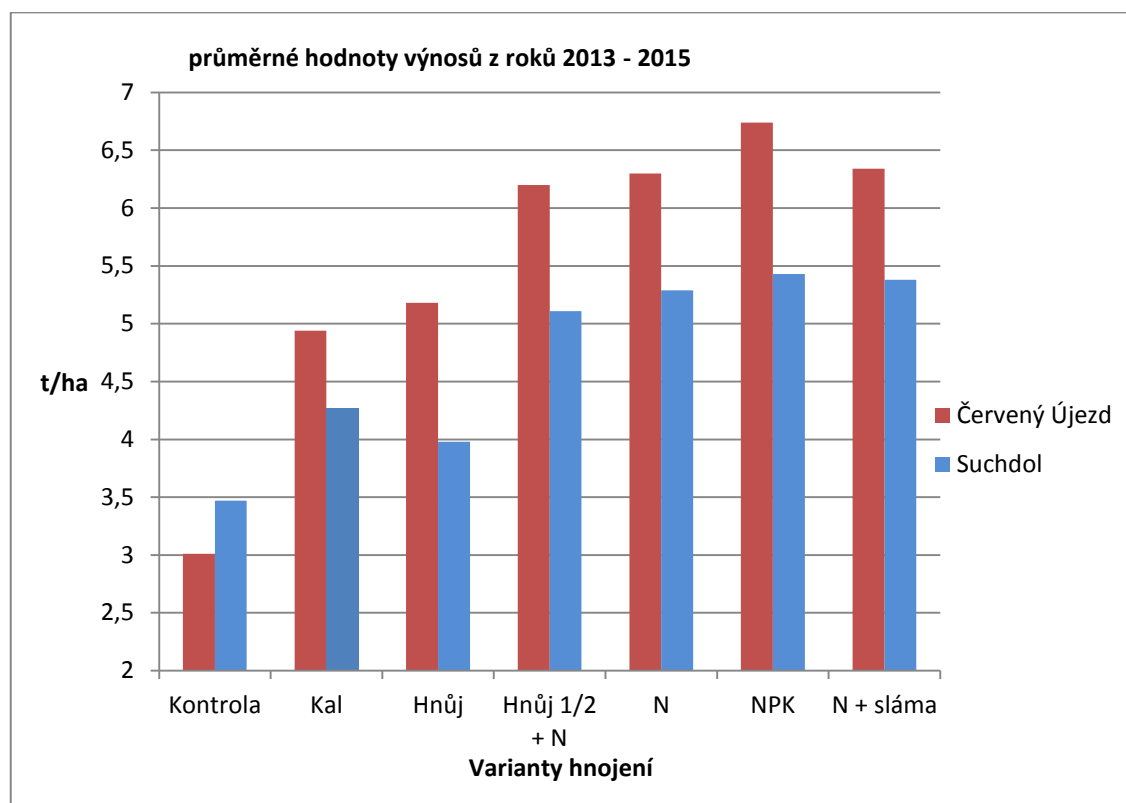
Z výsledků je patrné, že se počty zrn ve sledovaných letech odlišovaly, jak v rámci jednotlivých stanovišť, tak mezi stanovišti. Na stanici Červený Újezd byl průkazně odlišný rok 2014 od ostatních let, u kterých byly zjištěny nižší počty zrn v klasech, ovšem na stanici Suchdol byly průkazně nejvyšší počty zrn v roce 2013. Při srovnání jednotlivých variant hnojení bylo u většiny případů zjištěno, že příznivěji na počet zrn působilo hnojení minerálními hnojivy přímo k ječmeni s výjimkou roku 2014 na stanici Suchdol, kdy byly vyšší počty zjištěny u variant Kontrola a Hnůj oproti minerálně hnojeným variantám. Přesto však výsledný výnos zrna na těchto variantách byl nižší oproti minerálně hnojeným. To bylo způsobeno nižším obsahem dusíku v rostlinách v průběhu vegetace (data nejsou v práci publikována) současně s menší tvorbou nadzemní biomasy. Rostliny v průběhu zrání znovu využívají (reutilizují) dusík krátkodobě uložený v listech a stoncích při vytváření generativních orgánů. Nejvyšší počet zrn v klasech 24,6 (u varianty Hnůj $\frac{1}{2}$ + N) na stanici Červený Újezd a 24 zrn (u varianty NK) na stanici Suchdol, což jsou varianty, u kterých je aplikován draslík, ať už minerální, nebo v podobě hnoje. Čemuž odpovídá tvrzení Stanca a kol. (1992), že nedostatek draslíku může redukovat klas a počet zrn.

6.3 Výnos zrna

Průměrné výnosy variant hnojení ze sledovaných let (graf 5) byly zjištěny vyšší na stanici Červený Újezd s výjimkou nehnojené kontroly, kde má ječmen příznivější podmínky pro růst na stanici Suchdol. Z detailnějšího pohledu byl ovšem rok 2013 odlišný. Vyšších výnosů na všech variantách hnojení bylo dosaženo na stanici Suchdol. To bylo způsobeno vlivem ročníku, především množstvím a načasováním srážek. Obecně vyšší srážky byly na stanici Červený Újezd. V roce 2013 bylo velké množství srážek v období května a začátku června, kdy se vyplavilo velké množství dusíku a ječmen při tvorbě zrna již trpěl jeho nedostatkem. Lepší podmínky měl proto na stanici Suchdol s lepšími půdními podmínkami. Roky 2014 a 2015 byly odlišné. Vyšší srážky v období dubna a května byly zaznamenány na stanici Červený Újezd, kdy probíhala dobře mineralizace živin a jejich příjem rostlinami, které v pozdější době tvorby zrna dobře využily. Oproti tomu na Suchdole byl v dubnu a květnu nedostatek srážek, po kterých následovalo v červnu teplé období, kdy byl ječmen již po kvetení a docházelo k urychlení tvorby zrna.

Výše uvedené tvrzení odpovídá i výsledkům Hřivny a kol. (2010), kteří ve svých pokusech v roce 2009 s nadprůměrnými srážkami zjistili, že zásoba přístupného N v půdě a jeho uvolňování ze snadno hydrolizovatelných forem během vegetace byly příznivé k dosažení vysokého výnosu zrna.

Graf 5: Srovnání vlivu hnojení na výnos zrna na stanovištích Červený Újezd a Suchdol

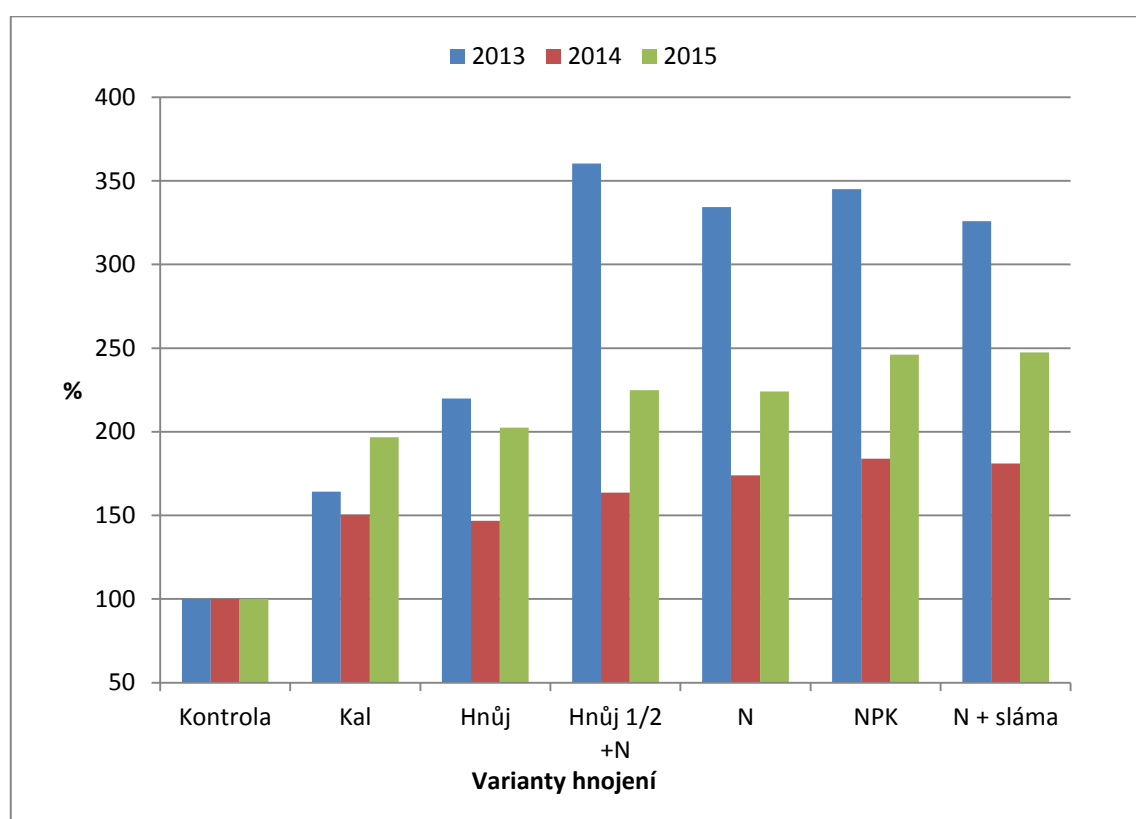


Výnos zrna byl nejvíce ovlivněn minerálním hnojením a v menší míře hnojením organickými hnojivy, a to na obou stanovištích. Podobné výsledky uvádějí také Kangor a kol. (2010), že vliv hnojení má na výnos jarního ječmene až 82 %. V grafu 6 je relativní srovnání variant hnojení s kontrolou na stanici Červený Újezd, kde je dobře vidět rozdíly, jak mezi roky, tak mezi variantami hnojení. Nejvíce vyrovnaný byl rok 2014, kdy byl nárůst na variantě NPK (s nejvyšším výnos) oproti kontrole 84 %. V roce 2015 byla stejná tendence výnosu, ovšem výnosy jednotlivých variant byly vyšší přibližně o 50 %. Odlišný byl rok 2013, kde byl nárůst varianty NPK oproti kontrole o 245 % a u nejnýnosnější varianty Hnůj ½ + N o 260 %. Organicky hnojené varianty měly v průměru nárůst oproti kontrole o 80 %.

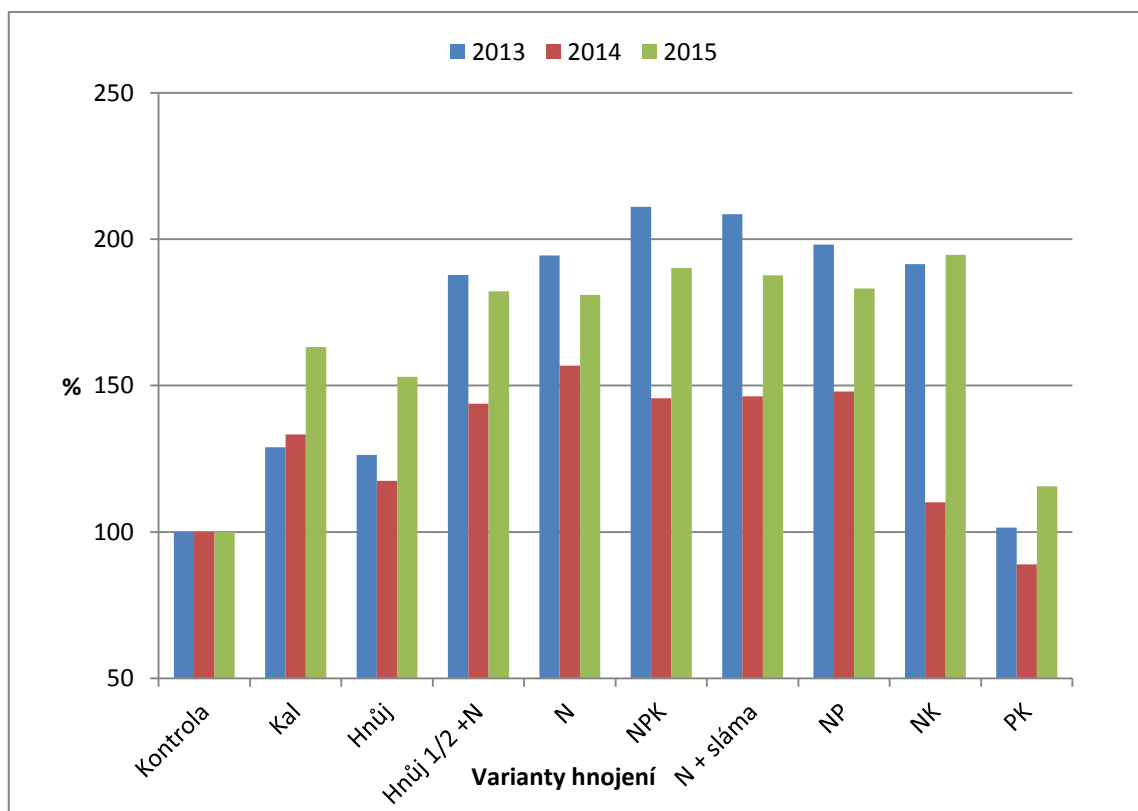
Na stanici Suchdol nejsou tak velké rozdíly mezi variantami hnojení ani mezi jednotlivými roky, což je způsobeno lepšími půdně klimatickými podmínkami. V grafu 7 je

dobře vidět rozdíl mezi variantami hnojenými organickými hnojivými a minerálními hnojivými, který je v průměru přibližně 50 %. Nízký výnos ve všech hodnocených letech byl srovnatelně s kontrolou nízký u varianty PK. Na to mělo vliv hnojení PK hnojivými, které příznivě působí na tvorbu zrna, jak je uvedeno výše. U rostlin ječmene na této variantě byly zjištěny velké počty zrn v klasech, které ale v pozdější době rostlina nedokázala vyživit vlivem nedostatku dusíku. Peltonen-Sainio a kol. (2015) ve svém pokusu uvádějí, že nejen nedostatek N výrazně redukuje výnos, ale je nutné sledovat problematiku ve složitějších interakcích.

Graf 6: Srovnání vlivu hnojení na výnos zrna jarního ječmene na stanici Červený Újezd v jednotlivých letech.



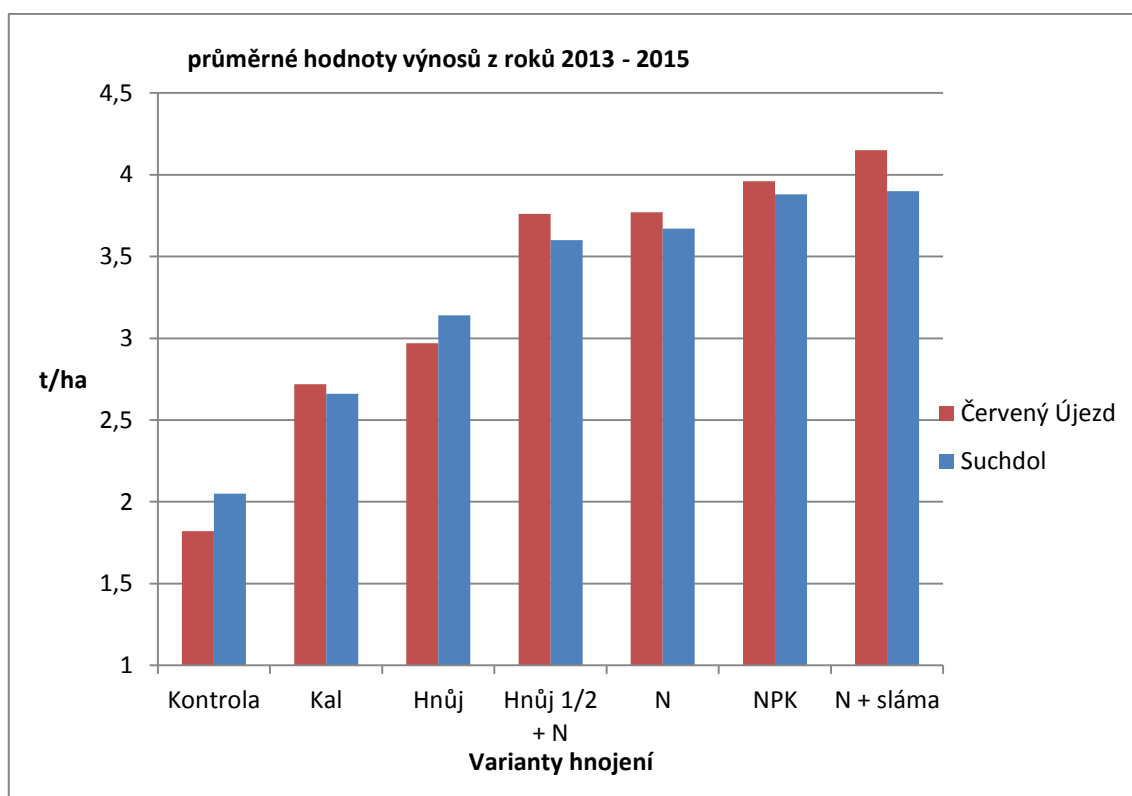
Graf 7: Srovnání vlivu hnojení na výnos zrna jarního ječmene na stanici Suchdol v jednotlivých letech.



6.4 Výnos slámy

Vyšší výnosy slámy byly zjištěny na stanici Červený Újezd s výjimkou kontroly a varianty Hnůj, ovšem rozdíly nejsou významné (graf 8). Výnosy měly stejný trend s výnosy zrna mezi variantami hnojení na obou stanovištích. Stejně tvrzení lze uvést i o jednotlivých letech sledování s výjimkou roku 2014 na stanici Suchdol, v tento rok byly zjištěny nejnižší výnosy zrna, ovšem ve výnosu slámy tomu bylo právě naopak, hlavně u variant hnojených minerálními hnojivy. To bylo způsobeno vhodnými podmínkami v době sloupkování, především průběhem počasí, kdy došlo k urychlení tvorby zrna a snížení výnosu zrna. Ječmen proto využil živiny pro tvorbu slámy.

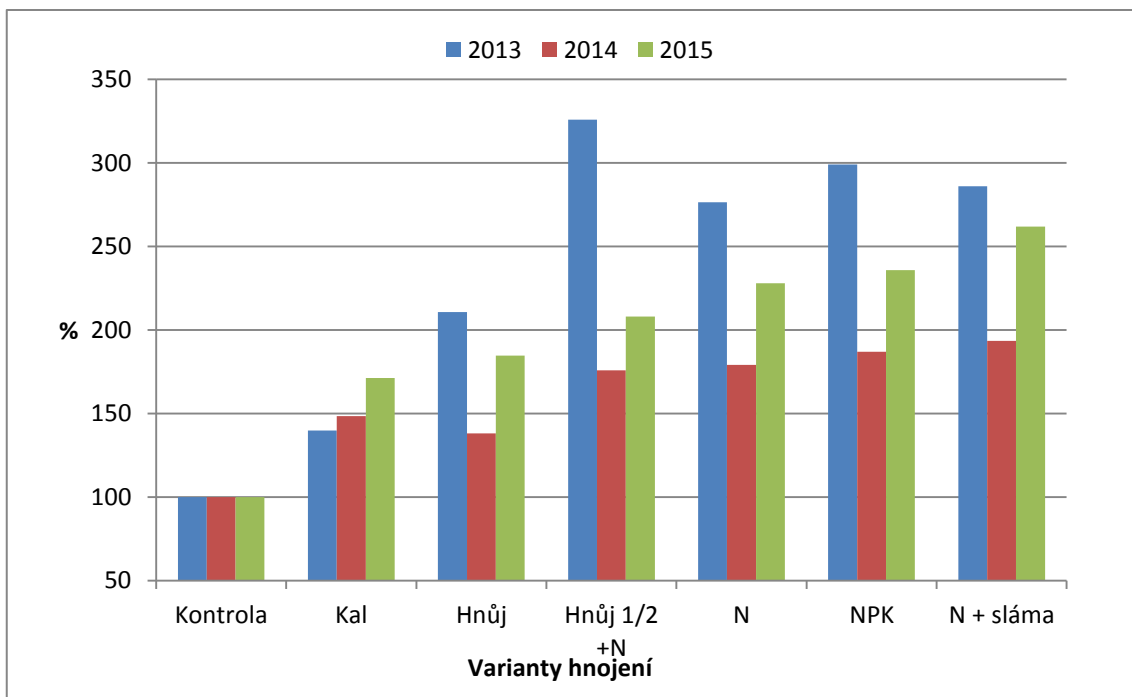
Graf 8: Srovnání vlivu hnojení na výnos slámy na stanovištích Červený Újezd a Suchdol



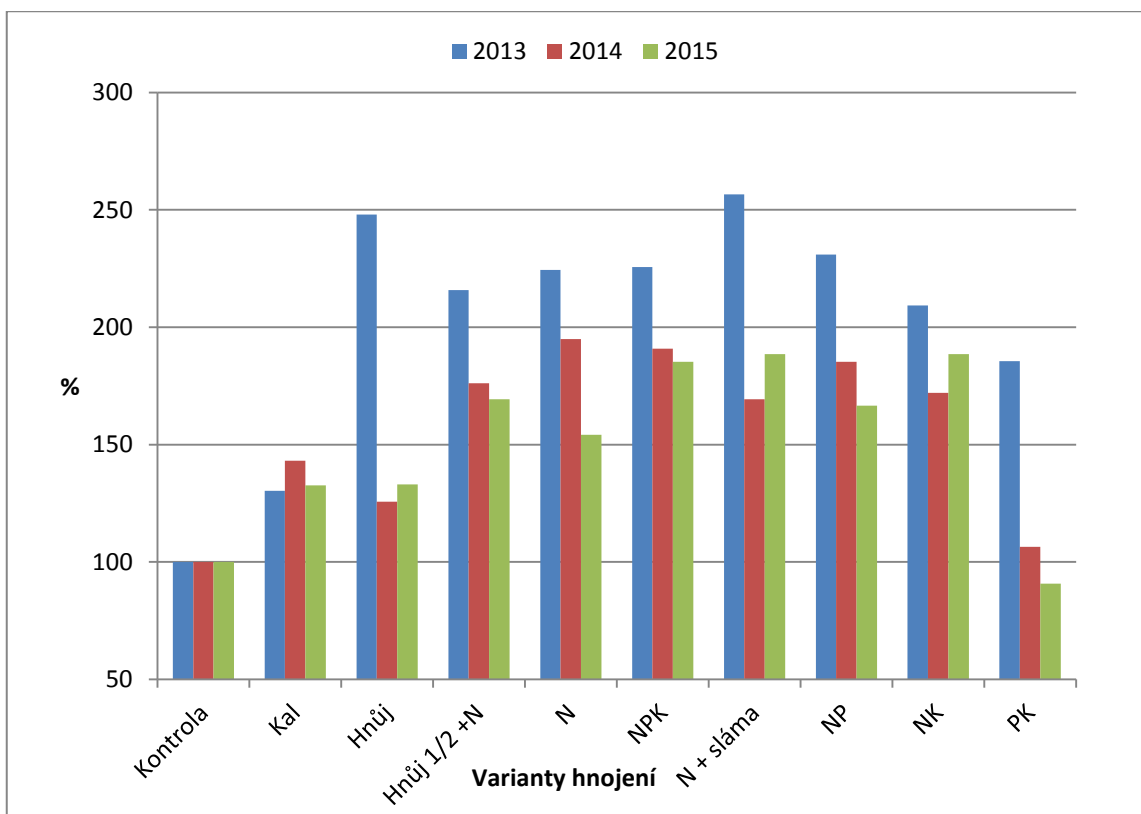
V grafech 9 a 10 je relativní srovnání výnosu slámy na stanovištích Červený Újezd a Suchdol. V roce 2013 byly zjištěny největší rozdíly ve výnosech slámy. Na stanici Červený Újezd byl nárůst výnosu o 226 % u varianty Hnůj ½ + N oproti kontrole a na stanici Suchdol byl nárůst o 157 % u varianty N + sláma a o 148 % u varianty Hnůj. Na vyšší výnos slámy u popisovaných variant hnojených organickými hnojivy mělo vliv počasí, jelikož bylo dostatek srážek během měsíců května a června, kdy se mohla organická hmota v půdě dobře mineralizovat. Richter a kol. (2010) píše, že nejvíce dusíku porost odčerpá v období konce odnožování a sloupkování. Je-li v tomto období nedostatek dusíku, dochází k problémům. Nevytváří se dostatečný listový aparát a snižuje se tvorba sušiny. Peltonen-Sainio a kol. (1997) píše, že velikost listové plochy a délka trvání listové plochy výrazně ovlivňují produktivitu plodin.

Pokud porovnáme varianty hnojené pouze organickými hnojivy Kal a Hnůj, tak vyšší průměrné výnosy slámy za sledované roky byly zjištěny u varianty Hnůj na obou stanovištích. To je způsobeno pomalejší mineralizací hnoje. Hnůj se rozkládá více let než Kal, proto se z něj uvolňovalo k ječmeni více živin, což ve své práci uvádějí Gutser a kol. (2005).

Graf 9: Srovnání vlivu hnojení na výnos slámy jarního ječmene na stanici Červený Újezd v jednotlivých letech.



Graf 10: Srovnání vlivu hnojení na výnos slámy jarního ječmene na stanici Suchdol v jednotlivých letech.



6.5 Obsah N-látek v zrně

Tento parametr se na sledovaných stanovištích vytvářel odlišně. Na stanici Suchdol byly vyšší obsahy N-látek v roce 2014, kdy byly zjištěny nejnižší výnosy zrna a nedocházelo tedy k velkému zředovacímu efektu. Stejně tomu bylo v roce 2013 na stanici Červený Újezd. Richter a kol. (2010) píše, že v našich podmínkách často dochází k pozdní mineralizaci, zvláště po předplodinách zanechávajících velké množství pomalu se rozkládajících posklizňových zbytků. Tento dusík pak nemůže být využit pro tvorbu výnosu, ale vede k akumulaci dusíkatých látek v zrně. Tomuto tvrzení odpovídal i nejvyšší obsah N-látek v roce 2013 u kontroly na Červeném Újezdě, kde byl zjištěn nejmenší výnos zrna i slámy, dusík mohl být tedy využit pro tvorbu zrna.

Varianty hnojení na Červeném Újezdě v roce 2014 a na Suchdole v roce 2015 vykazovaly nižší hodnoty obsahu N-látek, jelikož byl dostatek srážek v první polovině vegetace, N se využil spíše pro tvorbu sušiny. V období dozrávání již bylo sucho, což zhoršilo translokaci N do zrna, a to se nepříznivě odrazilo v obsahu N-látek v zrně.

Hodnoty nad 10 % N-látek v zrně byly na stanici Červený Újezd v roce 2013 u kontroly a v roce 2015 u variant N a N + sláma, na stanici Suchdol to bylo pouze v roce 2014 u variant Hnůj ½ + N, N, NP a NK. Na to působilo rychlejší dozrávání porostů, které je spojeno s vyšším obsahem dusíkatých látek v zrně a také hnojení minerálními dusíkatými hnojivy, jak uvádějí Oscarsson a kol. (1998) ve své práci, hnojení dusíkem je velmi důležité na obsah bílkovin v zrně.

7 Závěr

Cílem práce bylo zjistit vliv hnojení, ročníku a stanoviště na výnos a kvalitu jarního sladovnického ječmene na dlouhodobém stacionárním pokusu založeném v roce 1996 na stanicích Červený Újezd a Praha Suchdol. Použitá hnojiva, ať už minerální hnojena přímo k ječmeni, nebo organická hnojena k předplodinám, měla vliv na navýšení výnosu zrna i slámy. Po vyhodnocení výsledků lze uvést tyto závěry:

- na výnos zrna mělo příznivější vliv hnojení minerálními hnojivy,
- výše výnosu byla výrazně ovlivněna stanovištěm,
- na stanovišti s horšími půdně-klimatickými podmínkami byl výnos zrna i slámy výrazně ovlivněn ročníkem,
- na stanovišti s lepšími půdně-klimatickými podmínkami nebyly tak velké rozdíly ve výnosu zrna ani slámy,
- organická hnojiva lépe ovlivňovala výnos zrna i slámy v horších půdně-klimatických podmínkách,
- počet odnoží byl ve vyšší míře ovlivněn ročníkem a v menší míře stanovištěm,
- na vyšší počet odnoží mělo vliv hnojení minerálními dusíkatými hnojivy,
- počet zrn v klasu příznivě ovlivňovalo hnojení minerálními hnojivy,
- obsah dusíkatých látek v zrně byl lépe ovlivněn minerálními dusíkatými hnojivy,
- obsah dusíkatých látek v zrně nebyl ovlivněn výší výnosu zrna ani slámy,
- nepotvrdilo se, že by sušší průběh počasí snížil výnos.

8 Seznam literatury

Baethgen, W.T., Christianson, C.B., García L.A., 1995. Nitrogen fertilizer effects on growth, grain yield, and yield components of malting barley. *Field Crops Res.* 43:87-99.

Baier, J., 1999. Dobrá sladařská kvalita ječmene vyžaduje dobrou, kvalitní výživu. *Ječmenářská ročenka 2000. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský.* Praha. 145 – 174 s.

Benada, J., Zimolka, J. a kol., 2001. Metodika pěstování jarních obilnin. *Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s.r.o., Kroměříž.*

Bizík, J., Fecenko, J., Kotvas, F., Ložek, O., 1998. Metodika hnojení a výživy rostlin, AT Publishing, Bratislava, 112 s.

Briggs, D. E., 1978. *Barley.* Chapman and Hall Ltd, London.

Černý, J., Balík, J., Kulhánek, M., Kohlerová, A., Nedvěd, V., 2006. Vliv hnojení a stanoviště na kvalitu zrna sladovnického ječmene. Sborník z 12. Mezinárodní konference, Racionální použití hnojiv. ČZU, Praha.

Černý, J., Buráňová, Š., Sedlář, O., Kovařík, J., Kulhánek, M., Mužík, J., 2015. Vliv hnojení a stanoviště na výnos jarního ječmene. *Úroda 4/2015.* Profi Press, Praha.

Černý, L., Vašák, J., Křováček, J., Hájek, M., Švachula, V., Váňová, M., 2007. *Jarní sladovnický ječmen – Pěstitelský rádce.* 1. vydání, Kurent, České Budějovice.

Černý, L., 2012. Jarní ječmen v roce 2012. *Agromanuál 4/2012.* Kurent, Č. Budějovice.

Faměra, O., 1993. *Základy pěstování ozimé pšenice.* Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze. Praha. 51 s.

Friedt, W., 2011. Barley Breeding History, Progress, Objectives, and Technology in Ullrich, S. E. *Barley: Production, Improvement, and Uses.* Blackwell Publishing Ltd.

Gomez-Macpherson, H., 2001. *Hordeum vulgare.* Dostupné z http://ecoport.org/ep?Plant=1232&entityType=PL****&entityDisplayCategory=full.

Hájek, M., 2011. Jarní obilniny – regulace růstu je nástroj agronoma. *Úroda 2/2011.* Profi Press, Praha.

- Gutser, R., Ebertseder, Th., Weber, A., Schraml, M., Schmidhalter, U., 2005. Short-term and residual availability of nitrogen after long-term application of organic fertilizers on arable land. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 2005, 168, 439–446.
- Hays, J., 2011. Wheat and Barley: their history and agriculture. Dostupné z <<http://factsanddetails.com/world/cat54/sub343/item1583.html>>
- Holopainen-Mantila, U., 2015. Composition and structure of barley (*Hordeum vulgare* L.) grain in relation to end uses. Doctoral Programme in Plant Sciences, Faculty of Biological and Environmental Sciences, University of Helsinki.
- Honsová, H., Capouchová, I., 2011. Klíčivost a vitalita osiva ječmene ve vztahu k výnosovým prvkům. *Úroda* 3/2011. Profi Press, Praha.
- Hřivna, L., Běhal, R., Richter, R., 2010. Regulace dávky dusíku a její vliv na výnos a kvalitu sladovnického ječmene. Sborník z konference „Sladovnický ječmen – přiměřená ekonomika, vysoký výnos a kvalita zrna“, 8. – 11. 2. 2010. Sdružení pro ječmen a slad, ČZU, Praha.
- Hřivna, L., 2011. Racionální výživa jarního ječmene. *Úroda* 2/2011. Profi Press, Praha.
- Hubík, K. Mareček, J., 2002. Kvalita ječmene. *Úroda*. Profi Press, Praha.
- Jamar C., Du Jardin P., Fauconnier M-L., 2011. Cell wall polysaccharides hydrolysis of malting barely (*Hordeum vulgare* L.): a review. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15: 301 313.
- Kangor, T., Ingver, A., Tamm, Ü., Tamm, I., 2010. Effect of fertilization and conditions of year on some characteristics of spring wheat and barely. *Agronomy Research* 8:595 602.
- Klem, K. a kol., 2011. Využití diagnostických metod pro rozhodovací procesy v pěstební technologii jarního ječmene. *Agrotest fyto*, Kroměříž.
- Křováček, J., 2011. Přínos ozimého výsevu jarního ječmene v praxi. *Úroda* 4/2011. Profi Press, Praha.
- Lekeš, J., Benada, J., Brückner, F., Kopecký, M., Minařík, F., Přikryl, K., Voňka, Z., Zeniščeva, L., 1985. Ječmen, SZN, Praha, 312 s.
- Míša, P., 2003. Jak úspěšně pěstovat jarní ječmen? *Farmář*, 9. 1. s. 16-19.
- Molnárová, J. a Horevaj, V., 2007. Faktory ovlivňující výšku a kvalitu úrody sladovnického ječmene. *Ječmenářská ročenka 2008*. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. Praha. 269 s.

- Niero, M., Ingvordsen, C. H., Peltonen-Sainio, P., Jalli, M., Lyngkjær, M. F., Hauschild, M. Z., Jørgensen, R. B., 2015. Eco-efficient production of spring barley in a changed climate: A Life Cycle Assessment including primary data from future climate scenarios. *Agricultural Systems*, 136, 46-60.
- Novotný, P., 2010. Trh a ekonomika pěstování jarního ječmene. *Úroda* 2/2012. Profi Press, Praha.
- Oscarsson M., Andersson R., Aman P., Jonsson A., 1998. Effects of cultivar, nitrogen fertilization rate and environment on yield and grain quality of barley. *J. Sci. Food Agric.*, 78:359-366.
- Pačuta, V., Černý, I., Poláček, M., 1998. Pestovanie poľných plodín, ÚVTIP-NOI, Bratislava, 128 s.
- Peltonen-Sainio, P., Forsman, K., Poutala, T., 1997. Crop Management Effects on Pre-and Post-Anthesis Changes in Leaf Area Index and Leaf Area Duration and their Contribution to Grain Yield and Yield Components in Spring Cereals. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 179(1), 47-61.
- Peltonen-Sainio, P., Salo, T., Jauhiainen, L., Lehtonen, H., & Sieviläinen, E., 2015. Static yields and quality issues: Is the agri-environment program the primary driver? *Ambio*, 1-13.
- Petr, J. a kol., 1995. Metodika pěstování sladovnického ječmene. Svaz pěstitelů sladovnického ječmene Čech, Moravy a Slezska, ČZU, Praha.
- Petr, J., Capouchová, I., 2010. Zahnědlé špičky obilek sladovnického ječmene. *Úroda* 8/2010. Profi Press, Praha.
- Polák, B., Váňová, M., Onderka, M., Streigl, M., Pánek, Z., 1998. Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, Praha.
- Polišenská, I., a kol., 2012. Kvalita a kontaminace sladovnického ječmene.
- Příkopa, M., 2005. Ječmen jarní. Ústav agrochemie a výživy rostlin, MZLU v Brně. Dostupné z http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/hnojeni_plodin/html/obilniny/jecmen_jarni.htm
- Richter, R., Hřivna, L., Běhal, R., 2010. Korekce výživného stavu jarního ječmene – nezbytný předpoklad výše výnosu a jeho sladovnické kvality. Sborník z konference „Sladovnický

ječmen – přiměřená ekonomika, vysoký výnos a kvalita zrna“, 8. – 11. 2. 2010. Sdružení pro ječmen a slad, ČZU, Praha.

Richter, R., Hřivna, L., 2014. Specifika pěstování jarního ječmene. Agromanuál 2/2014. Kurent, České Budějovice.

Stanca, A.M., Terzi, V., Cattivelli, L., 1992. Biochemical and molecular studies of stress tolerance in barley. Chapter 13. In: PR Shewry, ed. Barley: Genetics, Biochemistry, Molecular Biology and Biotechnology. C.A.B International, Wallingford, Oxon.

Šilha, J., Cejtchaml, J., Poláková, M., 2011. Odrůda = základ výnosu a kvality jarního sladovnického ječmene. Agromanual 2011. Kurent, Č. Budějovice.

Štěpánek, P., 2014. Nabídka odrůd jarních obilnin na rok 2014. Agromanual 1/2014. Kurent, České Budějovice.

Thomas, Fukai, S., 1995. Growth and yield response of barley and chickpea to water stress under three environments in southeast Queensland. I. Light inception, crop growth and grain yield. Australian Journal of Agricultural Research 46: 17-33 s.

Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P., 2007. Výživa polních a zahradních plodin. Profi press, Praha.

Váňová, M., 2009. Jarní ječmen, prezentace ZVÚ Kroměříž z konference. Sladovnický ječmen – regulace tvorby výnosu a kvality. 9. – 13. Únor 2009. Sdružení pro ječmen a slad, ČZU, Praha.

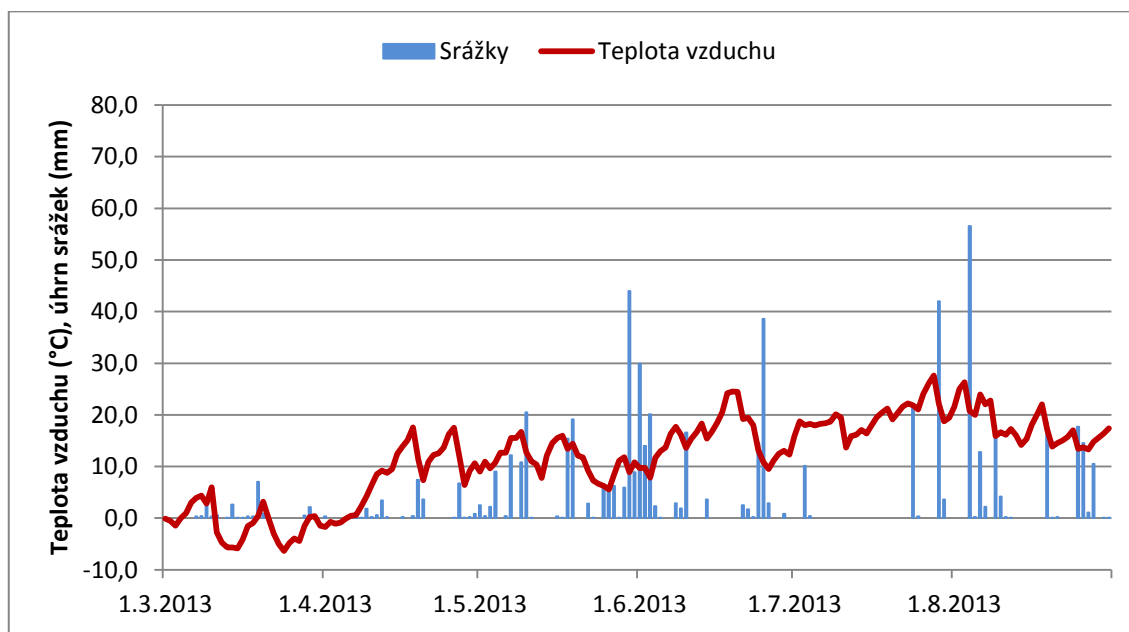
Yang, J. C., Zhang, J. H., 2006. Grain filling of cereals under soil drying. New Phytol. 169: 223–236.

Zimolka, J. a kol., 2006. Ječmen – formy a užitkové směry v České republice. 1. vydání, Profi Press, Praha.

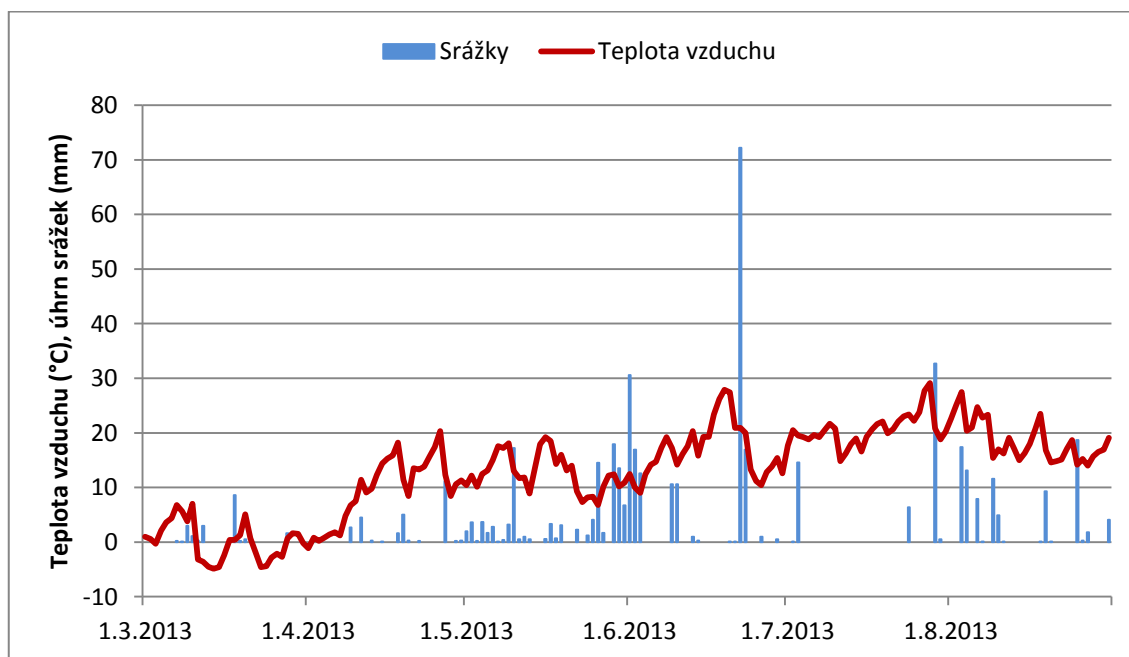
9 Přílohy

9.1 Průběh počasí v období vegetace v letech 2013 - 2015

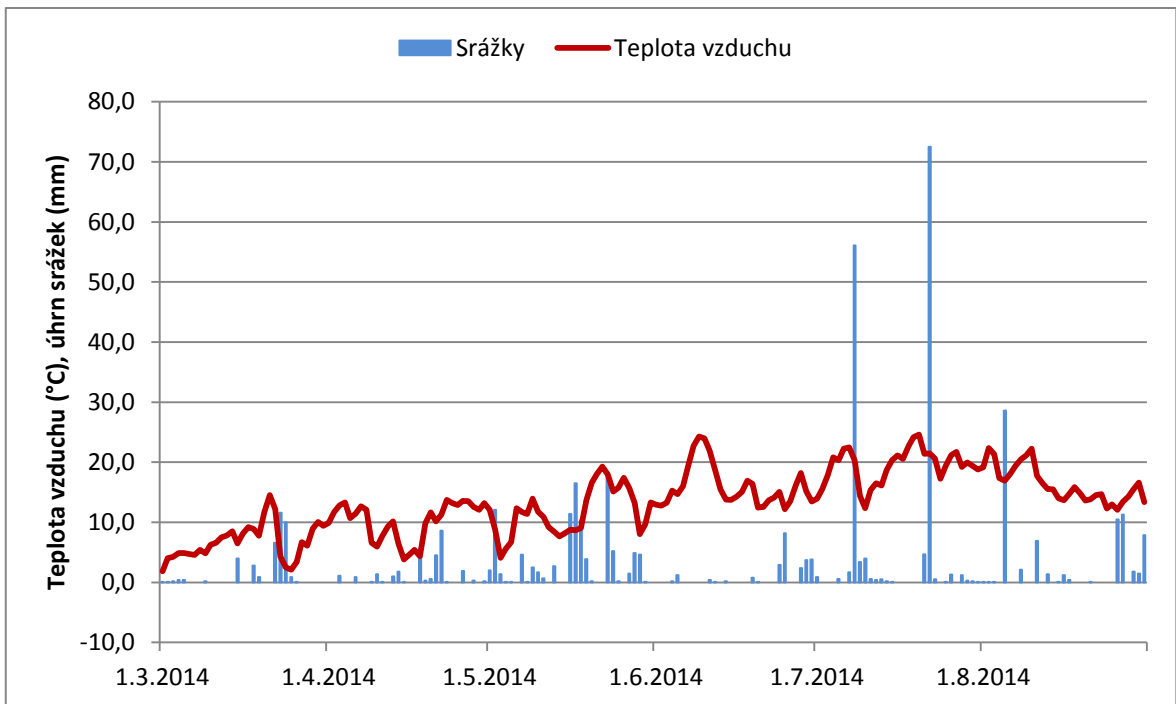
Graf 11: Teplota vzduchu a úhrn srážek od 1. 3. 2013 do 31. 8. 2013 na stanici Červený Újezd



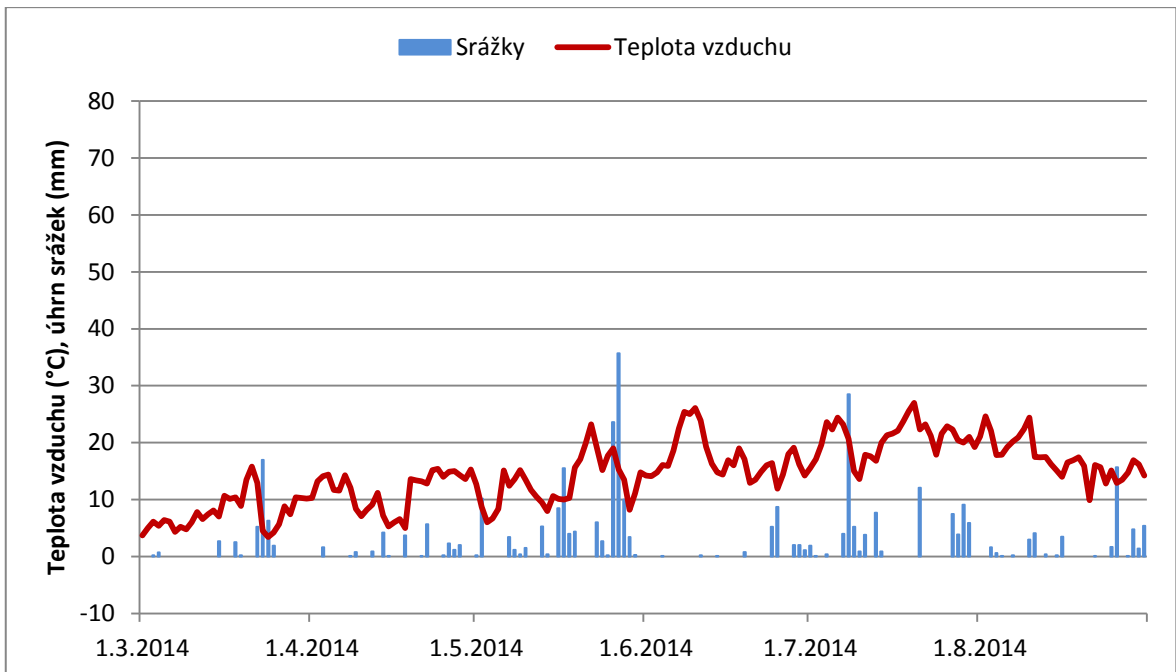
Graf 12: Teplota vzduchu a úhrn srážek od 1. 3. 2013 do 31. 8. 2013 na stanici Suchdol



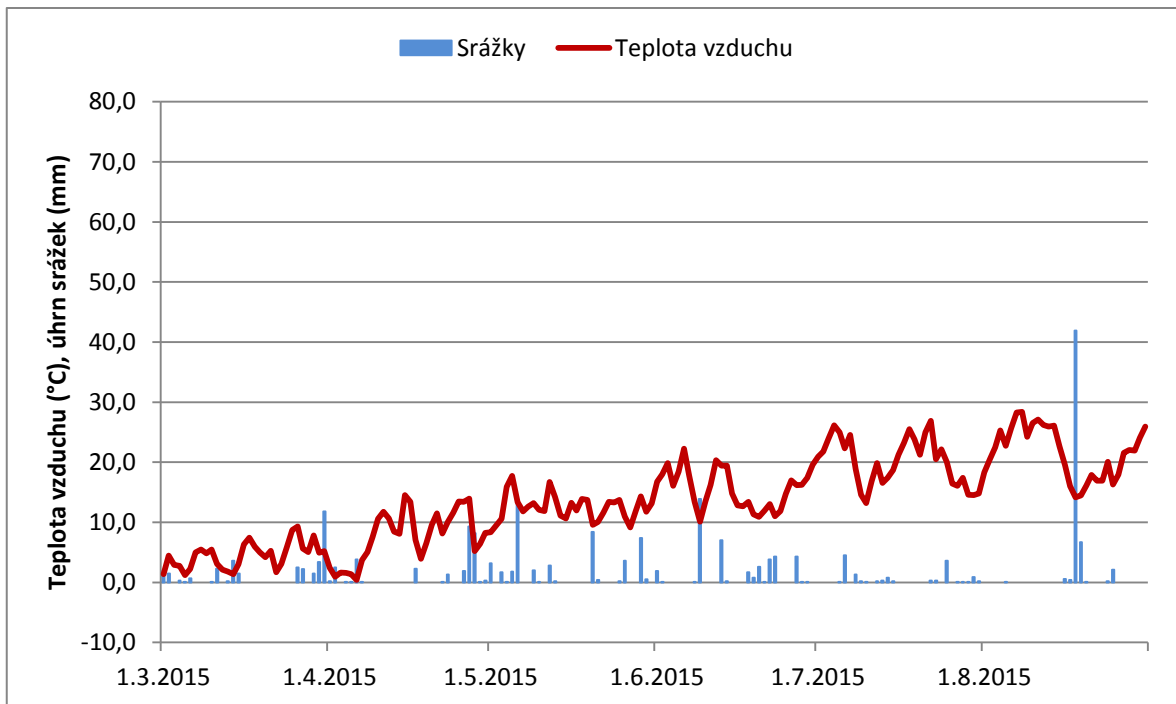
Graf 13: Teplota vzduchu a úhrn srážek od 1. 3. 2014 do 31. 8. 2014 na stanici Červený Újezd



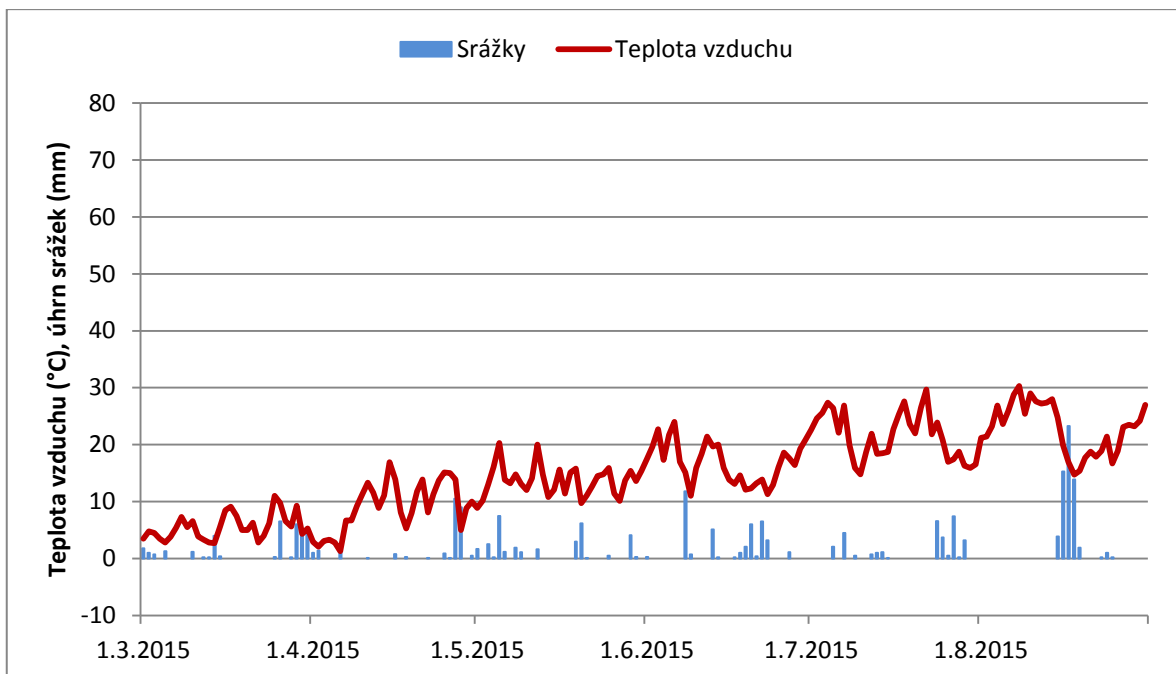
Graf 14: Teplota vzduchu a úhrn srážek od 1. 3. 2014 do 31. 8. 2014 na stanici Suchdol



Graf 15: Teplota vzduchu a úhrn srážek od 1. 3. 2015 do 31. 8. 2015 na stanici Červený Újezd

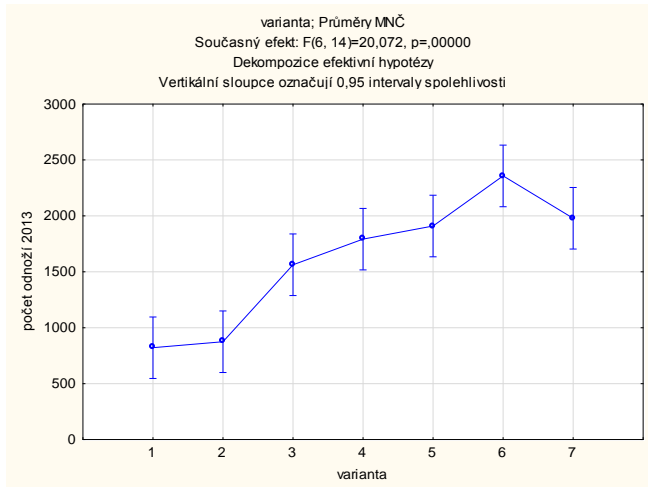


Graf 16: Teplota vzduchu a úhrn srážek od 1. 3. 2015 do 31. 8. 2015 na stanici Suchdol

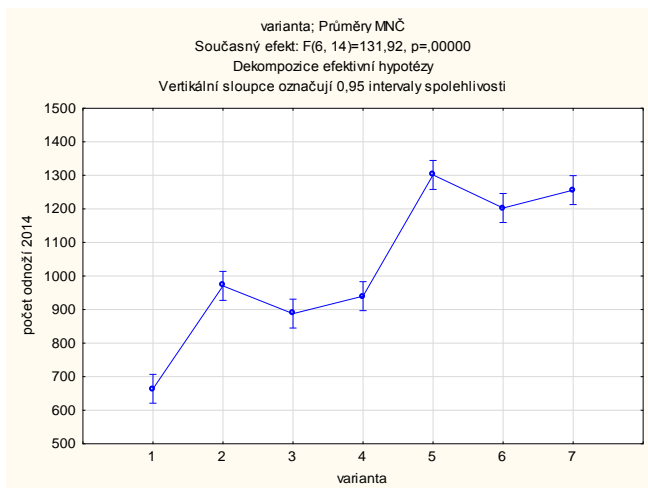


9.2 Statistické vyhodnocení – vybrané grafy

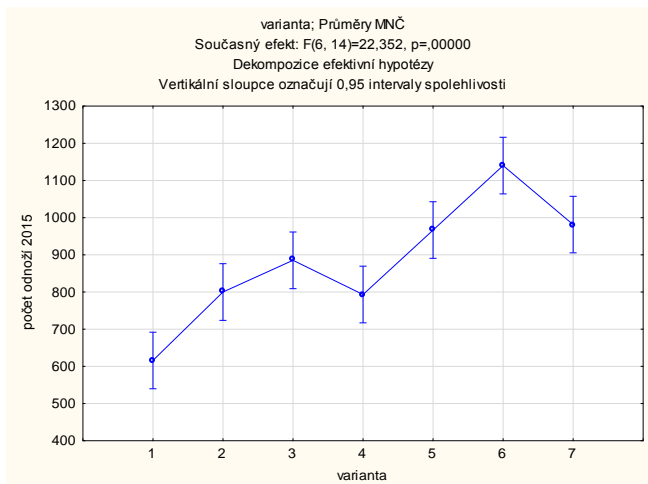
Graf 17: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi variantami hnojení, Červený Újezd, rok 2013



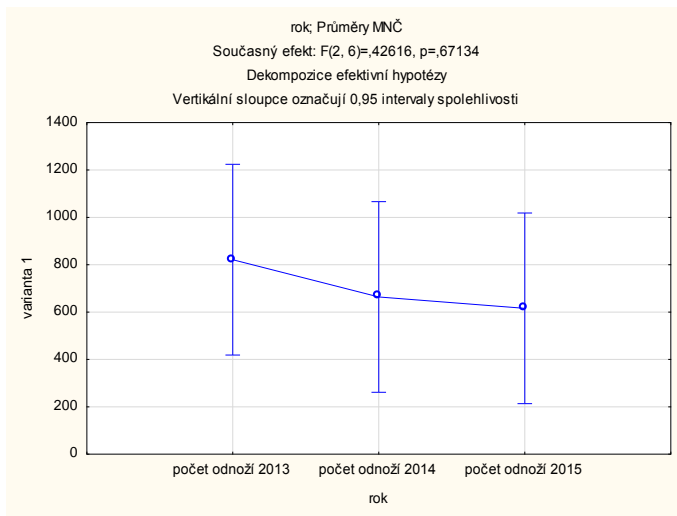
Graf 18: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi variantami hnojení, Červený Újezd, rok 2014



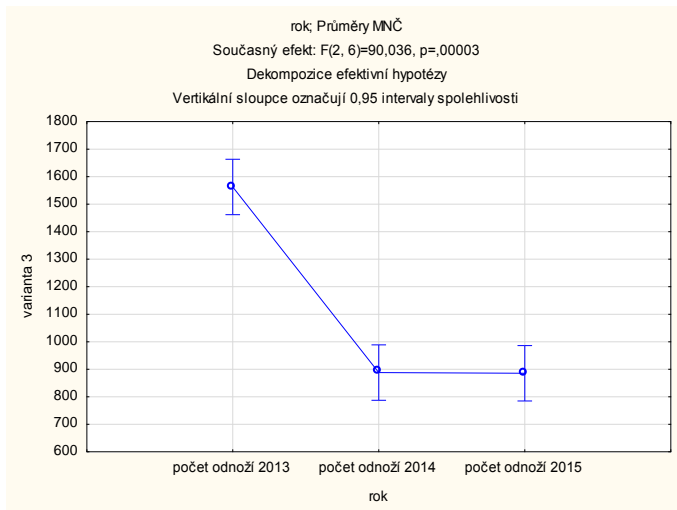
Graf 19: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi variantami hnojení, Červený Újezd, rok 2015



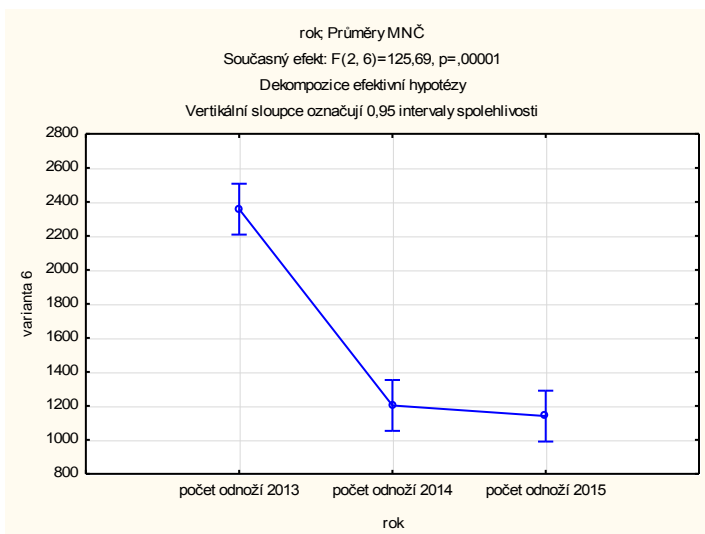
Graf 20: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi roky, Červený Újezd, varianta Kontrola



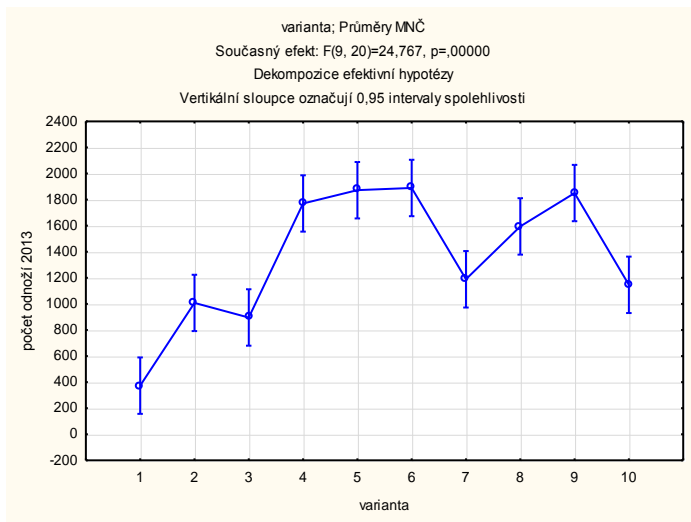
Graf 21: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi roky, Červený Újezd, varianta Hněv



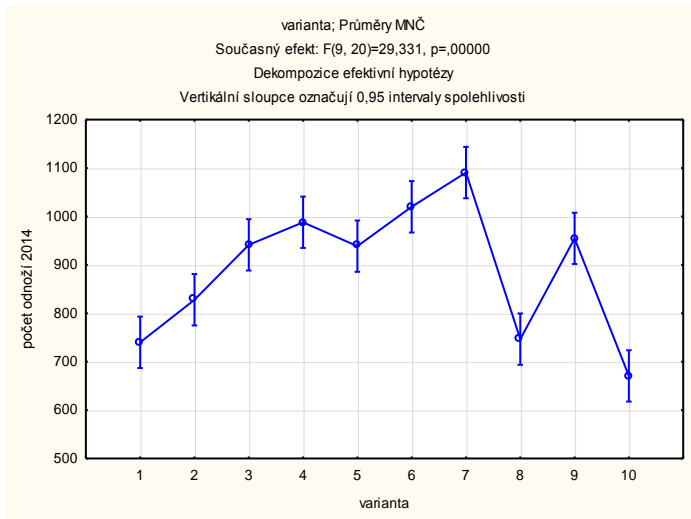
Graf 22: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi roky, Červený Újezd, varianta NPK



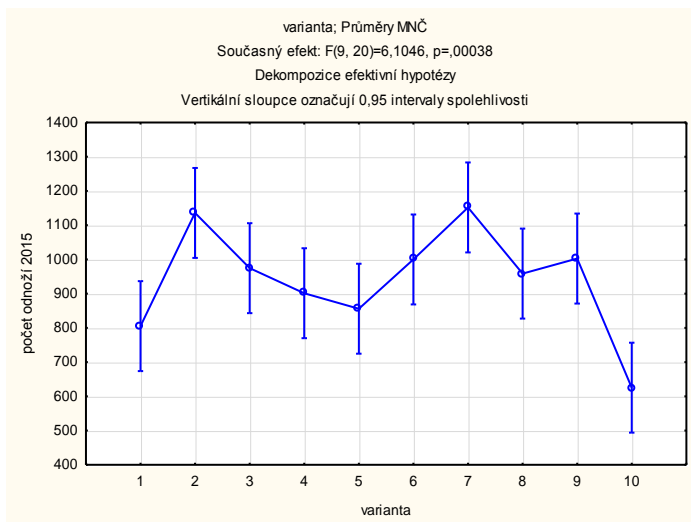
Graf 23: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi variantami hnojení, Suchdol, rok 2013



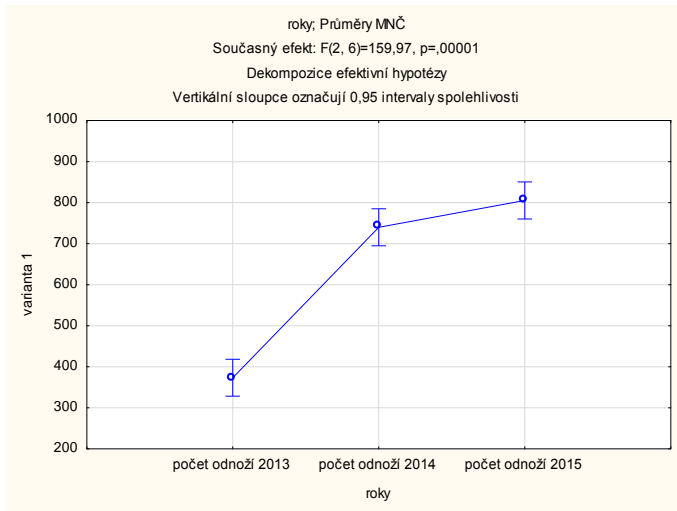
Graf 24: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi variantami hnojení, Suchdol, rok 2014



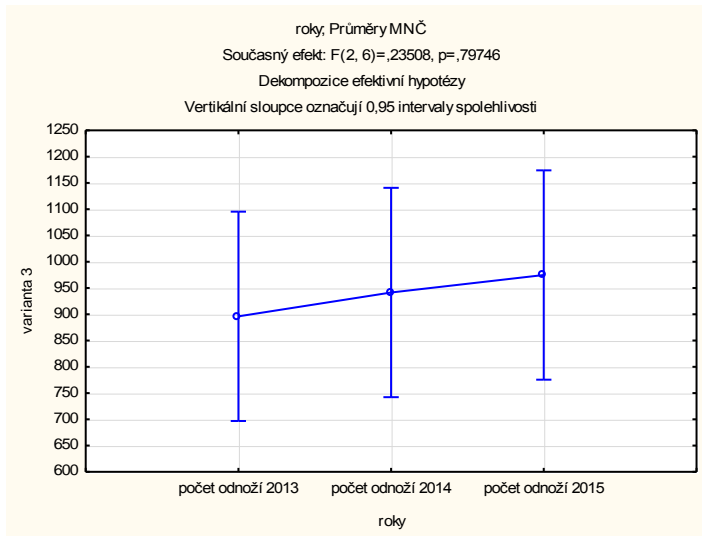
Graf 25: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi variantami hnojení, Suchdol, rok 2015



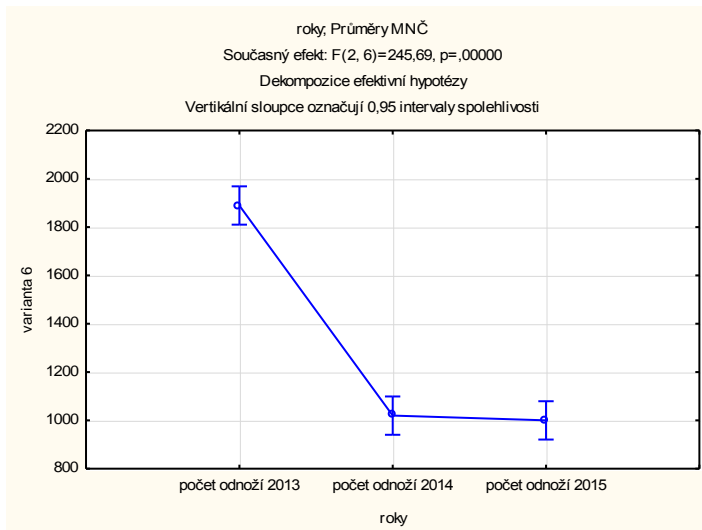
Graf 26: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi roky, Suchdol, varianta Kontrola



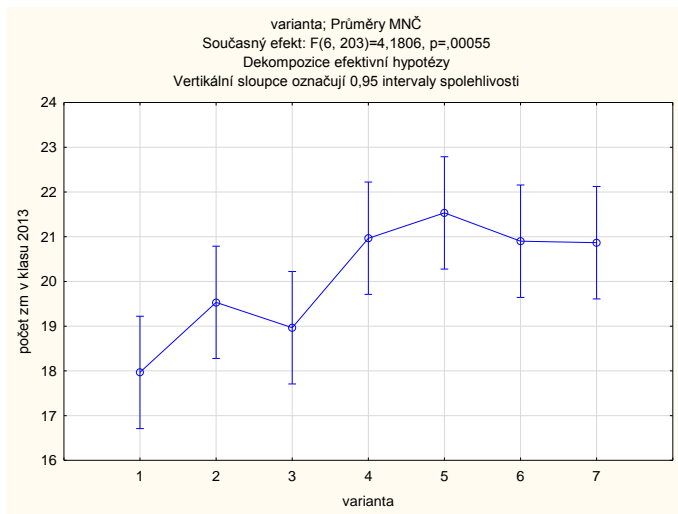
Graf 27: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi roky, Suchdol, varianta Hnůj



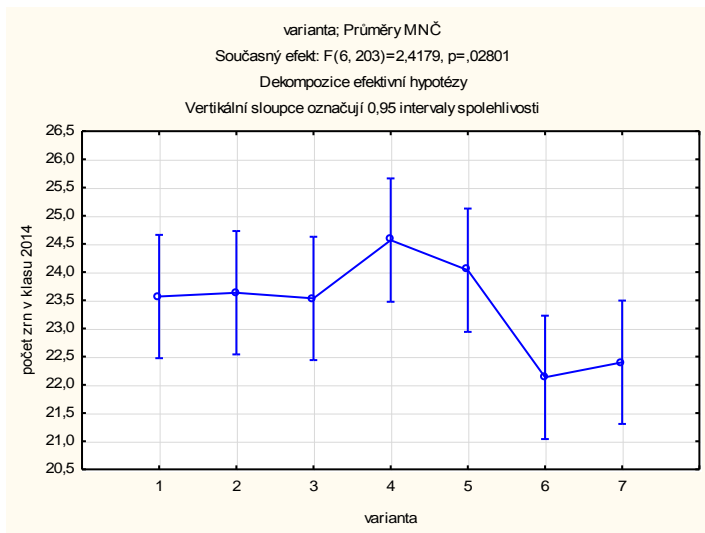
Graf 28: Statistické vyhodnocení počtu odnoží mezi roky, Suchdol, varianta NPK



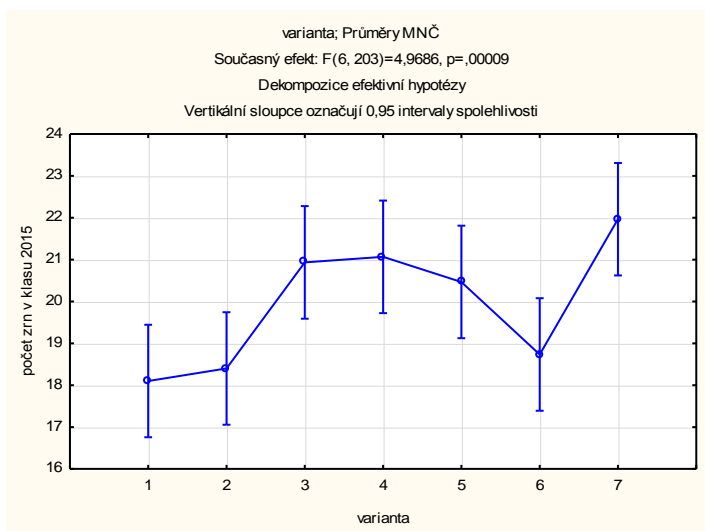
Graf 29: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi variantami hnojení, Červený Újezd, rok 2013



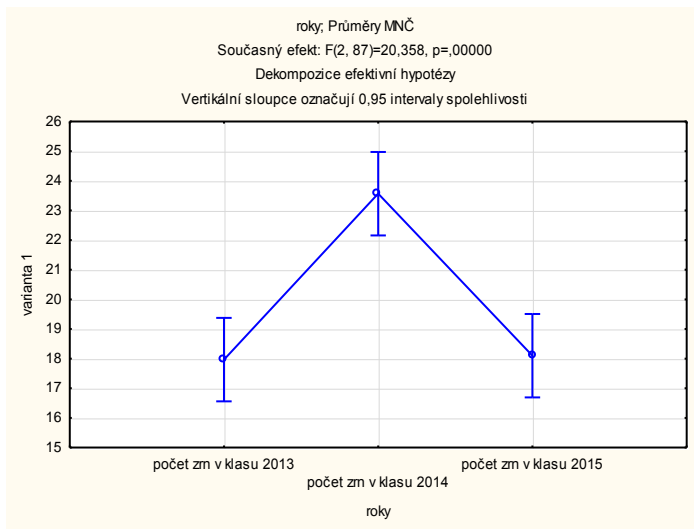
Graf 30: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi variantami hnojení, Červený Újezd, rok 2014



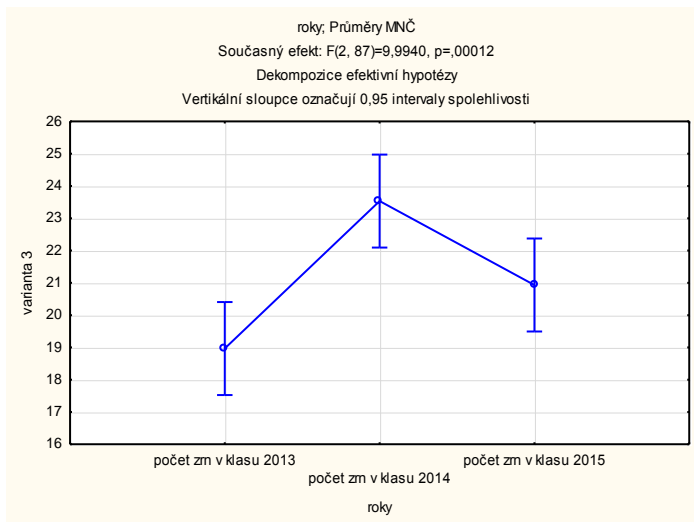
Graf 31: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi variantami hnojení, Červený Újezd, rok 2015



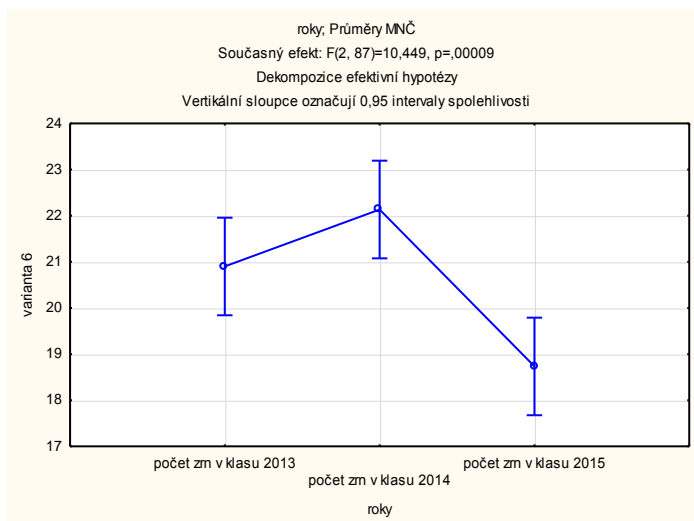
Graf 32: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi roky, Červený Újezd, varianta Kontrola



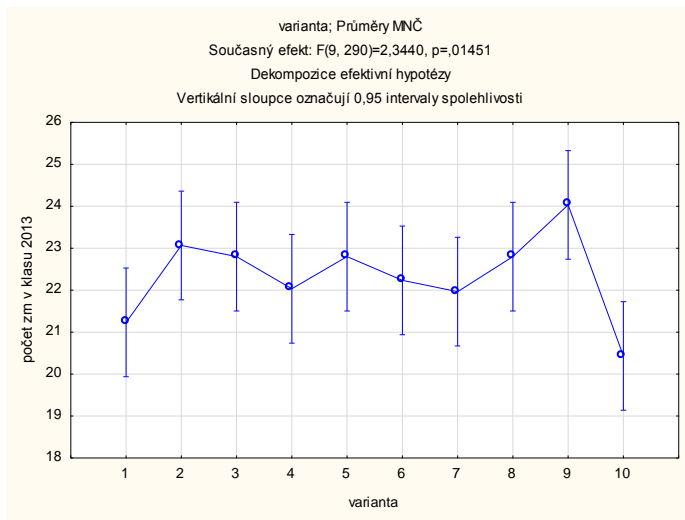
Graf 33: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi roky, Červený Újezd, varianta Hněj



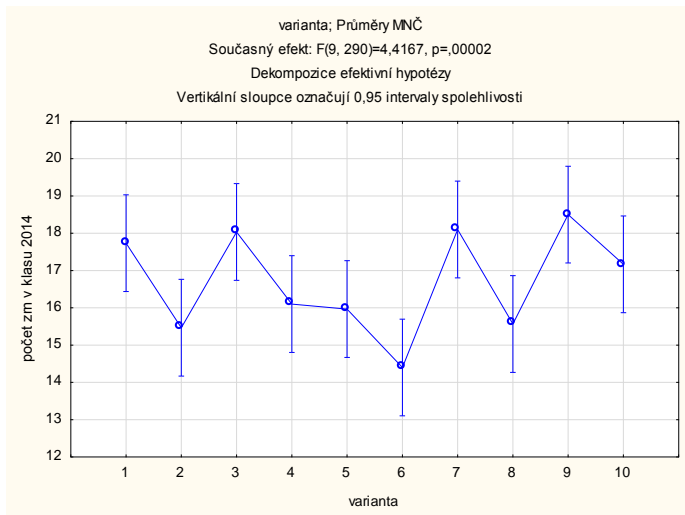
Graf 34: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi roky, Červený Újezd, varianta NPK



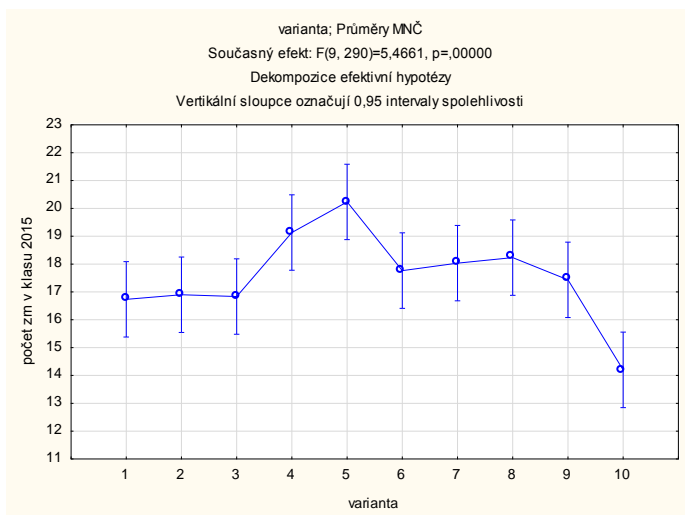
Graf 35: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi variantami hnojení, Suchdol, rok 2013



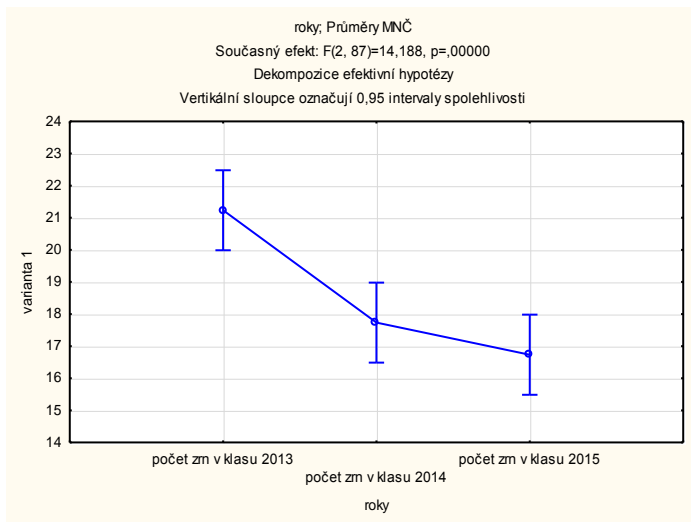
Graf 36: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi variantami hnojení, Suchdol, rok 2014



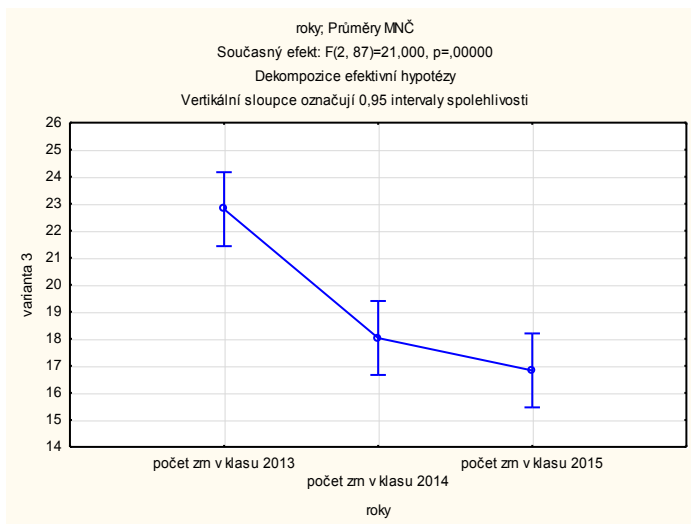
Graf 37: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi variantami hnojení, Suchdol, rok 2015



Graf 38: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi roky, Suchdol, varianta Kontrola



Graf 39: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi roky, Suchdol, varianta Hněř



Graf 40: Statistické vyhodnocení počtu zrn v klasu mezi roky, Suchdol, varianta NPK

