

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroenvironmentální chemie a výživy rostlin



Vliv hnojení a stanoviště na výnos jarního ječmene

Bakalářská práce

Autor práce: Josef Koželuh

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

© 2015 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

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

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Jindřichu Černému, Ph.D. za pomoc při zpracování bakalářské práce a vedení výzkumu potřebného k jejímu dokončení. Dále bych chtěl poděkovat kolektivu na katedře agroenvironmentální chemie a výživy rostlin za pomoc při mém výzkumu.

Vliv stanoviště a hnojení na výnos jarního ječmene

Souhrn

Tato bakalářská práce je zaměřena na hodnocení vlivu hnojení jarního ječmene organickými a minerálními hnojivy a porovnání jejich vlivu na výnos a kvalitu. Literární rešerše je zaměřena na požadavky na prostředí jarního ječmene, požadavky na jeho výživu a hnojení a na problémy při jeho pěstování, jako jsou poléhání, choroby a škůdci. Jako pokus k mé bakalářské práci byl využit dlouhodobý polní pokus při katedře agroenvironmentální chemie a výživy rostlin, který je vedený od podzimu roku 1996. Na tomto pokusu jsou v osevním sledu střídány tři plodiny v tomto pořadí: brambory, ozimá pšenice, jarní ječmen. Jen na stanovišti Červený Újezd je místo brambor, vzhledem k agrotechnickým možnostem, využívána kukuřice. Pokus je vedený na pěti stanovištích (Suchdol, Červený Újezd, Humpolec, Lukavec, Hněvčeves). Jsou to stanoviště s různými půdně-klimatickými podmínkami, které jsou využívány k posouzení vlivu stanoviště. Pokus byl veden na různých variantách hnojení. Varianta Kontrola byla ponechána bez hnojení. Varianta Hnůj byla organicky hnojená hnojem k bramborám v přepočtené dávce na 330 kg N/ha. Varianta Kal byla také hnojená k bramborám s dávkou dusíku jako varianta Hnůj. Varianta Hnůj $\frac{1}{2}$ + N byla organicky hnojená hnojem v dávce 165 kg N/ha a následně přihnojena k jarnímu ječmeni 55 kg N/ha ve formě ledku amonného s vápencem. Varianta N byla hnojena jen minerálně 70 kg N/ha ve formě LAV. Varianta NPK byla hnojena jen minerálně 70 kg N/ha, 30 kg P/ha, 100 kg K/ha, byla použita hnojiva (LAV, trojitý superfosfát, draselná sůl). Varianta N + sláma byla hnojena 70 kg/ha minerálního dusíku a jako sláma byla vždy zaorána po sklizni jarního ječmene. Z výsledků pokusu je patrné, že nejvhodnějším stanovištěm pro pěstování jarního ječmene je Červený Újezd. Tímto pokusem bylo potvrzeno, že hnojení má velký vliv na kvalitu a výnos zrna. Zároveň byl patrný rozdílný vliv jednotlivých stanovišť na výnos a kvalitu zrna. U většiny stanovišť měla nejvyšší výnos a kvalitu varianta NPK, tedy varianta minerálně hnojená třemi základními živinami. Z ekonomického hlediska se hodnotil výnos variant Kontrola, rentabilní pěstování bylo jen na stanovištích Suchdol a Červený Újezd.

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

The effect of fertilization and locality on yield of spring barley

Summary

This Bachelor thesis is focused on evaluating the impact of fertilization of spring barley by organic and mineral fertilizers, and comparing their effects on yield and quality. The literature search sought to determine spring barley requirements for environmental factors, nutrition and fertilization, and to determine cultivation problems, such as lodging, pests and disease. As an experiment included in my thesis, I conducted the long-term field study on plant nutrition, being performed since autumn 1996 at the Department of Agro-environmental Chemistry. In this study, three crops rotate in the following order: potatoes, winter wheat, spring barley. In the area of Červený Újezd the corn is used instead of potatoes, due to the agrotechnical reasons. The study took place at five areas (Suchdol, Červený Újezd, Humpolec, Lukavec, Hněvčeves). These are areas with different soil and climatic conditions, which are used to assess the influence of habitat. The experiment was conducted under several controlled conditions. The Control area was left fertilizer-free. The variant Manure involved organic fertilization with the potato-intended manure, with estimated dosage of 330 kg N/ha. Variant Kal was also fertilized with potato-intended manure, with the same amount of nitrogen as variant Manure. Variant Manure $\frac{1}{2}$ + N was organically fertilized by the manure at a dose of 165 kg N / ha and subsequently fertilized for spring barley at a dose 55 kg N / ha in the form of ammonium nitrate with limestone (ANL). Variant N received only mineral fertilization 70 kg N/ha with ANL. In the Variant NPK, only mineral fertilizers were used (ANL, triple superphosphate, potassium salt) with the total dosage 70 kg N/ha, 30 kg P/ha, 100 kg K/ha. Variant N+straw was fertilized with 70 kg/ha of mineral nitrogen and a straw was always plowed after harvesting spring barley. The results clearly show that Červený Újezd is the most suitable area for the cultivation of spring barley. This experiment also confirmed substantial influence of fertilizer on the quality and yield of grain, as well as the influence of the habitat. NPK variant had the highest yield and quality in most locations, hence a variant with mineral fertilizers containing three basic nutrients. From the economical view, Control variant only was evaluated. Profitable production was reached only at sites Suchdol and Červený Újezd.

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

Obsah

Obsah	4
1 Úvod	8
2 Cíl práce.....	9
3 Literární přehled	10
3.1 Historie pěstování	10
3.2 Situace v České republice	10
3.3 Botanická a biologická charakteristika	11
3.4 Požadavky na prostředí.....	13
3.5 Zařazení do osevního postupu	15
3.6 Zpracování půdy	17
3.6.1 Základní požadavky plodiny	17
3.6.2 Zakládání porostu	17
3.6.3 Základní zpracování půdy	18
3.6.4 Předset'ová příprava.....	19
3.6.5 Založení porostu – setí.....	19
3.7 Výživa a hnojení	20
3.7.1 Výživa.....	20
3.7.2 Hnojení	21
3.7.3 Hnojení dusíkem.....	22
3.7.4 Hnojení fosforem, draslíkem, hořčíkem a sírou	24

3.7.5	Hnojení mikroprvky	24
3.8	Ochrana porostů.....	24
3.9	Ochrana proti plevelům	25
3.10	Ochrana proti chorobám a škůdcům	26
3.10.1	Listové choroby ječmene jarního	27
3.10.2	Klasové choroby jarního ječmene	28
3.10.3	Škůdci jarního ječmene	29
3.11	Regulace růstu	30
3.12	Sklizeň	31
3.13	Posklizňová úprava a skladování.....	32
3.14	Posklizňová úprava.....	32
3.15	Skladování	33
3.16	Hodnocení kvality ječmene	33
3.16.1	Krmný a potravinářský	33
3.16.2	Sladovnický ječmen.....	33
4	Materiál a metody	35
4.1	Popis pokusů.....	35
4.2	Agrotechnika a hnojení jednotlivých stanovišť	37
4.2.1	Suchdol	37
4.2.2	Červený Újezd	37
4.2.3	Lukavec	37

4.2.4	Hněvčeves.....	37
4.2.5	Humpolec	37
4.3	Metody.....	38
4.3.1	Hodnocení kvality zrna.....	38
4.3.2	Stanovení celkového dusíku Kjeldahlovou metodou	38
5	Výsledky.....	41
5.1	Porovnání výnosů jarního ječmene.....	41
5.1.1	Červený Újezd	41
5.1.2	Hněvčeves.....	42
5.1.3	Humpolec	44
5.1.4	Suchdol.....	46
5.1.5	Lukavec	47
5.2	Porovnání kvality jarního ječmene	49
5.2.1	Červený Újezd	49
5.2.2	Hněvčeves.....	50
5.2.3	Humpolec	52
5.2.4	Suchdol.....	53
5.2.5	Lukavec	55
5.3	Porovnání odběru dusíku	56
6	Diskuze.....	58
7	Závěr	62

8	Seznam literatury.....	63
----------	-------------------------------	-----------

1 Úvod

Tradice pěstování jarního ječmene sahá do daleké minulosti, kde se dříve více využíval pro krmné a potravinářské účely. Poslední tisíciletí se rozmáhá pěstování jarního ječmene na sladovnické účely. Jedním z důvodů může být nejen zvýšení výroby piva ve velkých národních pivovarech, ale také velký rozvoj minipivovarů, kterých u nás v posledních letech přibývá. Na začátku roku 2015 bylo v České republice evidováno necelých 300 minipivovarů. Aby mohl být jarní ječmen klasifikován jako sladovnický, je potřeba dodržet velké množství potravinářských parametrů. Není snadné tyto parametry dodržet a proto je z finančního hlediska sladovnický ječmen hodnotnější. Z tohoto důvodu se většina zemědělců snaží vypěstovat kvalitní jarní ječmen, aby jejich partie splnili přísné požadavky. Z ekonomického hlediska je to plodina rentabilní, ale je zapotřebí dodržet správnou agrotechniku pěstování. Asi nejdůležitější operací je hnojení jarního ječmene, kdy je potřeba vyvážit množství dodaných živin, tak aby množství N-látek v zrně nepřesahoval požadované parametry, ale zároveň aby nám ječmen dal vysoké výnosy. V poslední době se klade u šlechtitelů důraz na šlechtění odrůd krátkostébelných, které jsou odolnější proti poléhání. U jarního ječmene určeného pro krmné účely není rentabilita tak vysoká, ale je to velmi důležité odvětví pro výživu hospodářských zvířat. U jarního ječmene, který spadá do skupiny krmných, není důležité dodržovat parametry, které jsou pro sladovnický ječmen. Proto je technologie jeho pěstování méně náročná. Často se stává, že se zemědělec snaží vypěstovat jarní ječmen pro sladovnické účely, ale právě nedodržet kvalitativních ukazatelů se jeho ječmen nezařadí jako sladovnický, ale naopak jako krmný. Tím se může stát, že z ekonomického hlediska jeho roční náklady budou vyšší než příjmy z prodeje. Proto je velmi důležité vybírat ta nejvhodnější stanoviště pro pěstování jarního ječmene a dodržovat ta nejpřísnější agrotechnická opatření, aby nedošlo k finančním ztrátám.

2 Cíl práce

Ve své bakalářské práci bych se chtěl věnovat vlivu stanoviště na kvalitativní a výnosové parametry. Zvláště pak vlivu výživy, která je u jarního ječmene velmi náročná, na výnos a kvalitu zrna. V části kvality se budu věnovat třídění zrna podle sladovnické kvality a obsahu N-látek v zrně. V části výnosu budu hodnotit výnosy slámy a zrna jednotlivých variant a stanovišť. Cílem bude vyhodnocení vlivu ze strany stanoviště, a jaký vliv byl ze strany hnojení.

Mé hypotézy jsou:

- 1) Předpokládám, že varianta pokusu hnojeného jak organicky tak i minerálně bude mít nejvyšší výnos.
- 2) Předpokládám, že nehnojená varianta nebude dosahovat dostatečných výnosů a tedy i zisků, aby byla agrotechnická opatření rentabilní.
- 3) Předpokládám, že na výnos a kvalitu jarního ječmene bude značnou mírou působit i vliv ročníku.
- 4) Předpokládám, že vliv hnojení na výnos a kvalitu zrna jarního ječmene bude rozdílný na jednotlivých stanovištích s ohledem na půdně-klimatické podmínky.

3 Literární přehled

3.1 Historie pěstování

Dějiny pěstování ječmene počínají v samých začátcích zemědělství. Historicky se ječmen šestiřadý objevuje v Egyptě a Mezopotámii asi 5000 let před. n. l. (Hruška, 1976).

Dvouřadý ječmen se objevuje až na konci starověku a na počátku středověku. Podle nálezu z evropských vykopávek lze předpokládat, že ječmen se dostal z Přední Asie nejdřív do východních a jihovýchodních oblastí a pak teprve do Evropy (Špaldon, 1963).

Asi 5 tisíc let před naším letopočtem jsou již první známky pěstování ječmene u nás. Většina nálezů pochází sice z východního Slovenska, ale byla objevena naleziště i v Čechách (Bylany u Kutné Hory) (Moudrý, 2000).

Většího nárůstu pěstování ječmene se u nás dosáhlo zaváděním čtyřhonných osevních postupů po příkladu Anglie (Norfolku), kde po zavedení pěstování cukrové řepy získal ječmen velmi vhodnou předplodinu. Až do roku 1865 byl na Hané, v Čechách ještě později, pěstován původní dvouřadý ječmen s dlouhým, řídkým klasem, typu níciho (*nutans*), což na Moravě představoval starohanácký typ ječmene a v Čechách staročeský typ ječmene. Ty byly později zásluhou velkostatků z větší části vytlačeny odrůdami ječmene cizího původu (Chevallier, později Imperial a Oregon). Je ale třeba zdůraznit, že v 19. století určoval kvalitativní standard pro sladovny nejen na území Rakouska-Uherska, ale také v celoevropském měřítku právě zmíněný starohanácký a staročeský ječmen (Zimolka et al. 2006).

3.2 Situace v České republice

Jarní ječmen se u nás pěstuje jako dvouřadý. Význam jarního ječmene je jak v jeho celkovém zastoupení v obilninách, kde je druhou nejvýznamnější obilninou v České republice, ale i v jeho širokém spektru využití jako ječmen sladovnický, krmný, průmyslový, potravinářský a pícninářský (Štěrbá et al., 2007).

Jarní ječmen se u nás obvykle pěstuje jako forma dvouřadá pro sladovnické a potravinářské účely. Je méně vhodný pro ekologický systém, přesto existují odrůdy, které i v ekologickém systému vykazují dobré výsledky (Moudrý, 1994).

Z celkových osevních ploch ječmenů dle ČSÚ k 15.9.2006 zaujímal ječmen jarní v České republice 425,6 tis.ha (tj. 80,6 %). Průměrný hektarový výnos ječmene jarního ve sklizňovém roce 2006 dosáhl podle hodnot ČSÚ 3,67 t.ha⁻¹ (MZE ČR, 2006).

V roce 2014 byla celková osevní plocha ječmenů v České republice 350 tis. ha, z nichž byl ječmen jarní na 247 tis. ha. Průměrný výnos v roce 2014 byl 5,56 t.ha⁻¹. V následujícím roce, 2015 byla celková osevní plocha ječmenů v České republice 366 tis. ha, z toho zaujímal jarní ječmen 261 406 ha. To je 11,7 % z celkové plochy obilnin v tomto roce. Na této ploše bylo dosaženo průměrného výnosu 5,43 t.ha⁻¹ (MZE ČR, 2015).

3.3 Botanická a biologická charakteristika

Ječmen (*Hordeum*) je pravděpodobně nejstarší z kulturních rostlin. Po staletí se využívá k výrobě sladu a následně piva, ale také k výrobě krup, náhražek kávy a sladařských výtažků. Pěstování ječmene také přispívá k zajištění krmivové základny živočišné výroby ať již jako vytríděný zadní ječmen nebo jako sladařské odpady. Kulturní ječmen (diploidní – $n = 14$; *H. vulgare*) je zařazen do botanické třídy jednoděložných, do čeledi lipnicovitých. Tento druh je morfologicky velice různorodý a při jeho členění pro praktické účely nejlépe vyhovuje rozdělení na convariety:

- Ječmen víceřadý
 - Typicky šestiřadý
 - Šestiřadý, čtyřřadého typu

Víceřadé ječmeny jsou u nás pěstovány jako ozimé.

- Ječmen dvouřadý

Jeho postranní klásky na kláskovém věténku jsou na rozdíl od víceřadých ječmenů neplodné, plně vyvinuty jsou jen klásky prostřední. Nejčastější convarietou je tzv. „nící“ ječmen, který zatupují téměř všechny registrované odrůdy ječmene jarního u nás. V době zralosti má klas háčkový, řídký, žlutě zbarvený, s dlouhými drsnými

osinami a pluchatým zrnem. Dále existují ještě dvouřadé ječmeny s nahým zrnem. Ječmen dvouřadý může mít i ozimou formu.

Ječmen jarní je plodina s nejkratší vegetační dobou (110-125 dnů), kdy během tohoto krátkého období dokáže vytvořit vysoký biologický i hospodářský výnos. Podstatou této schopnosti je vysoká intenzita fotosyntézy v období velké periody růstu, v období sloupkování. V této fázi má také nejvyšší nároky na živiny v půdním roztoku. Vzhledem k jeho slabšímu a poměrně mělkému kořenovému systému se jedná o přístupné živiny v orničním profilu. Rostliny ječmene jarního mají silnou schopnost danou odnožováním, tj. tvorbou vedlejších stébel. Tato schopnost je v porostu autoregulační a kompenzační. Zejména u moderních odrůd (diamantové řady) je pozměněná struktura organizace porostu. Při porovnání se staršími odrůdami, kdy počet klasů na jednotku plochy byl tvořen převážně hlavními stébly, se u novějších odrůd zvýšilo zastoupení jednou až třemi odnožemi, jejichž podíl na počtu klasů vzrostl až na 2/3. Tyto parametry patří mezi základní růstové charakteristiky, ze kterých bychom měli vycházet při volbě pěstební technologie. Dalším hlediskem určujícím pěstební technologii je způsob využití produkovaného zrna:

- K výrobě sladu
- Ke krmným účelům
- K potravinářským účelům (Benada, 2001).

Ječmen, stejně jako ostatní druhy z čeledi lipnicovitých, tvoří svazčité kořeny, které jsou oproti kořenům dvouděložných rostlin slabší a netloustnou. Z našich obilnin tvoří ječmen nejvíce zárodečných tedy primárních kořínků v počtu 4 – 10, nejčastěji však 5 – 6, což velice závisí mj. na velikosti obilek, větší obilka tvoří vyšší počet kořínků, typy víceřadé nižší počet než dvouřadé a u forem ječmene tvoří ozimé vyšší počet kořínků než jarní. Kořínky, obzvláště ve střední části, jsou porostlé velkým množstvím kořenových vlásků, ty jsou 1 – 3 mm dlouhé a jsou těsně spojeny s půdními částicemi, jejich životnost je velice krátká, závislá na zásobení vláhou. Proto i poměrně krátký vláhový deficit během vegetace může nepříznivě ovlivnit růstové a produkční pochody.

Stéblo ječmene je tvořeno 4 – 8 články (internody), oddělených kolénky (nody) a dosahuje výšky 80 až 130 cm. Internodia se prodlužují vlivem tvorby buněk meristematického pletiva nacházejícího se v horní části kolének. Obvykle rostou tři nejvyšší internodia. Pevnost a

pružnost stébla závisí na mechanických vlastnostech, zvláště na poměru ligninu a celulózy zejména dolních internodií, jejich délce, případně počtu kolének. Ječmen, stejně jako ostatní obilniny, tvoří z podzemního uzlu boční větev tzv. odnože. Ty vznikají z pupenů ležících v úžlabí blanitých listenů (intravaginální větvení) a z uzlů (I.řádu) se tvoří odnože další (II., III. a dalších řádů).

Listy má ječmen pravotočivé a jsou uloženy nad sebou ve dvou řadách. Podle jazýčku a oušek je ječmen velmi snadno odlišitelný od ostatních obilních druhů, ještě před vytvořením klasu. V místě, kde pochva přechází v čepel, je zakončena blanitým jazýčkem, který je téměř rovný a po stranách vybíhá v dlouhá ouška, jež se vzájemně překrývají. Celková plocha listů jarního ječmene je vyšší než u jarní pšenice a činí přibližně 15 m²/m² půdy (Zimolka et al., 2006).

3.4 Požadavky na prostředí

V žádném místě nejsou naprosto ideální podmínky pro pěstování sladovnického ječmene. Většinou jde o nedostatek srážek, nebo nízkou sumu teplot. Přesto se pěstuje napříč všemi klimatickými oblastmi. Například v suchých oblastech západní Asie a severní Afriky dokonce poskytuje vyšší výnos zrna než pšenice. Pěstuje se téměř ve všech oblastech - řepařských, obilnářských, ale i v teplejších místech pěstování zrnových kukuřic nebo chladnějších místech typických pěstováním brambor. V poslední době je stále více nedostatkovým faktorem voda vlivem nedostatku srážek. Proto se ječmenu velice daří i v oblastech kolem 400-500 m n. m., kde se období sucha na výsledném výnosu neprojeví tak silně jako v teplé obilnářské a kukuřičné oblasti. S tímto souvisí i vhodný výběr pozemku pro pěstování podle půdního typu a druhu. Nejvhodnější jsou hlubší černozemě a hnědozemě s dostatkem jílu, který dokáže udržet vodu po delší dobu a podporuje vzlínání za sucha. Na lehkých půdách lze očekávat nízké výnosy a navíc zde hrozí riziko vysokého obsahu N-látek v zrna způsobený podeschnutím před sklizní a neuplatnění zřed'ovacího efektu. Za extrémního sucha při nízkém výnosu ječmene mezi 1,5 – 3t/ha může stoupnout obsah N-látek v zrna až na hodnotu 15-16 %. Takové zrno nesplňuje sladovnickou kvalitu (Černý et al., 2007).

Jarní ječmen nemá příliš vyhraněné požadavky na prostředí, z tohoto důvodu jej lze úspěšně pěstovat i ve velmi rozdílných podmínkách. Jiná je ovšem 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.

Nejnáročnější je ječmen sladovnický a množitel'ský. Kvalitní jarní ječmen pěstovaný na slad se soustřeďuje především v úrodných regionech řepařské oblasti, kde převažují půdní typy černozem a hnědozem, dále půdy sprašového charakteru, v polohách do 250 m.n.m. To vše souvisí i s vhodnými podmínkami pro pěstování cukrové řepy, která je zde tradičně pěstována a je převážně vhodnou předplodinou pro sladovnický ječmen. V tomto případě se jedná o nejméně intenzivnější oblasti České republiky, jako je Polabí a Haná. Kukuřičnou výrobní oblast, kromě extrémně suchých a teplých regionů, kde je jarní ječmen ohrožen nebezpečím zaschnutí porostů s negativními důsledky na výnos a kvalitu zrna, lze rovněž považovat za vyhovující. Zde spolu s cukrovou řepou je s některými výhradami vhodnou předplodinou kukuřice. V poslední době, v důsledku nižších srážek v těchto oblastech, se sladovnický ječmen pěstuje stále častěji s úspěchem i v obilnářské oblasti. Zde je však menší jistota dosažení dobré kvality zrna. V těchto podmínkách jsou vhodnější lepší půdy s dobrou produkční schopností, tj. sprašovité hlíny s převahou hnědozemí. Bramborářská oblast je pro pěstování sladovnického ječmene nejméně vhodná, ale i pro ni platí výše uvedená fakta u obilnářské oblasti. Tyto oblasti jsou primárně určeny pro produkci krmného, průmyslového a potravinářského ječmene (Zimolka et al., 2006).

Nejvhodnější podmínky pro pěstování jarního ječmene, zejména pro sladovnické využití, se obecně uvádí středně těžká půda v nižších a středních oblastech (Hrubý et al., 2006).

Významným faktorem ovlivňujícím pěstování jarního ječmene je půdní reakce. Ta by se v řepařské oblasti měla pohybovat v rozmezí 6,2 – 7,2 pH, v obilnářské 5,8 – 6,2 pH. Kyselé půdní prostředí má špatný vliv na růst jarního ječmene i sladovnickou kvalitu, snižuje tvorbu kořenového systému a snižuje účinnost živin. Porosty žloutnou vlivem odumření primárních kořínků a mohou značně prořádnout. Půdní reakci lze pozměnit aplikací vápenatých hnojiv. Jarní ječmen je poměrně nenáročný na teplotu a vláhu. Mnohem náročnější než jiné obiloviny je ale na kvalitní půdu. Vyplývá to z jeho jemnějšího a mělkého kořenového systému a z potřeby intenzivního příjmu živin a vody z půdy během krátkého vegetačního období. Jarní ječmen není vhodné umísťovat na pozemcích s vysokým utužením ornice a s nevyrovnaným vláhovým režimem půdy, na lokalitách s častým výskytem mlhy a rosy, kvůli možnosti výskytu zahnědlých špiček obilek (snížení kvality zrna), a na pozemcích s vysokým zaplevelením (pýr plazivý, oves hluchý, pcháč oset, chundelka metlice) (Polák et al., 1998).

3.5 Zařazení do osevního postupu

Pěstování kvalitního sladovnického ječmene bylo v minulosti svázáno s pěstováním dvou okopanin - cukrové řepy a brambor. To proto, že nejlepších jakostních parametrů bylo dosahováno díky speciálním požadavkům ječmene na půdní prostředí a obsah dusíku v půdě ve srovnání s jinými předplodinami. Obě tyto většinou organicky hnojené předplodiny poskytovali bohaté zdroje dobře přijatelných živin v půdě jak z organické hmoty, tak z minerálních hnojiv. Předplodina odčerpala poměrně vysoké hladiny živin z půdy, a tak bylo možné následně snadno kontrolovat požadavky ječmene především na výživu dusíkem. To vše vyhovovalo jarnímu ječmeni jako plodině s jemným a mělkým kořenovým systémem, která musí během krátké doby přijmout velké množství lehce přijatelných živin a vody z půdy a pak je schopna vytvořit vysoký výnos s velmi dobrou kvalitou zrna. Za těchto podmínek pak předplodina velice ovlivňovala výnos i kvalitu jarního ječmene (Kopecký, 1985).

Olejninny a luskoviny jsou pro obilniny obecně předplodinami vhodnými, u ječmene však zvyšují riziko poléhání i vyššího obsahu N-látek v zrně, proto je lepší využívat je jako předplodiny pro ozimou pšenici. U předplodin s vyšším podílem posklizňových zbytků je před zapravením do půdy nutná jejich úprava (drcení) a rovnoměrné rozptýlení. Na podporu jejich rozkladu a úpravu C:N doporučujeme aplikovat vyrovnávací dávku dusíku ve výši 10 kg N na tunu slámy (Polák et al., 1998).

U jarního ječmene má velký význam předplodina, která ovlivňuje výnos a sladovnickou kvalitu zrna. V osevním postupu je převážně zařazován po okopaninách (cukrovce, bramborách), po kukuřici na zrno a siláž nebo i jako druhá obilnina. Obecně platí, že okopaniny jsou pro jarní ječmen nejvhodnější předplodinou. Zanechávají půdu v dobrém strukturním a výživovém stavu. Plochy brambor i cukrovky však v posledních letech poměrně výrazně klesají. Jarní ječmen je tak častěji zařazován po kukuřici na zrno i na siláž a v poměrně velkém rozsahu i po ozimé pšenici (v souvislosti s jejím vysokým zastoupením v osevních postupech). V řepařské oblasti je tradiční předplodinou cukrová řepa. S nástupem nových technologií sklizně cukrové řepy však dochází k zapravování řepného chrástu do půdy. S chrástem se dostává do půdy velké množství dusíku a tím se chrást stává rizikovým faktorem pro stabilitu jakosti zrna sladovnického ječmene. Brambory jsou vhodnou předplodinou pro jarní ječmen. Polorané a rané brambory, které mohou zanechávat vyšší množství dusíku v půdě, jsou pro sladovnický ječmen předplodinou méně vhodnou. Předplodinová hodnota kukuřice na zrno i na siláž (z hlediska výnosů i parametrů sladovnické

hodnoty) kolísá v závislosti na ročníku. Limitujícími faktory jsou především horší fyzikální stav půdy a u kukuřice na zrno velké množství posklizňových zbytků. Větší množství posklizňových zbytků u kukuřice může negativně ovlivnit kvalitu založení porostů i počáteční růst jarního ječmene (vyšší obsah posklizňových zbytků v seťovém lůžku, horší vláhové zabezpečení klíčících a vzcházejících rostlin). Zbytky kukuřice jsou také významným zdrojem infekce ječmene houbami rodu *Fusarium*. Pokud pěstujeme ječmen po obilnině, je vhodnější předplodinou pšenice než ječmen. Pěstování jarního ječmene po obilnině nemá většinou při současné úrovni agrotechniky výraznější vliv na výši výnosu. Je však jasné, že obilnina je horší předplodinou pro jarní ječmen, a to zvláště z hlediska sladovnické kvality zrna. Po obilnině se zpravidla zvyšuje obsah N-látek v zrna (Zimolka et al., 2006).

Pěstování po zhoršujících předplodinách je možné, ale podmínkou dosahování trvale vysokých výnosů jarního ječmene v osevním postupu je dostatečné zastoupení plodin se zlepšujícím vlivem na půdní úrodnost. Těmi mohou být organicky hnojené okopaniny nebo ozimá řepka apod. Plodiny s regulačním vlivem (cukrovka, brambory, řepka) pomáhají udržovat a zlepšovat půdní úrodnost, zvyšují obsah humusu v půdě, zvyšují biologickou činnost, zlepšují půdní strukturu, částečně omezují růst plevelů a zmenšují rozšiřování chorob a škůdců. U obilnin, tedy i u ječmene, dochází po jejich opakovaném pěstování několika let po sobě k tzv. declain efektu, tj. ke změně mikroflóry a k pomalejšímu poklesu výnosů než v prvních letech. Organickým hnojením můžeme pokles výnosů zmírnit. Na nejlepších stanovištích v krátkých intervalech z obilnin toleruje nejlépe monokulturní pěstování právě ječmen jarní. Špatný účinek jarního ječmene jako předplodiny pro ostatní obilniny (např. pro ozimou pšenici) je znám. Často využívaný systém sledů (cukrová řepa – jarní ječmen – ozimá pšenice) se u zemědělských podniků příliš neosvědčuje, zejména kvůli vyššímu přenosu chorob. Po jarním ječmeni mívá ozimá pšenice o 23 % nižší výnos zrna než po hrachu, o 18% nižší výnos než po bramborách a o 10% nižší výnos než po cukrové řepě a ovsu (Černý et al., 2007).

3.6 Zpracování půdy

3.6.1 Základní požadavky plodiny

Pro jarní ječmen by mělo být seťové lůžko připraveno pouze do hloubky setí, hlubší kypření znamená větší ztrátu vláhy a tím i možné nepravidelné vzházení porostů. V sušších a teplejších oblastech na lehčích půdách, kde je obsah půdní vody rizikovým faktorem výnosu zrna, je třeba podporovat vyšší akumulaci a retenční schopnost půdy. V těchto podmínkách je proto vhodnější snížit hloubku a intenzitu zpracování půdy, případně ponechat půdu bez zpracování v jejím přirozeném stavu. Na lehkých vysychavých půdách je sice možné dřívější přípravy půdy s následným setím, ovšem malá vododržnost půdy většinou způsobuje deficit vláhy pro rostliny, které se pak nedostatečně vyvíjejí. Vytvářejí slabší, nevyrovnané porosty, dochází tím pak následně ke ztrátám na výnosu i v kvalitě zrna v důsledku nerovnoměrného dozrávání. Těžší půdy jsou na jaře dlouho mokré a studené, což významně opoždí setí. Při mělkém zpracování půdy a zejména při ponechání půdy bez zpracování se v těchto půdách zvyšuje nebezpečí přemokření, nedostatečné provzdušnění a nepříznivých teplotních poměrů půdy se všemi negativními původními jevy. Půda tak zůstává dlouho v nevyzrálém a syrovém stavu (Hrubý et al., 2006).

3.6.2 Zakládání porostu

Předpokladem vysokého výnosu jarního ječmene je co nejdelší doba mezi vzházením rostlin a jejich metáním. Zajistit ji můžeme jen co nejranějším setím. Při raném setí působí velmi příznivě na vývoj nižší teploty a krátký den, vyšší obsah živin v orniční vrstvě půdy a složení slunečního spektra (Lekeš, 1985).

Setí jarního ječmene by mělo být provedeno co nejdříve, ale vždy jen do dobře připravené vyzrálé půdy, tzv. zamazání osiva způsobí výrazné snížení výnosu. Extrémně rané setí (únor, začátek března) je velmi problematické i v případě dobrého stavu půdy, protože je zde riziko výskytu dlouhotrvajícího studeného a mokrého období, kdy osivo ječmene leží dlouho v půdě, neklíčí, nebo klíčí jen velmi pomalu a hrozí zde nebezpečí napadení půdními mikroorganismy, poškození nepřístupem vzduchu a tím zhoršení vzházení a špatný vývin porostů. Nejvhodnější hloubka setí je 30 mm (do sušších a lehčích půd maximálně 35-40 mm) (Moudrý, 2000).

Optimální výsevek by se měl pohybovat mezi 3,5 a 4,5 milióny klíčivých semen na hektar. Zásadně je nutné vycházet z osivových hodnot (hmotnost tisíce zrn, klíčivost, čistota příp. MKS), které jsou u certifikovaného osiva vždy uvedeny na obalech. Zavlačování při použití moderních secích strojů není nutné, v případě většího sucha se doporučuje pozemek nejdéle do tří dnů po zasetí uválet. V případě vzniku půdního škraloupu je možno provést vláčení lehkými branami (Křováček, 2010).

3.6.3 Základní zpracování půdy

Zpracování půdy pro ječmen je zvoleno dle vybavení podniku a půdní struktury. Je možné orat i používat minimalizační zpracování. Obojí zpracování půdy má své výhody i nevýhody, velká část praxe se pozitivně přiklání k orbě. Srovnáním povrchu brázd na podzim za normálního průběhu zimy a předjaří urychlíme jarní práce a ušetříme vláhu. Na těžších půdách při dostatku srážek může způsobit zhoršené a pomalejší vysychání ornice zjara. Z celkového pohledu je orba pro jarní sladovnický ječmen vhodnější než minimalizační zpracování půdy. Způsobuje v průměru zvýšení výnosu o 0,44 t.ha⁻¹. Ještě vyšších výnosů je ovšem dosahováno u extenzivního či nízko-vstupového systému pěstování, při intenzivním jsou oba systémy výnosově stejné. U minimalizace se vykazuje v průměru nižší obsah N-látek o 0,3 % v zrnu. Při ekonomickém hodnocení vychází velmi příznivě i mělké zpracování půdy, kde bylo v roce 2005 dosaženo nejvyšších zisků, skoro 100% míry rentability a srovnatelných výnosů u intenzivní technologie (Černý et al., 2007).

U jarních obilovin pěstovaných konvenční agrotechnikou je nutné po obilní předplodině pozemek včas podmínout. Ve vlhčích podmínkách se zřetelem na delší časový odstup od orby je velmi vhodné založit porost meziplodiny k využití na zelené hnojení. Vhodné je využití radličkového podmítače spojeného s jednoduchým secím strojem, který vysévá osivo na široko před zamačkáním trubkovými válci. Meziplodina, nejčastěji hořčice bílá, je zapravena podzimní orbou. Ta by po všech předplodinách neměla přesáhnout hloubky 22 cm, pouze v případě velkého množství posklizňových zbytků, například po kukuřici na zrno. Orba by měla být provedena do poloviny listopadu. Jarní orba vždy snižuje výnos jarních obilovin, a proto by měla být nahrazena mělkým zpracováním půdy (Suškevič et Procházková, 2000).

3.6.4 Předseťová příprava

Při jarní předseťové přípravě půdy je smykování a následné vláčení, případně spojení smyků s branami, již překonáno. Kombinátory, kompaktory, kompaktomaty, kývavé nebo rotační brány zvládnou při jednom přejezdu zpracovat půdu do požadované hloubky, nakypřit jí, urovnat, utužit a při kombinaci se secím strojem i zasít. Tímto jsou odstraněny nadbytečné a nepříznivé stopy po traktorech a strojích a je vytvořeno kvalitní seťové lůžko, které se projevuje rychlým a vyrovnaným vzcházením. To jsou u jarních obilnin velmi důležité parametry. V sušších oblastech a při pozdějším termínu setí je vhodné zaseté porosty uválet hladkými nebo kotoučovými válci. Časná příprava půdy a brzké setí u jarního ječmene znamená vysoké nebezpečí tzv. zamazání osiva. Takto zapravené osivo se později projevuje světlostí porostu až žloutnutím, opožděným odnožováním a snížením výnosu zrna, ale i zhoršením jeho kvality (Suškevič et Procházková, 2000).

Jarní příprava půdy musí zabezpečit provzdušnění ornice a přípravu seťového lůžka v hloubce 30 – 40 mm. Platí obecná zásada, že čím méně zásahů do půdy na jaře, tím lépe. Vlastní příprava seťového lůžka bývá prováděna různým nářadím, nejčastěji radličkovými branami nebo kypřicím zařízením s aktivním pohybem (rotační nebo vibrační brány). V praxi se dobře projevuje jarní příprava půdy radličkovým kypřičem v kombinaci s prutovými válci (Polák et al., 1998).

3.6.5 Založení porostu – setí

Kvalitní založení porostů obilnin zjednodušenými systémy zpracování půdy začíná již pečlivou sklizní předplodiny s důrazem na nízké sklizňové ztráty, neboť výdrol může být příčinou silného zaplevelení pozemku. Nezbytný je dobrý a včasný úklid slámy nebo její rozdrcení a rovnoměrné rozmetání po pozemku. Projevuje se nutnost zařazení podmítky do systému zpracování půdy, jejíž příznivé účinky jsou obecně známy (Rotrekl et al., 2001).

Setí má významný vliv na výši sklizně i jakost sladovnického ječmene. Jde hlavně o včasnou dobu setí, optimální výši výsevku, správnou šířku řádků i hloubku setí. Pro kvalitu založení porostů je důležité dodržovat rovnoměrnost v horizontálním i vertikálním uložení semene. Rovnoměrnost horizontálního rozložení semen je významná především pro tvorbu vyrovnaného porostu. Nerovnoměrnost v hustotě a vzcházení porostů negativně ovlivňuje výnos zrna. Sladovnický ječmen velmi silně reaguje na zpožděné setí snížením výnosu. Pokles výnosu je tím silnější, čím dříve v daném roce nastoupí teplé a suché počasí. Ječmen

jen málo vyrovná pozdní setí pozdějším zráním, neboť urychluje růst, čímž se zkrátí vegetační doba a snižuje se výnos. Vždy záleží na podmínkách konkrétního roku, nástupu jara a vytvoření vhodných podmínek. Platí, 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 (Černý et al., 2007).

3.7 Výživa a hnojení

3.7.1 Výživa

Obilniny jsou poměrně mělce kořenící, mají bohatou kořenovou síť. Většina kořenů je soustředěna v ornici nebo maximálně do hloubky 40 cm. Tím je také ovlivněna osvojovací schopnost obilnin pro živiny, která je mnohem nižší než u okopanin a bobovitých píceň. Z obilnin má vysokou osvojovací schopnost žito, následuje oves, dále pšenice a nejhorší osvojovací schopnost má právě ječmen.

Tabulka 1 – Střední odběry živin u obilnin (kg/t zrna) (Vaněk et al., 2007)

Plodina	N	P	K	Ca	Mg
Pšenice ozimá	22 - 26	4,4 - 4,2	16,6 - 21,0	2,8 - 5,7	1,2 - 3,0
Pšenice jarní	24 - 26	4,0 - 5,0	11,0 - 15,0	2,0 - 3,2	1,4 - 2,6
Ječmen ozimý	20 - 25	3,5 - 6,2	16,6 - 25,0	5,7 - 8,5	1,2 - 2,4
Ječmen jarní	20 - 24	3,5 - 6,2	16,6 - 21,0	5,7 - 8,5	1,2 - 2,4
Žito	20 - 26	4,4 - 6,6	16,6 - 25,0	4,3 - 7,1	1,2 - 3,0
Oves	20 - 25	4,4 - 6,6	21,0 - 33,0	2,8 - 5,7	1,2 - 3,0
Kukuřice	22 - 26	4,4 - 6,6	21,0 - 33,0	4,3 - 7,1	4,0 - 6,0

Ječmen je v České republice druhou nejrozšířenější obilninou. Široká nabídka nových, hlavně krátkostébelných odrůd, umožňuje vyšší variabilitu v jeho pěstování. Patří k plodinám vhodným k velkovýrobním formám pěstování, kde je zajištěna produkce větších a vyrovnaných partií zrna pro další technologické zpracování. Z obilnin má ječmen horší osvojovací schopnost živin a také nejhůře snáší kyselejší půdní reakci a nevyrovnané pozemky. Jeho značnou předností je vyšší tolerance k předplodině. Rozhodujícími činiteli, které vytvářejí předpoklady dobré a kvalitních sklizně, jsou kromě výběru vhodné odrůdy, včasného setí a dobré agrotechnické přípravy také vysoká půdní úrodnost a dobrá výživa rostlin. Pro zajištění dobré výživy ječmene je vzhledem k menší osvojovací schopnosti pro

příjem živin a krátké vegetační době nutná zásoba pohotových živin v půdě. 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 (Vaněk et al., 2007).

V prvním měsíci po vzejití vytvoří jarní ječmen asi 18 – 20 % celkového množství nadzemní biomasy a přijme 40 – 60 % celkového množství živin. Do ukončení odnožování přijme z celkového množství $\frac{1}{2}$ fosforu a $\frac{3}{4}$ draslíku. Do metání přijme asi 75 % z celkového množství živin a příjem vrcholí ve fázi kvetení. Před dozráváním se dusík a fosfor přemísťuje do generativních orgánů. Převážná část draslíku zůstává ve slámě a může dojít k jeho desorpci do půdy (Dud'ák et al., 1998).

Vaněk et al. (2007) uvádějí, že příjem N vrcholí těsně po metání. Rostlina využívá přijatý N na tvorbu zrna. Pozdější příjem N je obzvlášť u sladovnického ječmene nežádoucí, aby nebyla negativně ovlivněna kvalita zrna vyšším obsahem N-látek. U krmných odrůd ječmene je zvýšený obsah N-látek v zrnu naopak prospěšný.

3.7.2 Hnojení

Hlavním předpokladem pro dosažení kvalitních výnosů jarního ječmene je dobrá zásoba přístupných živin v půdě (Hřivna, 2006).

Ze všech obilnin jarní ječmen nejcitlivěji reaguje na nedostatek živin v půdě a velmi dobře působí hnojení minerálními hnojivy. Organické hnojení se k ječmeni běžně nevyužívá. Ovšem v osevních postupech s vysokým zastoupením obilnin, kdy ječmen může následovat po obilnině, lze i organické hnojení využít. Velmi se osvědčuje kombinace zeleného hnojení se zaorávkou slámy, které hlavně působí jako přerušovač osevního sledu mezi více obilninami. Ječmen je citlivý k nízké půdní reakci. Protože se do ječmene často podsévají jeteloviny, je nutné použít vápenatá hnojiva již k ječmeni, aby následné pícniny měly vhodné podmínky pro růst a tvorbu hlízkových bakterií (Vaněk et al., 2007).

Podle výsledků šestiletého výzkumu Kangor et al. (2010) hnojení jarního ječmene (různé varianty NPK hnojiv) nejvíce ovlivňuje obsah bílkovin v zrnu. Výnos je ovlivňován jak hnojením, tak ale i ze značné části vlivem ročníku. Hmotnost tisíce semen (HTS) byla podle výzkumu z větší části ovlivněna vlivem ročníku.

3.7.3 Hnojení dusíkem

Hnojení dusíkem je nejdůležitějším opatřením. Především je nutné správně stanovit celkovou dávku dusíku podle předplodinové hodnoty, půdní úrodnosti a směru pěstování. Vzhledem k tomu, že se ječmen často pěstuje po obilnině, je nutné tuto skutečnost zohlednit při hnojení (hlavně dusíkem) zvýšením dávky. Vyšší dávku můžeme použít pro krmné ječmeny, v půdách s nižší úrodností a po zhoršující předplodině. Pro technický ječmen volíme dávky nižší. Po organicky hnojené cukrové řepě většinou dávka dusíku v minerálních hnojivech nepřesahuje 40 kg N na hektar. Po zaorávce chrástu je k dispozici dostatek až nadbytek N, takže se s dusíkatými hnojivy nehnojí, popřípadě (při horších stanovištních podmínkách) je dávka dusíku velmi nízká. V případě zaorání chrástu je nutné dodržet rovnoměrnost a včasnost zapravení do půdy. Stanovení vhodného termínu hnojení dusíkem je u všech jařin oproti ozimům jednodušší. Většinu dusíku aplikujeme již na počátku vegetace. Pouze u krmných ječmenů pozitivně působí dostatek N ve druhé polovině vegetace na zvýšení kvality zrna. Při celkových dávkách dusíku do 60 – 80 kg na hektar se hnojí jednorázově před setím ve formě síranu amonného, močoviny, případně DAM 390, zvláště v sušších oblastech a na středních a těžších půdách. Pokud je nutné aplikovat vyšší dávky dusíku je vhodnější celkovou dávkou N rozdělit tak, že asi 2/3 se aplikují před setím a zbylá 1/3 se ponechá na přihnojení během vegetace okolo fáze třetího až čtvrtého listu. K přihnojení je výhodné 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. V poslední době se ukazuje, že již není velké nebezpečí nadměrného příjmu minerálního dusíku a zvýšení obsahu N-látek v zrně nad hranici požadovanou pro sladovnické účely (11 %), kterého jsme byli svědky v předešlé době. Velmi se totiž snížilo množství minerálního dusíku, který se přirozeně uvolňuje v půdách mineralizací, protože je nižší obsah lehčeji hydrolyzovatelných organických látek. Působí zde také to, že současné odrůdy využívají větší množství dusíku na tvorbu výnosu, aniž by se výrazně zvýšilo množství N-látek v zrně. Spíše docházelo k tomu, že v důsledku zředovacího efektu byla velká část dusíkatých rezerv v ječmeni využita na tvorbu zrna a značně poklesl obsah N – látek až pod požadovanou hranici (Vaněk et al., 2007).

Objektivně stanovujeme potřebu hnojení dusíkem podle obsahu minerálního dusíku v půdě (N_{min}). Tyto hodnoty představují okamžitý stav, proto je vhodné je co nejdříve využít k přímému hnojení. Vzorky půdy se odebírají v předjaří (konec února, začátek března), podle doby otevření jara, do hloubky 0 – 30 a 30 – 60 cm (Polák et al., 1998).

Tabulka 2 – Kritéria pro hnojení ječmene dusíkem podle obsahu půdního (N_{\min}) (Polák et al., 1998)

Výrobní oblast	Obsah N_{\min} (mg.kg^{-1})	Dávka N kg.ha^{-1}
Bramborářská - obilnářská	méně než 12	60
	12 - 22	40
	více než 22	20
Řepařská - Intenzivní	méně než 13	50
	13 - 23	30
	23 - 30	0
	více než 30	méně vhodná

V případě hnojení dusíkem bylo uskutečněno mnoho výzkumů zaměřených hlavně na optimální dávku hnojiva.

Ve svém výzkumu došli Hejzman et. al (2013) k závěru, že aplikace 70 kg dusíku na hektar ve formě minerálního hnojiva k ječmeni jarnímu byla nevhodná, protože nebylo dosaženo přijatelného kompromisu mezi výnosem a požadovanou koncentrací dusíku v zrně pro sladovnické účely.

Rozdělení celkové dávky dusíku 60 kg.ha^{-1} na 40 kg před setím a 20 kg po odnožování pozitivně ovlivnilo výnos oproti nedělené dávce (Bielski et Budzyński, 2006).

Z výzkumu Křen et al. (2014) lze obecně konstatovat, že zvýšení dávky dusíku z 0 kg.ha^{-1} na 45 kg.ha^{-1} významněji ovlivnil výnos zrna než zvýšení dávky ze 45 kg.ha^{-1} na 90 kg.ha^{-1} .

Podle výzkumu Příkopa et al. (2005) způsobila dávka 50 kg N.ha^{-1} po kukuřici zvýšení výnosu. Ale stejná dávka aplikovaná po pšenici nezvýšila výnos, ale naopak snížila. Zároveň i zvýšila obsah dusíkatých látek v zrně.

Dle výzkumu Hřivna et al. (2014) lze jednoznačně potvrdit, že při pěstování jarního ječmene na sladovnické účely hraje významnou roli druh použitého dusíkatého hnojiva. Aplikace tuhých minerálních hnojiv se ukázala nejméně efektivní oproti aplikaci kapalných hnojiv na list. Z výzkumu dále vyplývá, že přihnojení sírou ve formě kapalného hnojiva během vegetace nemělo významný vliv na výnos a kvalitu zrna.

3.7.4 Hnojení fosforem, draslíkem, hořčíkem a sírou

Nedostatečná koncentrace fosforu v zrna může negativně ovlivnit klíčivost a růst vzházejících rostlin, a tím i výnos. Vysoká koncentrace fosforu v zrna je tedy velmi důležitá pro semena určená k setí (Hejzman et al., 2013).

Dostatek P a K působí na výnos i kvalitu zrna. S ohledem na celkově nižší osvojovací schopnosti ječmene pro živiny a krátké období jejich příjmů jsou rozhodující pohotové živiny v půdě. Pokud to půdní podmínky dovolují, hnojíme P a K již na podzim, nejlépe před orbou. Z fosforečných hnojiv jsou vhodnější hnojiva s vodorozpustným fosforem (superfosfáty, amofos) a z draselných hnojiv draselné soli. Ječmen odebírá i dost chlóru, takže je vhodné přímé hnojení draselnými solemi k ječmeni. Na půdách s nižším obsahem živin a s delší dobou bez organického hnojení se osvědčilo použití vícesložkových hnojiv (NPK) před setím (Vaněk et al., 2007).

Mnoho autorů se shoduje na tom, že obiloviny potřebují pro vysoký výnos hnojení hořčíkem a sírou v minerální formě. Nejvhodnější pro toto hnojení je sloučenina $MgSO_4$, která dodává dostatek hořčíku i síry pro potřeby růstu jarního ječmene. Pro optimální výživu by měli být pozemky vyhnojeny alespoň 20 – 30 kg Mg a S na hektar (Klikocka et al., 2014).

3.7.5 Hnojení mikroprvky

Zásobenost půd mikroživinami je poměrně složitá tematika. Jejich nedostatek indikují specifické fyziologické příznaky na rostlinách. Spíše než dodávání mikroprvků do půdy se využívá přímá listová výživa (kapalnými hnojivy) během vegetace. Účinnost takto aplikovaných hnojiv je mnohem vyšší než aplikace do půdy, účinek zásahu je téměř okamžitý. V současné době jsou na trhu přípravky obsahující směsi mikroprvků, případně také s určitým podílem dusíku (Polák et al., 1998).

3.8 Ochrana porostů

Jarní ječmen pozitivně reaguje na regulaci plevelů zvýšením výnosu, usnadněním a snížením ztrát při sklizni, zlepšením kvality zrna a snížením obsahu plevelných semen v zrna. Díky dobré konkurenceschopnosti jarního ječmene oproti ostatním obilninám jsou výnosové přírůstky vyšší než v případě ozimých obilnin. Vedle výnosového efektu je nutné počítat také

s ostatními dopady zaplevelení, které ovlivňují celkovou ekonomiku pěstování a kvalitu zrna. Ponechání plevelů bez chemické ochrany může představovat vyšší množství hmoty až o 30 %, a při této hodnotě se zvyšují ztráty při sklizni až o 50 %. Dále také narůstají náklady na čištění zrna, přičemž semena některých plevelů jsou velmi špatně oddělitelná. Řada plevelných druhů dozrává později (heřmánkovité druhy, pcháč), než je plná zralost jarního ječmene a tím dochází ke zvyšování vlhkosti zrna při sklizni. Všechny tyto skutečnosti jsou ještě významnější u sladovnického ječmene či u produkce osiva, kde je velmi důležitá vysoká klíčivost (Zimolka et al., 2006).

Škodlivých činitelů je celá řada. K nejvážnějším patří poléhání, výskyt chorob, plevelů a škůdců. Příčin poléhání může být více, je třeba sledovat vlastnosti pěstovaných odrůd, růstové charakteristiky a jejich projevy při pěstování na určitém pozemku s konkrétní technologií. Je to složitý úkol a odpovídá tomu i míra výnosové redukce, která může být vyšší než 30 % (Polák et al., 1998).

3.9 Ochrana proti plevelům

Pokud je porost dobře založený, přiměřeně hustý, na jaře rychle a rovnoměrně roste, je sám silnou konkurencí slabším plevelům (Polák et al., 1998).

Ječmen jarní se vyznačuje velmi dobrou schopností potlačovat především jednoleté dvouděložné plevele. Již při relativně nízké listové ploše plevelů (okolo 5 %) se výnosový efekt plevelů pohybuje na staticky i ekonomicky významné úrovni 10 %. Vysoká konkurenční schopnost předpokládá rychlý nárůst jak kořenové, tak nadzemní biomasy, což závisí na průběhu počasí, ale především na přípravě půdy, termínu, kvalitě setí, odrůdě a obsahu živin v půdě. Hlavní je vytvoření vhodných podmínek, pro rychlé vzcházení a počáteční růst ječmene. Včasné odplevelení je vhodné přizpůsobit plevelnému spektru. Nejčastěji se používají velmi laciné sulfonylmočoviny (Lintur 70 WG, Mustang, nebo kombinace Granstar 75 WG + Starane 250 EC atd.). Schopnost potlačovat plevele má minimální význam u vytrvalých plevelů a ova hluchého. Pcháč a pýr využívají zásobních látek z vegetativních orgánů a dosahují vyšší růstové rychlosti než ječmen při současném termínu vzcházení s ječmenem. Proto jsou vytrvalé plevele nejvýznamnějšími konkurenty jarního ječmene. Proti pýru plazivému navíc v jarním ječmeni neexistuje přímý způsob regulace. Jediným opatřením je nezakládat porosty ječmene na plochy zaplevelené pýrem,

nebo u méně zaplevelených porostů v meziporostním období použít neselektivní herbicid (např. Glyphosát). Pro regulaci pcháče z druhé vlny jsou vhodné přípravky na bázi MCPA jako jsou Agritox 50 SL, Dycopur 750 atd. V posledních letech jsou nejvýznamnější škody způsobovány výskytem ovsa hluchého. Ten patří mezi plevele s nejvyšší konkurenční schopností. Ochrana proti němu představuje významné zvýšení nákladů na ochranu proti plevelům (cca 1000 Kč.ha⁻¹). Používané přípravky Puma extra nebo Axial (Černý et al., 2007).

Mezi nechemické metody regulace plevelů se řadí malé zpoždění setí, kterému předchází předseťová příprava zajišťující zničení klíčících a vzcházejících plevelů. Dále lze využít vláčení prutovými branami. Při silnějším zaplevelení může být provedeno velmi mělké vláčení ještě před vzejitím. Při vláčení naslepo musí být klíčící rostlinky hlouběji než 10 mm pod povrchem. Účinnost tohoto opatření je poměrně vysoká a za suchých podmínek může dosahovat až 70 %. Při běžné úrovni zaplevelení postačuje vláčení ve fázi 3. – 4. listu a následující přejezd do poloviny odnožování. V tomto sledu je dosaženo účinnosti okolo 50 %. Vláčení by nemělo být prováděno v období přizemních mrazíků, které přispívají ke zvýšení poškozování rostlin. Optimální je suchá půda a suché počasí během několika dní po vláčení (Zimolka et al., 2006).

V porostech ošetřených orbou oproti porostům s bezorebnou technologií se významně snížil výskyt těchto plevelů: *Taraxacum officinale*, *Plantago major*, *Geranium pusillum*, *Poa annua*, *Brassica napus*.(Małecka et Bleharczyk, 2008).

3.10 Ochrana proti chorobám a škůdcům

K omezení výskytu chorob a škůdců se využívají následující metody nepřímé a přímé. Nepřímé metody jsou spíše preventivního charakteru, jejich cílem je zamezit škodlivému výskytu vytváření nepříznivých podmínek pro původce chorob a škůdce. Nepřímé metody jsou agrotechnické metody, šlechtitelské metody a organizační metody. Přímé metody zabezpečují zahubení původců chorob a škůdců. Mezi metody přímé patří chemické, biologické, mechanické a fyzikální metody. Relativně nové jsou metody biotechnické, které využívají přirozené reakce na různé přírodní látky běžně se vyskytující v přírodě. Nejlepších výsledků při nejnižších nákladech se obvykle dosáhne kombinací některých těchto metod (Kazda et al., 2003).

3.10.1 Listové choroby ječmene jarního

- Padlí travní – *Erysiphe graminis*

Padlí travní je nejčastěji se vyskytující chorobou ječmene, i když jeho škodlivost je v jednotlivých letech rozdílná. Vytváří na mladých listech bělavé až našedlé kubky a na starších pletivech pak černé kulovité útvary (Polák et al., 1998).

Silné napadení může způsobit snížení výnosu až o 15 – 25 %, běžné je spíše snížení výnosu o 10 %. Některé odrůdy (Jersey, Prestige, Bojos atd.) jsou vůči padlí travnímu rezistentní (Černý et al., 2007).

Ochrana: Postřik fungicidem obvykle v časném jarním období. Doporučuje se při dlouhém teplém podzimu ošetření ozimu již na podzim. Významnou ochranou je i výsev odolných odrůd (Kazda et al., 2003).

- Rez ječná – *Puccinia hordei*

První příznaky se projeví již v období ukončení sloupkování (konec května – polovina června). Objevují se drobné, oranžovo-rezaté kupky na listech, méně na stéblech. Postupně se počet zvyšuje, nakonec mohou pokrýt i větší část listové plochy. Při silném napadení listy odumírají. Rzi mohou přecházet i do klasu. Přežívají na ozimech, během vegetace se šíří letními spory, které se šíří větrem a deštěm i na velké vzdálenosti (Kazda et al., 2003).

Ochrana: Fungicidním postřikem při projevu prvních příznaků, obvykle pozdní jaro. Významnou ochranou je výsev odolných odrůd (Kazda et al., 2003).

- Hnědá skvrnitost – *Pyrenophora teres*

Původcem je *Drechlera teres*. Houba přezimuje na ozimých obilninách, zbytcích slámy nebo výdrolu. Vývoj podporuje střídání chladného a teplého počasí. Chorobu rovněž podporují bohatě hnojené porosty s následnou aplikací listových hnojiv (Černý et al., 2007).

Choroba je přenosná jak osivem, tak vzduchem. Infikované osivo způsobuje vznik hnědých síťovitých skvrn na prvních listech. Mohou se ale vyskytovat i skvrny eliptické nebo vřetenovité o velikosti 3 - 6 mm (Polák et al., 1998).

Ochrana: Základem je preventivní opatření. Mezi preventivní opatření patří správný osevní postup, zdravé, uznané, nejlépe mořené osivo, likvidace posklizňových zbytků a výskyt omezuje fungicidní ošetření během jarního období proti původcům listových chorob (Kazda et al., 2003).

- Rhynchosporiová skvrnitost – *Rhynchosporium secalis*

Na listových pochvách a čepelích se vytváří nápadné skvrny vejčitého či nepravidelného tvaru. Barva skvrny se mění od namodrale zelené do bledé, slámově žluté barvy. Skvrny jsou hnědě lemované, při silném napadení listy zasychají. Na jarním ječmeni se zpravidla objevuje ve sloupkování. Houba přezimuje na odumřelých zbytcích rostlin a k infekci dochází za chladnějšího počasí (Polák et al., 1998).

Ochrana: Mezi základy se řadí preventivní opatření, jako jsou dodržování osevních postupů (v žádném případě nesmí být pěstována obilnina po obilnině), zapravení posklizňových zbytků a výskyt omezuje fungicidní postřik proti ostatním původcům listových chorob (Kazda et al., 2003).

3.10.2 Klasové choroby jarního ječmene

- Prašná sněť ječná – *Ustilago nuda*

Viditelné příznaky se projevují v období tvorby klasu. V místě obilek se tvoří chlamydospory, respektive teliospory (rozmnožovací útvary hub). V raných fázích si obilky a klas zachovávají svůj tvar, černohnědé spory jsou kryty pod pokožkou rostliny. Později se pokožka protrhne a uvolní se černohnědý prach. Tyto příznaky jsou nejnápadnější ve fázi kvetení. Klasy, které jsou napadené, mají výrazně černou barvu, nejsou na nich obilky jen prášivá masa spor. Nakonec se choroba projeví úplně holým klasovým věténkem. Přenos probíhá přes infikované osivo. Ochranou je výsev zdravého, uznaného, mořného osiva (Kazda et al. 2003).

- Hnědé špičky

Výskyt hnědých špiček je především způsobem napadením bakterií *Pseudomonas atrofaciens* a v menší míře některými houbami. K vyššímu napadení těchto špiček dochází za vlhkého

počasí. Chorobě nemůžeme přímo zabránit, můžeme jen pro export využívat partie zrna s porostů, kde výskyt hnědých špiček není nebo je minimální. Chemická ochrana není možná jak z hlediska ekonomického, tak z hlediska hygienického (Polák et al., 1998).

Podle pivovarníků a sladařů jsou zahnědlé špičky nežádoucí, protože dochází ke snížení kvality již při 10% výskytu. Zahnědnutí bylo přisuzováno některým houbám anebo některým bakteriím. Studium tohoto procesu ale nebyla nalezena spojitost s přítomností hub a rozvojem symptomů. V současné době se studie zaměřuje na biochemii zbarvení (Zimolka et al., 2006).

- Fuzária v klasech

Podobně jako u pšenice ozimé je u ječmene nebezpečí napadení zrna v klasech houbou rodu *Fusarium*. Jarní ječmen nebyl v minulosti považován za významnou hostitelskou rostlinu, ale v současné době se na ječmeni jarním v některých letech projevuje silné napadení. Symptodem napadení je hnědé až hnědo-oranžové zbarvení zrna. Napadená zrna jsou jednotlivě rozmístěna v klasech. Zrno bývá v důsledku choroby menší a štíhlejší ale je známo že i zrno bez těchto příznaků může obsahovat stanovitelná množství mykotoxinů. Nejvhodnějším substrátem pro šíření je kukuřičná sláma, její strniště a všechny posklizňové zbytky, ale i posklizňové zbytky pšenice, triticales i ječmene. Výskyt napadení velmi ovlivňuje průběh počasí v daném roce. Ochranou je kombinace preventivních opatření s chemickou ochranou (Zimolka et al., 2006).

3.10.3 Škůdci jarního ječmene

- Mšice

V jarním období škodí sáním dospělci a nymfy dioekních druhů mšic na primárních hostitelských rostlinách. Po přeletu na sekundární rostliny (obilniny) během jara sají na listových čepelích a později i na klasech. Posátá místa žloutnou, listy se kroucí a zasychají. Vylučovaná medovice brání asimilaci a podporuje rozvoj některých houbových chorob. Sání na klasech způsobuje špatný vývoj klasu a obilek, snížením hmotnosti a jakosti zrna. Mezi nejvýznamnější patří kyjatka osení, mšice střemchová a kyjatka obilná. Ošetření se provádí aplikací insekticidu, v závislosti na výskytu mšic v jednotlivých letech. Někdy stačí ošetřit okraje porostu, jindy se ošetřuje celoplošně a opakovaně (Kazda et al., 2003).

- Kohoutek černý

Tělo brouka je zelené nebo modré, předohrudí a nohy červené. Velikost je 4 - 4,8 mm. Vajíčka jsou asi 1 mm velká, žlutavá. Larvy jsou typické, jejich tělo je kryto slizem a výkaly. Jsou kyjovitého tvaru podobné larvám ostatních mandelinek. Přezimující brouci se objevují koncem dubna a počátkem května. Způsobují typické požerky ve formě úzkých podélných proužků na listech – proužkování. Samička klade vajíčka na listy obilnin v období května až počátkem června. Samička snese 150 – 200 vajíček. Larvy se líhnou po 7 – 8 dnech. Jejich požerky mají typický vzhled, úzké dlouhé proužky mezi žilkami, ovšem spodní pokožka listu je bez poškození. Larvy dospívají po 14 dnech, pak odvrhují slizový obal a ukrývají se do půdy, kde se kuklí. Asi za měsíc se líhnou brouci. Kohoutek má tedy jedinou generaci v roce. Je významnější škůdce spíše jižních oblastí (Zimolka et al., 2006).

- Bzunka mléčná

Převážné škody způsobuje na ovsu a jarním ječmenu. Malá muška klade vajíčka na pokožku listů mladých rostlin. Dávají přednost rostlinám s 2 – 3 listy. Larvy pronikají do srdéčka rostliny, kde způsobují žloutnutí a později zasychání centrálního listu a celé odnože. Ochrana touto dobou je neúčelná a rostliny již nelze zachránit. Samičky první generace nakladou vajíčka na horní část rostliny, kde larvy požírají kvítky a mladé klásky, čímž způsobují částečnou nebo úplnou hluchost klasu (Černý et al., 2007).

- Třásněnky

Vajíčka třásněnek jsou často kladena samičkami za listové pochvy a později na tvořící se klasy. Třásněnky sají na mladých pletivech a později v kláscích obilnin, kde zalézají za pluchy a plevy. Nadále pokračují v sání, zejména na květech a vyvíjejících se obilkách. Posáté části se přestávají vyvíjet, pluchy jsou zkroucené, části klasu nebo i celé klasy bělají, následně zasychají a bývají hluché. Stříbřité skvrnky v místech sání a částečky tmavého trusu znamenají přítomnost zástupců této skupiny hmyzu. Ochrana se provádí dle výskytu aplikací insekticidu během sloupkování až metání (Kazda et al., 2003).

3.11 Regulace růstu

Jedním z nejdůležitějších faktorů pěstování je omezení poléhání, které způsobuje nejen výnosové ztráty, ale také nepříznivě působí na sladovnickou kvalitu (zahnědlé špičky,

porůstání, zvýšená infekce fuzariózami a obsah mykotoxinů, výskyt plísní). Výnosové ztráty způsobené poléháním mohou dosahovat až 40 %. Ty ale mohou být ještě zvýšeny ztrátami vznikajícími při sklizni. V polehlém porostu se velmi daří houbovým chorobám, kterým vyhovuje vlhké prostředí. Navíc je zde riziko přerůstání plevelů (Černý et al. 2007).

Šlechtitelé sladovnického ječmene se v poslední době spíše věnují kvalitativním parametrům a rezistenci proti chorobám místo odolnosti k poléhání, a tak je stále více odrůd s dlouhým stéblem a vyšší náchylností k poléhání (Malz, Jersey). Spektrum regulátorů růstu registrovaných do jarního ječmene je značně omezeno, v podstatě je tvořeno dvěma druhy přípravků: etephon (např. Cerone) a etephon + CCC (např. Terpal C). Jejich účinnost je limitována mnoha faktory, při vysokém riziku poléhání působí pouze částečně. Ke zlepšení situace s těmito přípravky by měla významně přispět registrace látky trinexapac-ethyl (např. Moddus), který je v řadě ostatních zemí již registrován. U nás registrace teprve probíhá, dosavadní výsledky ukazují velmi dobrý efekt na omezení poléhání při vysoké selektivitě k jarnímu ječmeni. Přípravky na bázi CCC potlačují působení giberelinů, které ovlivňují prodlužování buněk. Podobně působí i zmíněný trinexapac-ethyl, který ovšem zasahuje do biosyntézy giberelinů později. Etephon uvolňuje morforegulační hormon etylen, který jako stresový hormon redukuje prodlužovací růst, ale také současně způsobuje urychlení procesů stárnutí v rostlině. CCC přípravky při včasné aplikaci také vyvolávají dodatečnou podporu odnožování. Tato vlastnost je pak důležitá k podpoře obilnin, které nebyly schopny v důsledku chladného počasí dostatečně odnožit (Zimolka et al. 2006).

3.12 Sklizeň

Sklizeň je jednou z nejzásadnějších operací ve výrobním procesu jarního ječmene. Sklízí se po dosažení plné zralosti, kterou lze z hlediska vnějších znaků charakterizovat několika parametry:

- Zrno se již neohne, ale při silnějším tlaku 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

Při sklizni jarního ječmene pro sladovnické účely musí být zrno co nejméně mechanicky poškozeno. K nejmenšímu poškození dochází při vlhkosti 15 – 17 %. Je nutné seřídít sklízecí mlátičku podle aktuální vlhkosti sklizeného porostu, popřípadě ji seřizovat i několikrát během dne, podle měnící se vlhkosti vlivem letních teplot. Je výhodnější seřazení mlátičky na nižší otáčky mláticího bubnu, kde sice dochází k vyšším ztrátám při sklizni, ale zrno je mnohem méně mechanicky poškozováno (při 900 ot.min⁻¹ mláticího bubnu bylo poškozeno 10,1 % obílek, při 1000 ot.min⁻¹ 11,3 % a při 1200 ot.min⁻¹ až 15,3%). Značný vliv má i konstrukce mláticího ústrojí (Černý et al., 2007).

V případě předčasné sklizně je přerušena ještě probíhající fotosyntéza horních částí stébla a klasu. Díky tomu nepřejdou zásobní látky ze slámy do zrna a to způsobí vyšší obsah dusíkatých látek v zrně. Také dochází ke snížení klíčivosti, energie klíčení a k prodloužení posklizňového dozrávání. Snižuje se výtěžnost předního zrna, HTS, a tím i výnos, dokonce je i negativně ovlivněna kvalita sladu. Naopak v případě pozdní sklizně se zrno lehce uvolňuje z klasu a tím se zvyšuje nebezpečí výdrolu, v některých případech dochází ke zlomení celého klasu nebo se zlomí vřetenem klasu. U některých odrůd dochází ke zlomení stébla pod klasem, což má za následek podobné ztráty jako při přerůstání porostu a jeho poléhání. Dále se prodlužuje posklizňové dozrávání, zvyšuje se podíl mechanicky poškozených zrn a přibývá možnost poškození zrna porůstáním (zahnědlé špičky). Je tedy nutné sklizni jarního ječmene věnovat velkou pozornost a případně upřednostnit jeho sklizeň před sklizní ostatních plodin (Zimolka et al., 2006).

3.13 Posklizňová úprava a skladování

Cílem je dosáhnout co nejmenších ztrát na hmotnosti a škod na jakosti. Odborným skladováním lze nejen uchovat hodnotu produktů, ale ještě ji zvýšit v hodnotách klíčivé energie a klíčivé rychlosti (Kosař et al., 1997).

3.14 Posklizňová úprava

Sklizené zrno obsahuje velké množství nečistot a může mít vyšší obsah vody závislé na průběhu počasí během sklizně, proto je důležité neprodleně po sklizni provést posklizňovou

úpravu ječmene - předčištěním a tříděním. Následně je vhodné vyčištěné zrna dosušet na požadovanou vlhkost, aby nedošlo k jeho zapaření a tím ke škodám na technologické jakosti. U jarního ječmene je důležité, aby při dosoušení nebyla poškozena jeho schopnost klíčení vysokými teplotami (denurací bílkovin), takže nejčastějším způsobem je dosoušení studeným vzduchem. Nevýhodou je sice potřeba 15 – 20krát více vzduchu než u dosoušení teplým vzduchem, ale tato technologie nám zajišťuje, že zrna nebude poškozena (Kosař et al., 1997).

3.15 Skladování

Nejčastěji využívaná skladiště jsou podlahová skladiště. Nedostatkem je velká zastavěná plocha, ale předností je snadná kontrola skladovaného materiálu a jejich konstrukční a cenová nenáročnost. Druhým typem skladiště jsou sila - patří mezi racionálnější typy skladů a tvoří převážnou část nově stavěných skladišť. Umožňují vysokou mechanizaci a automatizaci celého procesu skladování. Zrna v silu se musí po určité době přemístit, aby se neslehlo (Kosař et al., 1997).

3.16 Hodnocení kvality ječmene

3.16.1 Krmný a potravinářský

Kvalita krmného a potravinářského ječmene se řídí vymezenou normou ČSN 46 1200-3 (Černý et al., 2007).

3.16.2 Sladovnický ječmen

Ječmen určený pro výrobu piva se hodnotí již od dob, kdy člověk zjistil, že se z něj dá vyrobit velmi kvalitní a chutný alkoholický nápoj. Na našem území již v roce 1585 sepsal lékař Rudolfa II. spis o výrobě piva, který obsahoval i část zabývající se kvalitou ječmene. V dnešní době se posuzování kvality sladovnického ječmene provádí na základě ČSN 46 1100-5, která byla uvedena v platnost od 1. 1. 2006 (Zimolka et al., 2006).

Hlavním parametrem je samozřejmě klíčivost, bez které nelze vyrobit slad. Ostatní nákupní parametry se liší v různých letech.

Tabulka 3 – Hodnoty ukazatelů jakosti sladovnického ječmene

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 mm	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	nejvýše 7,0
neodstranitelná příměs	-	nejvýše 0,5
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

Ukazatel sladovnické jakosti (USJ) hodnotí kvalitu jednotlivých odrůd. Odrůdě jsou na základě její kvality udělovány body (1 – 9). Využívá se k tomu výpočet jakosti podle vzorce, srovnání podle kontrolních odrůd.

- USJ 7 – 9: Sladařsky velmi kvalitní odrůdy (Diplom, Jersey, Malz, Prestige, Sebastian, aj.)
- USJ 4 – 6: Střední sladařská jakost (Akcent, Amulet, Annabel, Atribut, Calgary, Forum, Kompakt, Madeira, Madonna, Maridol, Philadelphia, Sabel, Scarlett, Novum, Terno, Tolar aj.)
- USJ méně než 4: Nesladovnické odrůdy (Ditta, Heris, Ladik, Orbit, Orthega, Pax, Pejas, Primus, Prosa, Stabil, Viktor aj.) (Černý et al., 2007).

4 Materiál a metody

4.1 Popis pokusů

Pro výzkum v mé bakalářské práci jsem využil dlouhodobého stacionárního pokusu vedeného katedrou výživy rostlin a agroenvironmentálních chemií, který se zabývá vlivem rozdílného hnojení jednotlivých parcel a zkoumá vliv hnojení na kvalitativní a výnosové parametry.

Dlouhodobé stacionární pokusy s rotací plodin byly založeny na pěti stanovištích ČR s rozdílnými půdně-klimatickými podmínkami (Červený Újezd, Hněvčeves, Humpolec, Lukavec (u Pacova), Praha - Suchdol). Založení pokusů bylo provedeno na podzim v roce 1996. V rámci pokusu jsou střídány tři plodiny ve sledu: brambory, ozimá pšenice, jarní ječmen. Na stanovišti Červený Újezd je vzhledem k agrotechnickým možnostem pracoviště místo brambor využívána jako pokusná plodina silážní kukuřice. Organické hnojení je aplikováno na podzim vždy pod brambory (kukuřici). Pro potřeby pokusu jsou používány kaly z ÚČOV Praha, hnůj a sláma z jednotlivých pokusných stanic.

Tabulka 4 – Charakteristika pokusných stanovišť

	Červený Újezd	Hněvčeves	Humpolec	Lukavec	Suchdol
Lokalizace	50°4'22"N, 14°10'19"E	50°18'46"N, 15°43'3"E	49°33'16"N, 15°21'2"E	49°33'23"N, 14°58'39"E	50°7'40"N, 14°22'33"E
Nadmořská výška (m n. m.)	140	265	525	610	286
Průměrná roční teplota (°C)	7,7	8,2	7,0	7,7	9,1
Průměrné roční srážky (mm)	493	573	665	666	495
Půdní typ Půdní druh	Luvizem hlinitá	Luvizem jílovito- hlinitá	Kambizem písčito- hlinitá	Kambizem písčito- hlinitá	Černozem hlinitá
pH (CaCl ₂)	6,5	5,9	5,1	4,3	7,5
Cox (%)	1,7	1,6	2,3	1,7	2,6
KVK (mmol ⁽⁺⁾ .kg ⁻¹)	145	179	159	128	230
P* (mg.kg ⁻¹)	100	84	90	124	91
K* (mg.kg ⁻¹)	80	150	190	213	230
Mg* (mg.kg ⁻¹)	110	130	100	80	240
Ca* (mg.kg ⁻¹)	3600	3600	1300	1100	9000

* Mehlich III 1:10 w/v

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 č. 5 a 6.

Tabulka 5 – Dávka živin aplikovaných hnojiv v tříletém cyklu

Č.	Varianta	Ječmen		
		N	P	K
1	Kontrola	-	-	-
2	Kal1	0	0	0
3	Kal3	0	0	0
4	Hnůj	0	0	0
5	Hnůj 1/2 + N ³⁾	55	0	0
6	N ³⁾	70	0	0
7	NPK ³⁾	70	30	100
8	NPK + směs rp ³⁾	70	30	100
9	N + sláma	70	0	0

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)

4) směs rp - rizikové prvky v dávce odpovídající množství naaplikované v KALu 3

Tabulka 6 – Průměrné dávky sušiny, sušina a obsahy živin v organických hnojivech (1996-2008)

	Dávka t/ha/rok	Sušina %	Obsah živin (% sušiny)				
			N	P	K	Ca	Mg
Kal 1 ⁵⁾	9,00	30,60	3,66	2,23	0,61	3,00	0,78
Hnůj Červený Újezd	14,48	30,30	2,48	0,81	2,14	2,28	0,58
Hnůj Hněvčevce	16,63	25,60	2,15	0,75	2,49	2,51	0,59
Hnůj Humpolec	14,92	24,60	2,28	0,72	2,24	1,55	0,62
Hnůj Lukavec	17,77	26,30	1,90	0,63	2,72	1,71	0,51
Hnůj Suchdol	16,83	34,20	2,05	0,76	1,94	2,20	0,60
Sláma	5,00	95,00	0,35	0,11	0,93	0,49	0,04

5) KAL 3 = 3x KAL 1

Dávky hnojiv a termíny aplikace jsou shodné s variantami, kde jsou pěstovány plodiny. Hnojení je na úhoru prováděno ve sledu: 1. rok jako u brambor, 2. rok jako u ozimé pšenice, 3. rok jako u jarního ječmene. Velikost pokusné parcelky je na stanovišti Humpolec, Lukavec a Hněvčeves 60 m², na stanovišti Suchdol 60,5 m² a na stanovišti Červený Újezd 80 m². Plocha pokusné parcelky na úhoru na stanovišti Suchdol je 11 m².

4.2 Agrotechnika a hnojení jednotlivých stanovišť

4.2.1 Suchdol

Aplikace kalů, hnoje a slámy s minerálním fosforem a draslíkem byla provedena 6. listopadu 2014. Setí jarního ječmene proběhlo 10. března 2015. Byla použita odrůda Xanadu. 12. března 2015 byl aplikován ledek amonný s vápencem. Sklizeň byla provedena 22. července 2015.

4.2.2 Červený Újezd

Aplikace minerálního fosforu a draslíku proběhla 19. září 2014. Aplikace kalů hnoje a slámy provedena 5. listopadu 2014. Aplikace ledku amonného s vápencem proběhla 10. března 2015. Zaseto byla 13. března 2015 odrůda Xanadu. Sklizeň proběhla 30. července 2015.

4.2.3 Lukavec

Setí jarního ječmene proběhlo až 9. dubna 2015. Vyseto bylo 4 MKS, 198 kg.ha⁻¹, odrůdy Xanadu. Porost začal vzcházet 18. dubna. Sklizeň proběhla 11. srpna 2015.

4.2.4 Hněvčeves

Setí na tomto stanovišti proběhlo 23. března 2015. Výsevek byl 3,5 MKS, 182 kg.ha⁻¹, odrůdy Xanadu. Plné vzejití bylo 13. dubna. Sklizeň byla provedena 5. srpna 2015.

4.2.5 Humpolec

Setí proběhlo 24. března 2015. Vyselo se 4 MKS.ha⁻¹. Vyseta byla odrůda Bojos. Počátek vzcházení byl 30. března. Plná zralost 4. srpna, ale sklizeň proběhla až 8. srpna 2015.

4.3 Metody

4.3.1 Hodnocení kvality zrna

Pro hodnocení kvality zrna byla využita metoda pro stanovení kvality sladovnického ječmene, která spočívá v prosátí sklizeného zrna přes síta. Horní síto s podlouhlými zakulacenými otvory širokými 2,5 mm (ČSN 46 1011-12). Spodní síto s otvory 2,2 mm. Pro stanovení se navážilo 100 g vzorku, který se na soustavě sít nechal třepat 5 minut při frekvenci 300 – 320 kmitů za minutu. Následně se stanovil podíl předního zrna, a podíly ostatních kategorií.

Přední zrno je zrno, které po třepání nepropadne horním sítem. Dále se stanovují zrnové příměsi sladařsky nevyužitelné. To jsou zrna mechanicky, nebo biologicky poškozená, která buď nevyklíčí, nebo vyklíčí atypicky, což přispívá k nehomogenitě vyrobeného sladu. Zrna v této kategorii negativně ovlivňují kvalitu i jakost finálního výrobku (Zimolka et al., 2006).

Mechanické poškození zrn nastává v průběhu sklizně nedokonalým seřizením sklízecí mlátičky. Dále při převozu zrna z pole, při posklizňovém zpracování, skladování a vyskladňování zrna. Patří sem úlomky zrn, zrna s vyraženým klíčkem a zrna bez pluch.

Biologické poškození zrna nastává nejčastěji v průběhu dozrávání zrna, kdy na něj působí extrémně nepříznivé povětrnostní podmínky - nejčastěji vlhké počasí. Vyskytují se zde zrna mikrobiálně napadená, což zvyšuje výskyt mykotoxinů ve finálním výrobku. Dále jsou zde zelená zrna, která obsahují málo aktivní enzymatický aparát a mohou obsahovat vyšší procento dusíkatých látek. To nepříznivě ovlivňuje kvalitu sladu. Zrna se zahnědlými špičkami jsou častým poškozením v letech s deštivým počasím v době zrání (Zimolka et al., 2006).

V roce 2015 byl průběh počasí v období zrání zrna velmi suchý, v podstatě bez srážek, takže při hodnocení kvality zrna se kategorie biologicky poškozených zrn neposuzovala.

4.3.2 Stanovení celkového dusíku Kjeldahlovou metodou

Kjeldahlova metoda je založena na mineralizaci organických látek koncentrovanou kyselinou sírovou. Z mineralizátu se po alkalizaci destilací s vodní párou uvolní amoniak, který je jímán v předloze v roztoku kyseliny borité a následně je jeho obsah stanoven neutralizační titrací. Mineralizace probíhá v přítomnosti selenu a přídatku síranu draselného a modré skalice pro zvýšení bodu varu reakční směsi na potřebných 380 °C až 420 °C. Reakční doba se stanoví

provedením zkušební série. Vzhledem k původnímu materiálu lze čas mineralizace odhadnout na 90 minut. Dostatečně zmineralizovaný vzorek má být čirý, lehce zabarvený do žluta. V případě kontaminace surovin či výstupních odpadních materiálů lze na dně kyvety předpokládat nepatrné množství nerozložených částic. Kjeldahlova metoda vyžaduje provedení mineralizace koncentrovanou kyselinou sírovou při vysoké teplotě a proto je bezpodmínečně nutné umístit mineralizační blok do digestoře s dostatečným odtahem (Tlustoš et al., 2014).

4.3.2.1 Postup mineralizace

Do mineralizační kyvety o objemu 250 ml se odváží 0,52 – 0,525 g vzorku (s přesností 0,001g). Přidá se 1,7g katalyzátoru připraveného v třecí misce smísením 100g K_2SO_4 , 1 g $CuSO_4 \cdot 5 H_2O$ a 0,1 g práškového selenu. Kyvety se vzorkem a katalyzátorem se umístí do stojanu mineralizačního bloku automatického topného systému KJELDATHERM, zde je ke vzorkům automatickým dávkovačem s prodlouženou výtokovou hadicí přilito 10 ml koncentrované kyseliny sírové. Stojan je poté zasunut na vidlice výtahu mineralizačního bloku, zakryt víkem odsávacího zařízení, které zabezpečuje kondenzaci (chlazení vodou) a neutralizaci odsátých par. Čas a teplotní režim mineralizace je programován vzhledem k charakteru mineralizovaných materiálů následovně: Je zapotřebí naprogramovat růst teploty po 10 minutách o 20 °C (při rychlém nárůstu teploty materiál z kyvet vykypí), po dosažení cca 150 °C lze nárůst urychlit. Teplotu reakce (380 °C - 420 °C) pak udržovat 30 minut, 40 – 50 minut je doba potřebná k ochlazení, které probíhá za chodu odsávacího zařízení.

4.3.2.2 Postup destilace

Destilační přístroj VAPODEST 50s pracuje s integrovaným titrátorem. Pro uvedená zmineralizovaná množství materiálu lze doporučit toto nastavení programu destilace:

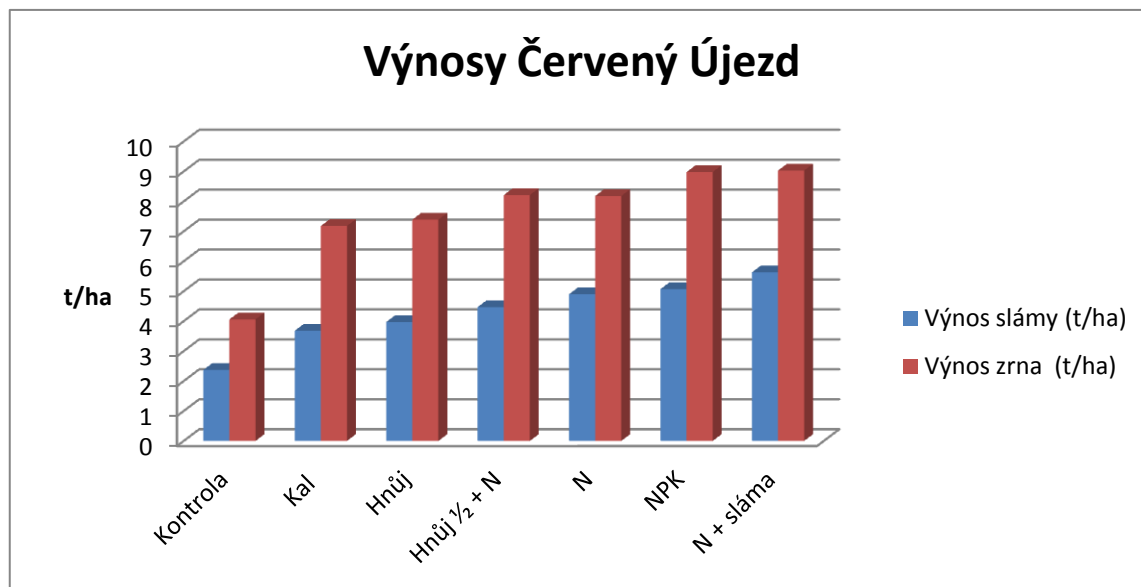
Přidání destilované vody	80 ml
Přidání 30 % ního roztoku NaOH	40 ml
Doba destilace	4 minuty
Pára	100 %
Odsávání vzorku z kyvety	25 sekund
Odsávání roztoku z titrační nádoby	25 sekund

Přidání 1% ního roztoku H ₃ BO ₃	80 ml
Spotřeba HCl, c = 0,05 mol/l pro slepý pokus	(0,05 – 0,25 ml)
Výsledek	% N.

5 Výsledky

5.1 Porovnání výnosů jarního ječmene

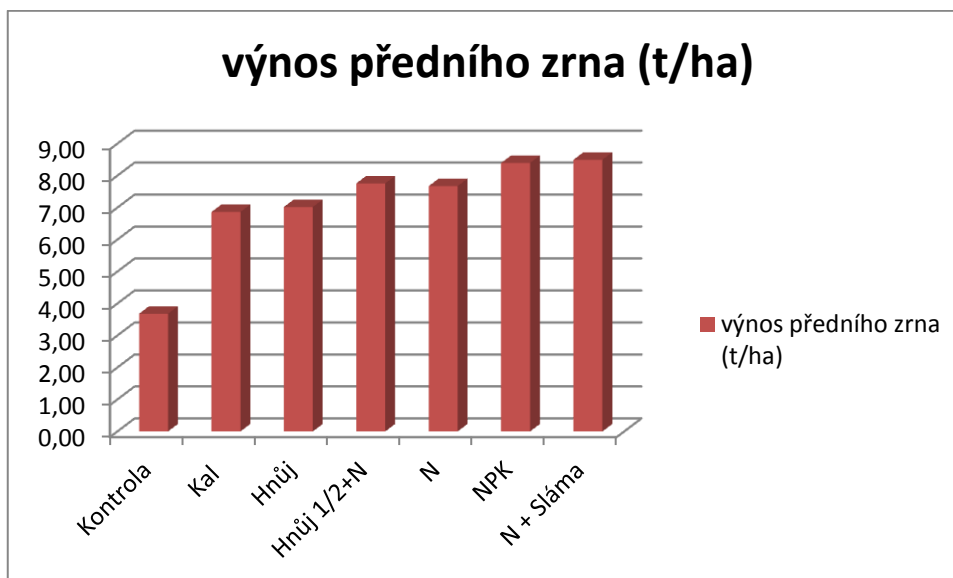
5.1.1 Červený Újezd



Graf č. 1 – Výnosy slámy a zrna jednotlivých variant Červený Újezd

Na stanovišti Červený Újezd měla varianta Kontrola výnos zrna 4 t/ha. Organicky hnojené varianty Kal a Hnůj dosáhli téměř totožného výnosu přes 7 t/ha. To představuje oproti kontrole nárůst o 75 %. Varianty hnojené minerálním dusíkem, tedy varianta N a Hnůj 1/2 + N měly také stejný výnos 8,2 t/ha. To představuje nárůst oproti kontrole o 105 %. U variant NPK a N + sláma byl stanoven nejvyšší výnos zrna na tomto stanovišti a ten byl 9 t/ha. To představuje nárůst výnosu oproti kontrole o 125 %.

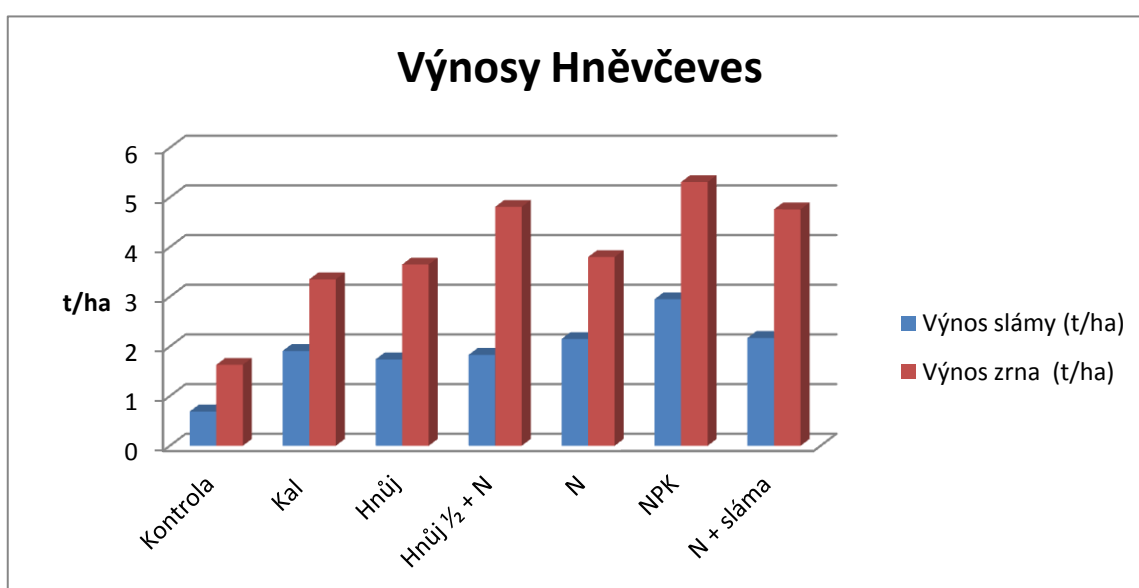
Výnos slámy u varianty kontrola byl 2,37 t/ha. U variant Kal a Hnůj byl stanoven výnos slámy okolo 3,8 t/ha, to představuje nárůst výnosu oproti Kontrole o 60 %. Varianta Hnůj 1/2 + N měla výnos slámy 4,5 t/ha to je o 90 % více než Kontrola. U variant N a NPK byl výnos slámy okolo 5 t/ha a to představuje zvýšení výnosu o 111 % oproti Kontrole. Varianta N + sláma měla nejvyšší výnos slámy a to 5,6 t/ha. To představuje zvýšení výnosu oproti Kontrole o 136 %.



Graf č. 2 – Výnos předního zrna Červený Újezd

Výnos předního zrna je výnos daného stanoviště snižený podle procentuálního obsahu předního zrna ve vzorku. Kontrola v Červeném Újezdu měla výnos předního zrna 3,68 t/ha. Organicky hnojené varianty Kal a Hnůj měly téměř totožný výnos okolo 7 t/ha, který je o 90 % vyšší než u Kontroly. Varianty Hnůj ½ + N a N měly také totožný výnos předního zrna a to 7,7 t/ha. V porovnání s Kontrolou to je o 109 % více. U variant N + sláma a NPK byla stanoven výnos okolo 8,5 t/ha. To je o 131 % více než Kontrola.

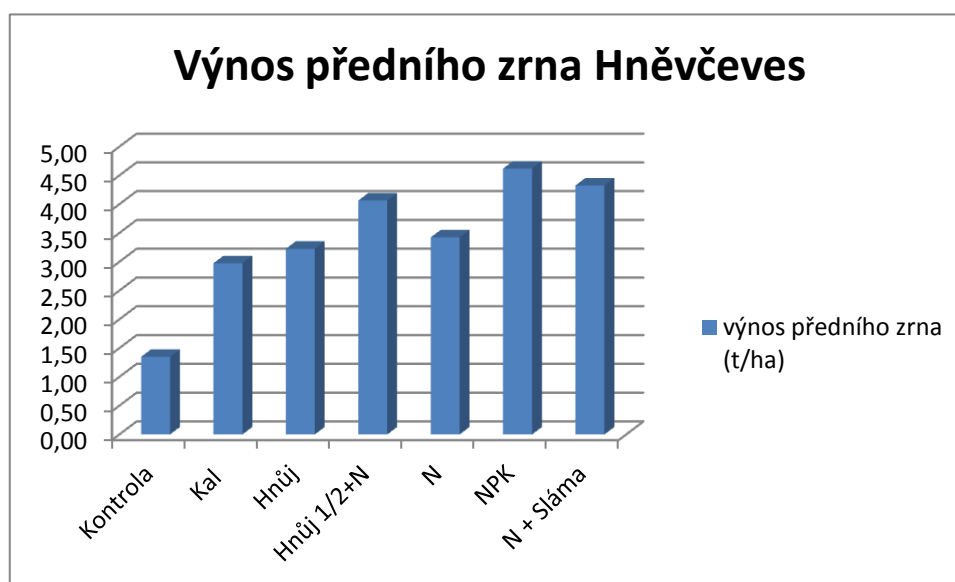
5.1.2 Hněvčeves



Graf č. 3 – Výnosy slámy a zrna jednotlivých variant Hněvčeves

Výnos zrna u varianty Kontrola byl 1,6 t/ha. Organicky hnojené varianty Kal a Hnůj měly podobný výnos zrna okolo 3,5 t/ha, který představuje zvýšení výnosu o 119 % oproti Kontrole. Varianta N, tedy jen minerálně hnojená varianta měla výnos zrna 3,8 t/ha a to je o 138 % více než Kontrola. Varianty Hnůj 1/2 + N a N + sláma měly stejný výnos 4,8 t/ha. To představuje zvýšení výnosu oproti Kontrole o 200 %. Varianta NPK měla na tomto stanovišti nejvyšší výnos zrna a to 5,3 t/ha to je o 231 % více než Kontrola.

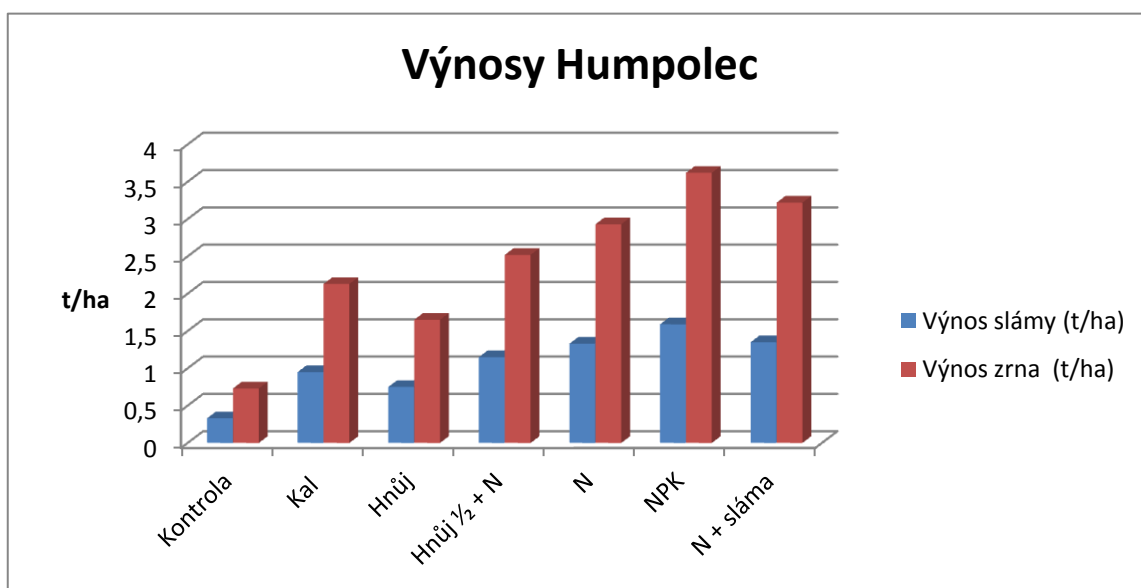
Na tomto stanovišti měla Kontrola výnos slámy 0,69 t/ha. Organicky hnojené varianty Kal a Hnůj měly výnos slámy okolo 1,8 t/ha to je o 160 % více než měla Kontrola. U varianty Hnůj 1/2 + N byl také stanoven výnos slámy 1,8 t/ha, stejně jako u Kontroly. Varianty N a N + sláma, tedy minerálně hnojené varianty, měly totožný výnos zrna 2,2 t/ha. To představuje zvýšení výnosu o 219 % oproti Kontrole. U Varianty NPK byl stanoven nejvyšší výnos slámy na tomto stanovišti a to 2,95 t/ha. To představuje zvýšení výnosu oproti kontrole o 327 %.



Graf č. 4 – Výnos předního zrna Hněvčeves

Kontrola na tomto stanovišti měla výnos 1,35 t/ha. Varianta Kal měla výnos 2,97 t/ha, při srovnání s Kontrolou je to o 120 % vyšší výnos. Varianty Hnůj a N měly téměř stejný výnos, který se pohyboval okolo 3,3 t/ha. To je o 144% vyšší výnos než v případě Kontroly. Varianta Hnůj ½ + N měla výnos předního zrna 4 t/ha, oproti Kontrole je vyšší o 196 %. Varianta N + sláma měla výnos 4,3 t/ha to je o 218 % více než v případě Kontroly. U varianty NPK byl stanoven nejvyšší výnos předního zrna na tomto stanovišti. Pohyboval se okolo 4,6 t/ha. Při porovnání s Kontrolou je tento výnos vyšší o 240 %.

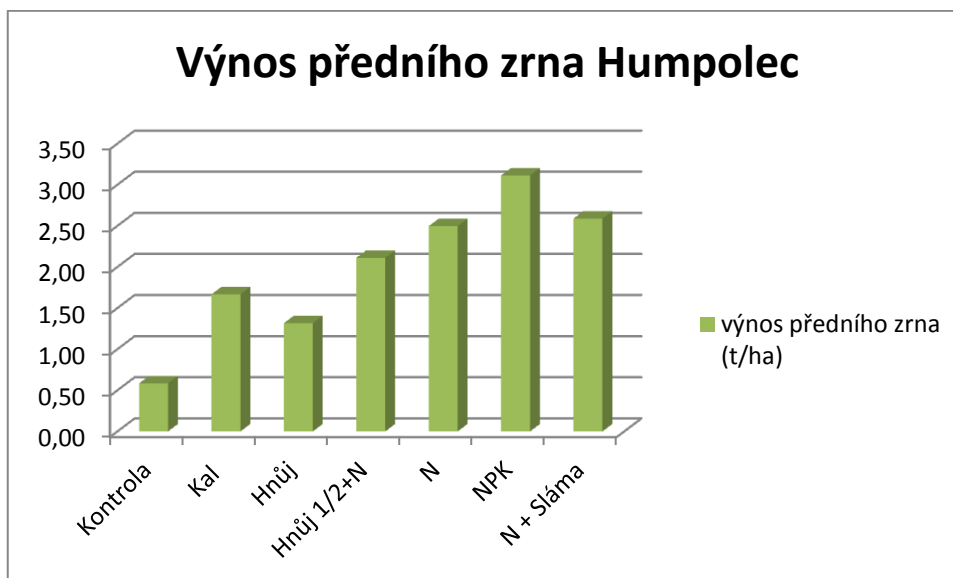
5.1.3 Humpolec



Graf č. 5 – Výnosy slámy a zrna jednotlivých variant Humpolec

Na tomto stanovišti měla Kontrola výnos zrna 0,7 t/ha. U varianty Kal byl stanoven výnos zrna 2,1 t/ha to je o 200 % více než u Kontroly. Varianta Hnůj měla výnos zrna 1,65 t/ha, to představuje zvýšení výnosu oproti Kontrole o 175 %. Varianta Hnůj 1/2 + N měla výnos zrna 2,52 t/ha to je o 260 % více než u Kontroly. Varianty N a N + sláma měly podobný výnos okolo 3 t/ha. To představuje zvýšení výnosu zrna o 328 % oproti Kontrole. Nejvyššího výnosu zrna dosáhla varianta NPK. Výnos této varianty byl 3,6 t/ha a to představuje nárůst výnosu o 414 % oproti Kontrole.

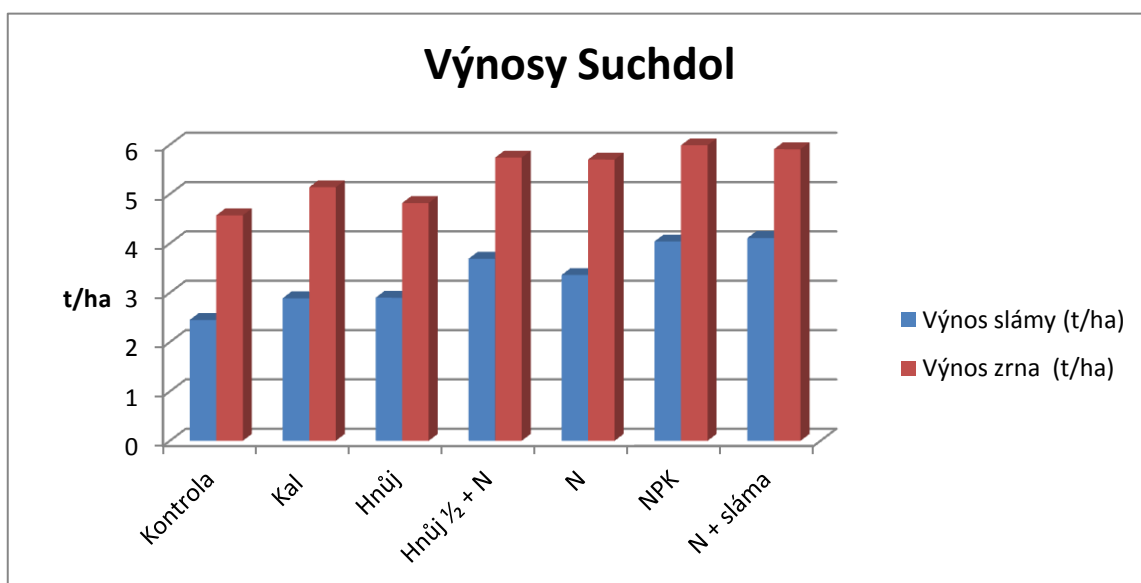
Výnos slámy u Kontroly dosahoval hodnoty 0,33 t/ha. Z hnojených variant měla nejnižší výnos slámy varianta Hnůj s hodnotou 0,75 t/ha, ale i tak je výnos o 127 % vyšší než u Kontroly. Jako další měly podobný výnos varianty Kal a Hnůj 1/2 + N, který byl stanoven na 1 t/ha. V porovnání s Kontrolou to je zvýšení výnosu o 200 %. Ještě lepší výnos byl stanoven u variant N a N + sláma. Tyto varianty měly výnos slámy 1,35 t/ha, to představuje zvýšení výnosu oproti Kontrole o 309 %. Nejvyššího výnosu slámy na tomto stanovišti byl stanoven u varianty NPK, která měla výnos slámy 1,6 t/ha. Ve srovnání s Kontrolou to představuje zvýšení výnosu o 380 %.



Graf č. 6 – Výnos předního zrna Humpolec

Výnos předního zrna v Humpolci u varianty Kontrola byl 0,58 t/ha. Jako druhá nejnižší byla varianta Hnůj, která měla výnos 1,32 t/ha. To představuje navýšení výnosu oproti Kontrolě o 128 %. Následuje varianta Kal s výnosem předního zrna 1,67 t/ha, která představuje zvýšení výnosu oproti Kontrolě o 188 %. Varianta Hnůj ½ + N měla výnos předního zrna 2,1 t/ha. Ve srovnání s Kontrolou je výnos vyšší o 262 %. Varianty N a N + sláma měly podobný výnos předního zrna, který se pohyboval okolo 2,5 t/ha. Oproti Kontrolě je výnos vyšší o 331 %. Nejvyšší výnos předního zrna na tomto stanovišti byl stanoven u varianty NPK s hodnotou 3,1 t/ha. Ve srovnání s Kontrolou to znamená vyšší výnos o 434 %.

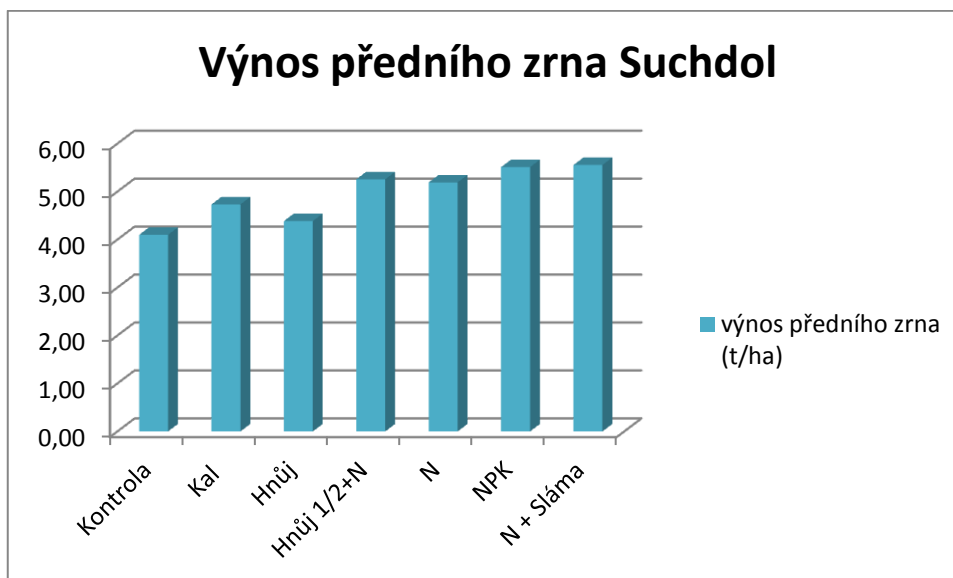
5.1.4 Suchdol



Graf č. 7 – Výnosy slámy a zrna jednotlivých variant Suchdol

Na tomto stanovišti měla Kontrola výnos zrna 4,6 t/ha. U organicky hnojených variant Kal a Hnůj byl stanoven podobný výnos zrna okolo 4,9 t/ha. Tento výnos je vyšší o 6,5 % než výnos Kontroly. Varianty Hnůj 1/2 + N a N měly totožný výnos zrna 5,7 t/ha. To představuje zvýšení výnosu o 24 % oproti Kontrole. Varianty NPK a N+ sláma měly podobný výnos zrna, který byl na tomto stanovišti nejvyšší, a to necelých 6 t/ha. To představuje zvýšení výnosu zrna o 30 % oproti Kontrole.

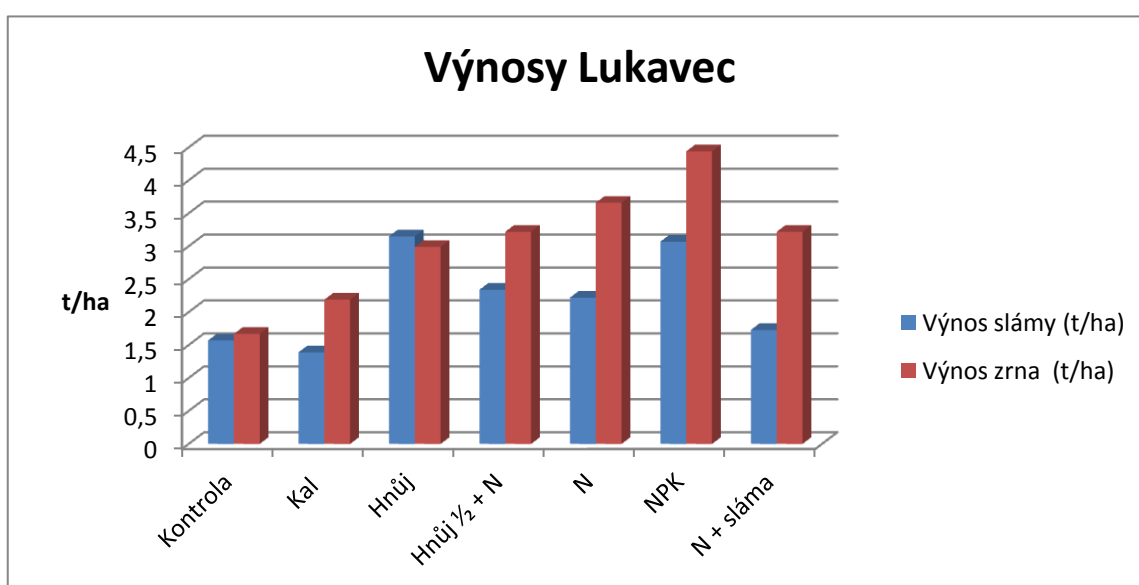
Výnos slámy u Kontroly byl stanoven na hodnotě 2,45 t/ha. Varianty organicky hnojené, Kal a Hnůj měly stejný výnos slámy a to 2,9 t/ha. To představuje zvýšení výnosu o 18 % oproti Kontrole. Varianta N měla výnos slámy 3,4 t/ha. To je zvýšení výnosu oproti Kontrole o 39 %. U varianty Hnůj 1/2 + N byl výnos slámy 3,7 t/ha to představuje zvýšení výnosu o 51 % oproti Kontrole. Nejvyšší výnos slámy byl u variant NPK a N + sláma s hodnotou 4,1 t/ha. To je o 67 % více než Kontrola.



Graf č. 8 – Výnos předního zrna Suchdol

Výnos předního zrna na stanovišti Suchdol u varianty Kontrola byl 4,1 t/ha. Varianta Hnůj měla výnos 4,4 t/ha, který je o 7 % vyšší než v případě Kontroly. U varianty Kal byl stanoven výnos předního zrna 4,7 t/ha. Ten je vyšší oproti Kontrole o 15 %. Varianty Hnůj ½ + N a N měly totožný výnos 5,2 t/ha, to je ve srovnání s Kontrolou o 27 % vyšší výnos předního zrna. Nejvyšší výnosy předního zrna měly varianty NPK a N + sláma, které se pohybovaly okolo 5,5 t/ha. To představuje vyšší výnos o 34 % oproti Kontrole.

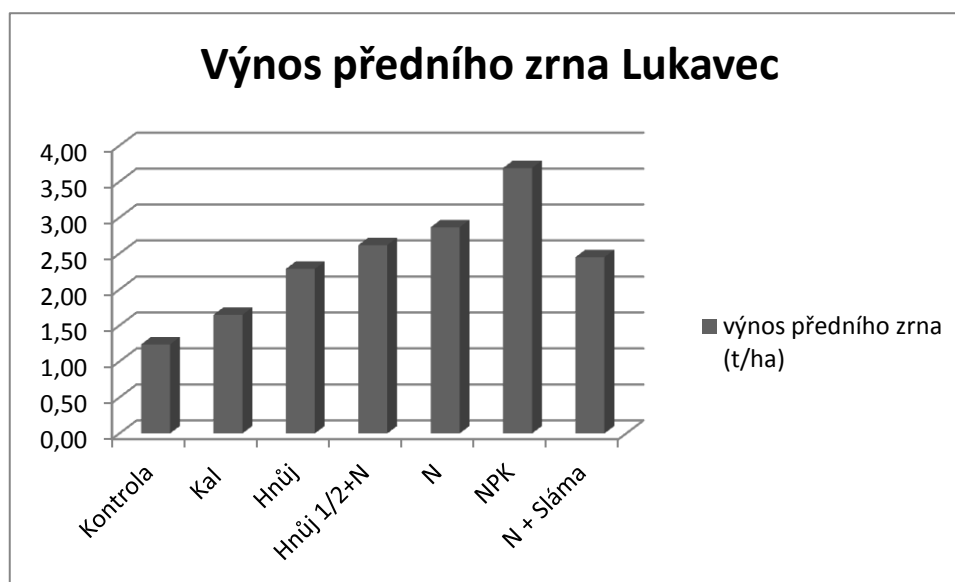
5.1.5 Lukavec



Graf č. 9 – Výnosy slámy a zrna jednotlivých variant Lukavec

Na tomto stanovišti měla Kontrola výnos zrna 1,7 t/ha. Varianta Kal měla výnos zrna 2,2 t/ha, to je o 29 % více než Kontrola. U varianty Hnůj byl stanoven výnos zrna 3 t/ha. To představuje nárůst výnosu o 76,5 % oproti Kontrolě. Varianty Hnůj ½ + N a N + sláma měly stejný výnos zrna 3,2 t/ha. To je o 88 % více než u Kontroly. Dále varianta N měla výnos zrna 3,7 t/ha, to představuje zvýšení výnosu o 118 % ve srovnání s Kontrolou. U varianty NPK byl stanoven nejvyšší výnos zrna a to 4,4 t/ha to je o 160 % více než výnos zrna u Kontroly.

Výnos slámy u Kontroly byl stanoven na hodnotě 1,6 t/ha. U varianty Kal byl výnos slámy 1,4 t/ha to je o 12,5 % méně než u Kontroly. Varianta N+ sláma byla totožná s variantou Kontrola. Varianty Hnůj ½ + N a N měly podobný výnos a to 2,3 t /ha. To je zvýšení výnosu oproti Kontrolě o 44 %. Varianty NPK a Hnůj měly totožný výnos slámy, který byl 3,1 t /ha. Ve srovnání s Kontrolou to je zvýšení výnosu slámy o 94 %.

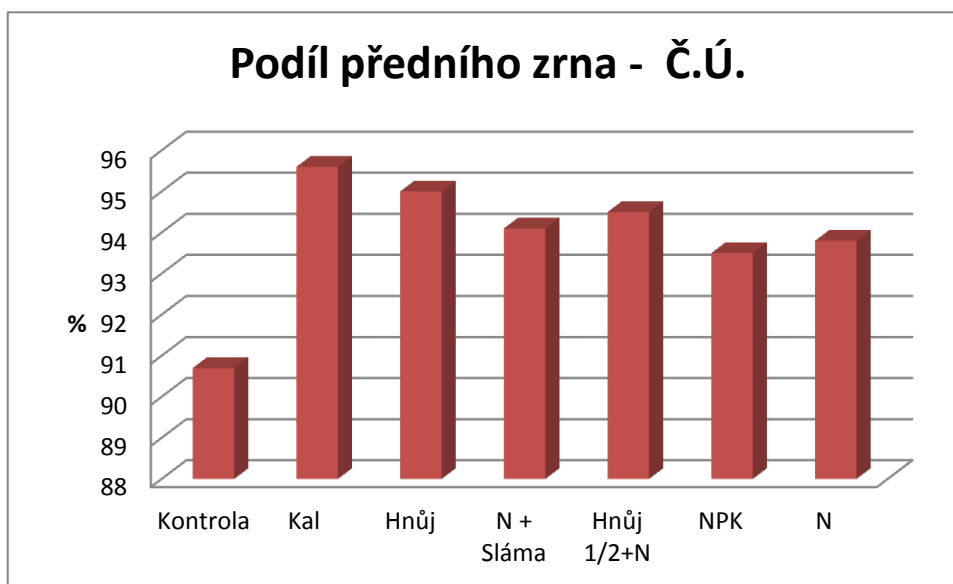


Graf č. 10 – Výnos předního zrna Lukavec

Na stanovišti Lukavec byl výnos předního zrna u varianty Kontrola 1,24 t/ha. Varianta Kal měla výnos předního zrna 1,65 t/ha. Tento výnos je vyšší o 33 % než u Kontroly. Varianty Hnůj a N + sláma měly výnos pohybující se okolo 2,35 t/ha. To je o 89 % více než Kontrola. Varianta Hnůj ½ + N měla výnos 2,6 t/ha, tento výnos je o 110 % vyšší než u Kontroly. U varianty N byl stanoven výnos 2,9 t/ha, oproti Kontrolě to je o 134 % více. Nejvyšší výnos měla varianta NPK s výnosem předního zrna 3,7 t/ha. Při porovnání s Kontrolou to je o 198 % vyšší výnos.

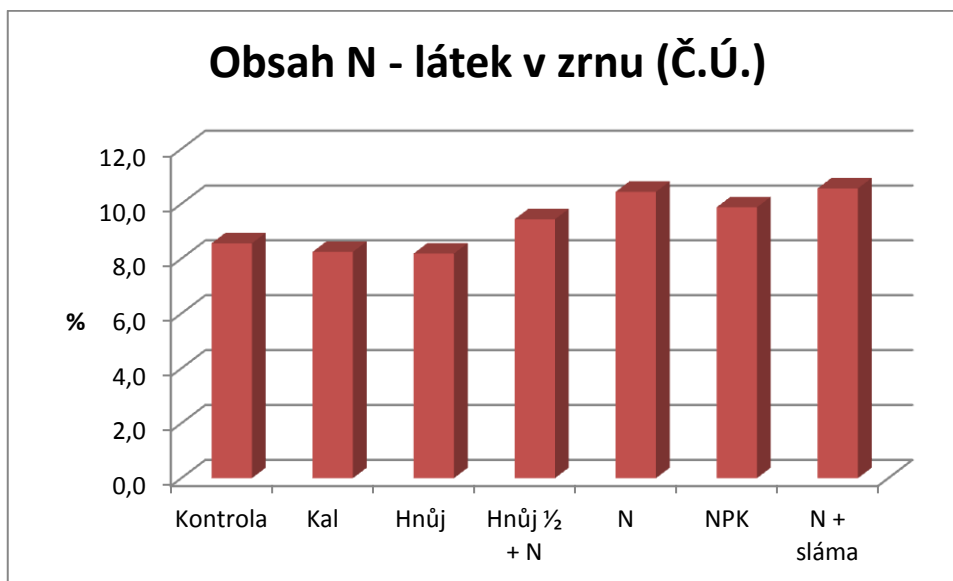
5.2 Porovnání kvality jarního ječmene

5.2.1 Červený Újezd



Graf č. 11 – Podíl předního zrna Červený újezd

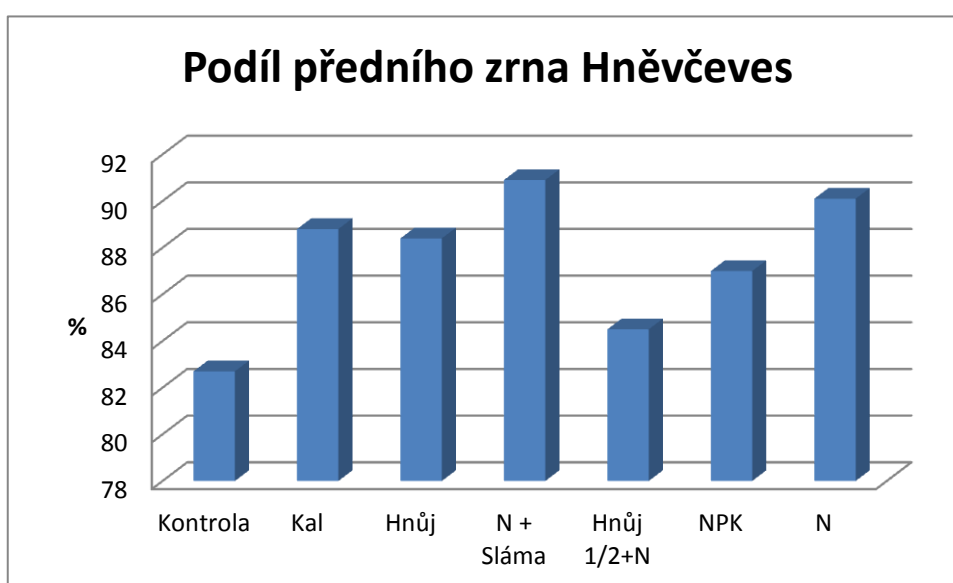
Na stanovišti Červený újezd byl stanoven podíl předního zrna u Kontroly na hodnotě 91%. Podíl předního zrna u variant N + sláma, NPK a N dosahoval stejných hodnot, tedy 94 %. Ve srovnání s Kontrolou to je v absolutní hodnotě o 3 % více. U variant Hnůj + Hnůj 1/2 + N byl stanoven podíl předního zrna na 95 %. Oproti Kontrole to je navýšení o 4 % v absolutní hodnotě. Nejvyšší hodnoty podílu předního zrna dosáhla varianta Kal s 96 %. Ve srovnání s Kontrolou to je zvýšení podílu o 5 % v absolutní hodnotě.



Graf č. 12 – Obsah N-látek v zrně Červený újezd

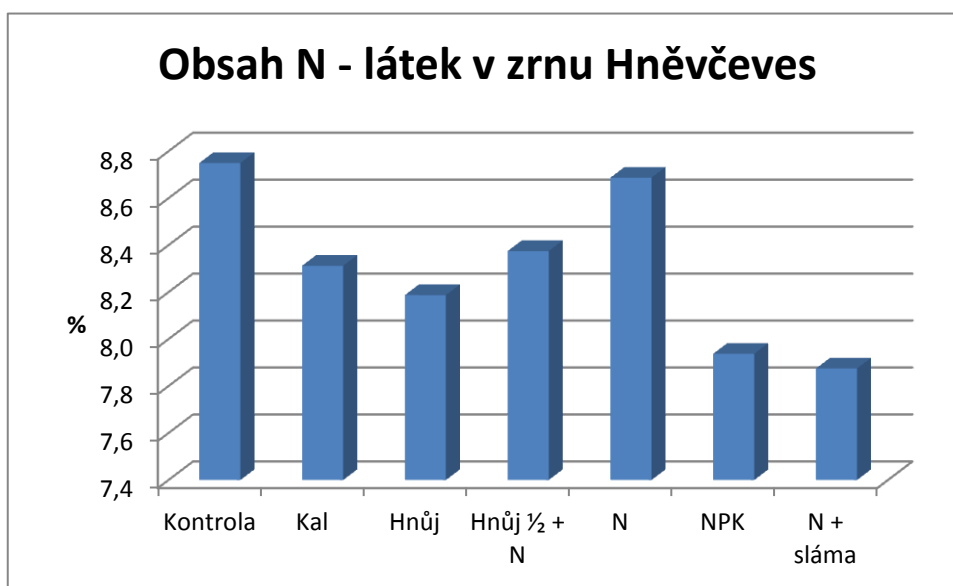
U obsahu N-látek v zrně byla stanovena hodnota 8,6 % u varianty Kontrola. Varianty Kal a Hnůj měli totožný obsah N-látek v zrně, tedy 8,3 %, které je o 0,3 % nižší než u Kontroly. U varianty Hnůj 1/2 + N, byl stanoven obsah N-látek v zrně v hodnotě 9,4 %. To je o 0,8 % více než u Kontroly. Obsah N-látek v zrně u varianty NPK byl 9,9 % to je o 1,3 % více než u Kontroly. U varianty N a N + sláma byl stanoven totožný obsah N-látek v zrně na hodnotě 10,5 %. To je o 1,9 % více než u Kontroly. Porovnání s Kontrolou je v absolutních hodnotách.

5.2.2 Hněvčeves



Graf č. 13 – Podíl předního zrna Hněvčeves

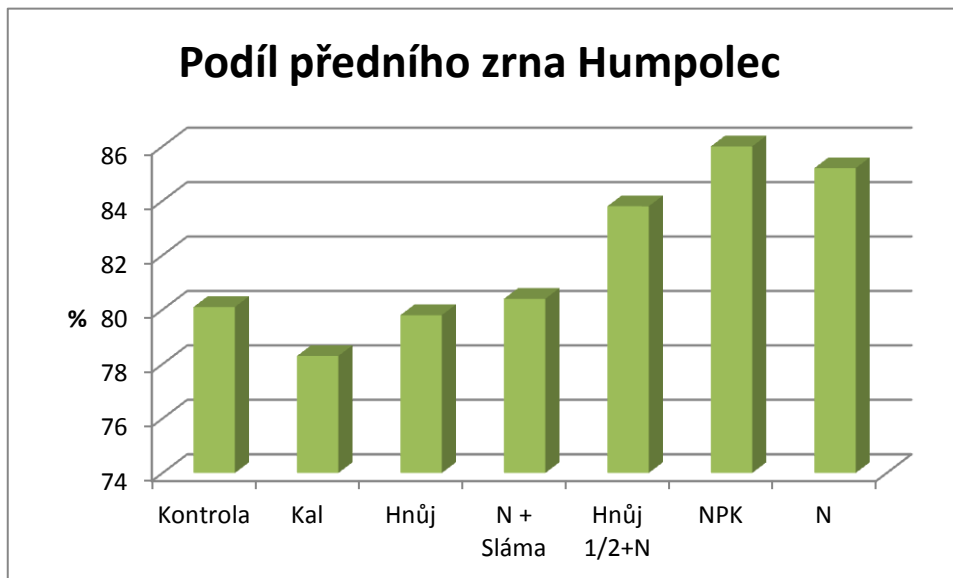
Podíl předního zrna na stanovišti Hněvčeves u varianty Kontrola byl 83 %. U varianty Hněj ½ + N byl podíl předního zrna 84,5 % to, znamená zvýšení podílu o 1,5 % oproti Kontrole. U varianty NPK byl podíl předního zrna stanoven na hodnotě 87 % to je o 4 % více než u varianty Kontrola. Varianty organicky hnojené, tedy Kal a Hněj se pohybovaly okolo stejné hodnoty 88,5 % podílu předního zrna. To znamená zvýšení o 5,5 % oproti Kontrole. Nejvyššího podílu na tomto stanovišti dosáhly varianty N a N + sláma s hodnotou 90,5 %. Oproti Kontrole to je navýšení podílu o 7,5 %. Porovnání s Kontrolou je v absolutních hodnotách.



Graf č. 14 – Obsah N – látek v zrně Hněvčeves

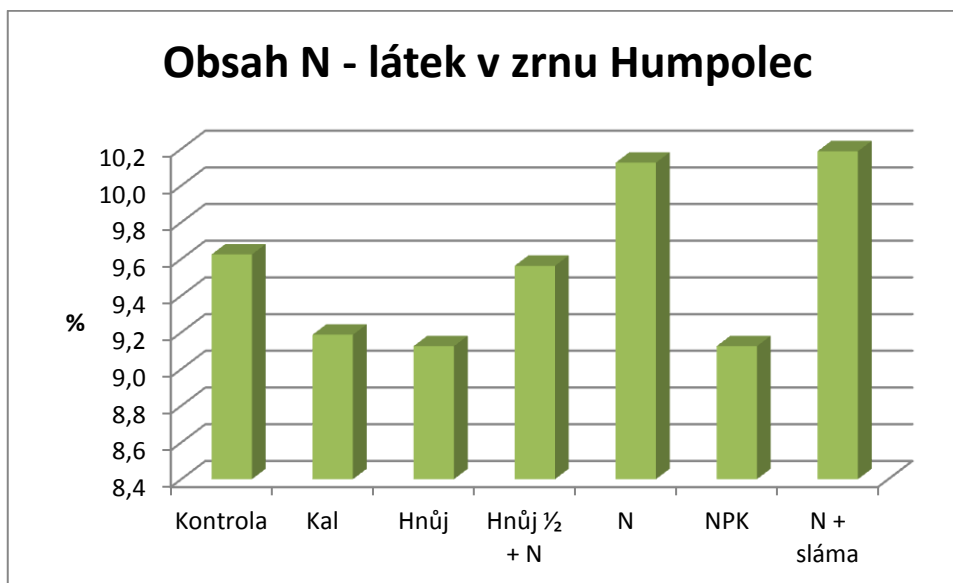
Na tomto stanovišti dosahovala Kontrola obsahu N-látek v zrně 8,8 %. Varianty Kal, Hněj a Hněj ½ + N dosahovaly hodnoty okolo 8,3 %. To je o 0,5 % méně než v případě Kontroly. Varianty NPK a N+ sláma měli obsah N-látek v zrně na hodnotě 7,9 %. To představuje nižší obsah N-látek o 0,9 % oproti Kontrole. Nejvyššího obsahu hnojených variant dosáhla varianta N, u které byl obsah N-látek v zrně 8,7 %. To je o 0,1 % méně než u Kontroly. Porovnání s Kontrolou je v absolutních hodnotách.

5.2.3 Humpolec



Graf č. 15 – Podíl předního zrna Humpolec

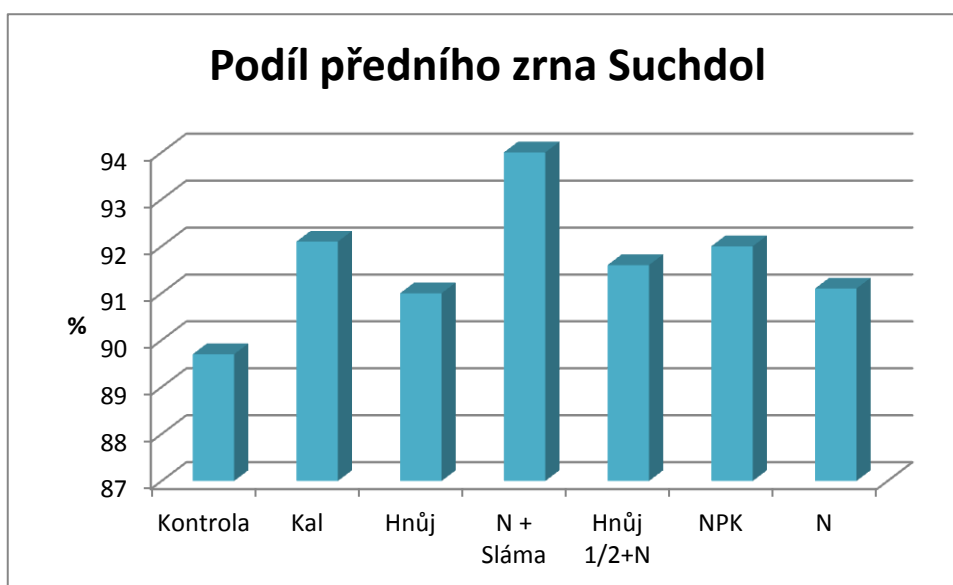
Podíl předního zrna u varianty Kontrola byl 80,1 %. Z hnojených variant měla nejnižší podíl předního zrna varianta Kal s hodnotou 78,3 %. To je o 1,8 % méně než Kontrola. Varianty Hnůj a N+ sláma se pohybovaly okolo hodnoty 80 %. To je shodné s hodnotou Kontroly. Varianta Hnůj 1/2 + N měla podíl předního zrna 84 % to je o 3,9 % více než u Kontroly. Varianta N měla podíl předního zrna 85 % to je o 4,9 % více než u varianty Kontrola. Varianta NPK dosáhla nejvyššího podílu s hodnotou 86 %. V porovnání s Kontrolou má varianta NPK o 5,9 % vyšší podíl předního zrna. Porovnání s Kontrolou je v absolutních hodnotách.



Graf č. 16 – Obsah N-látek v zrně Humpolec

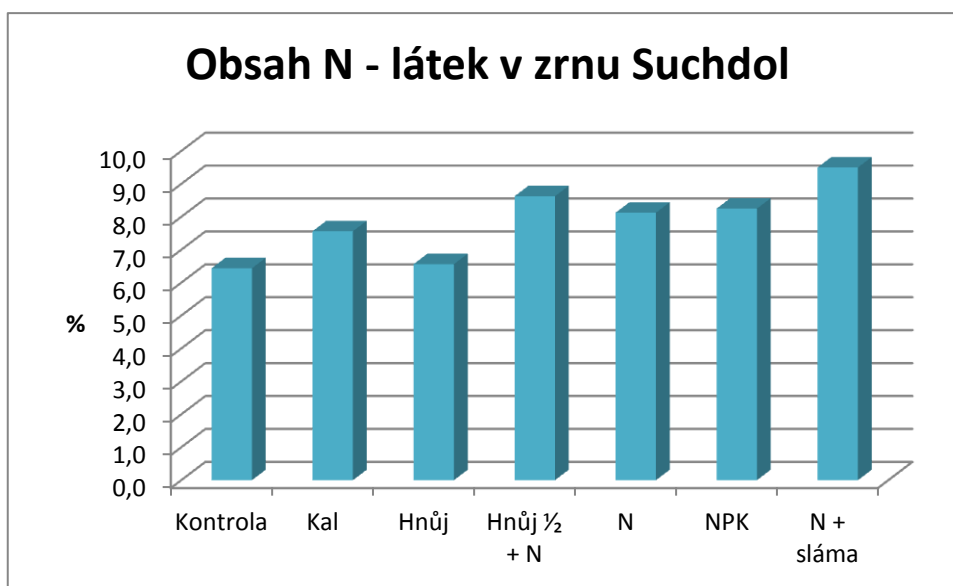
U varianty Kontrola byl obsah N-látek stanoven na hodnotě 9,6 %. U organicky hnojených variant NPK, Kal a Hnůj byl obsah N-látek v zrně shodný 9,1 %. To je o 0,5 % méně než u varianty Kontrola. Varianta Hnůj 1/2 + N měla obsah N-látek v zrně 9,6 %. To je shodný obsah s Kontrolou. Varianty N a N+ sláma dosáhly nejvyššího obsahu okolo hodnoty 10,1 %. To je o 0,5 % více než u Kontrolu. Porovnání s Kontrolou je v absolutních hodnotách.

5.2.4 Suchdol



Graf č. 17 – Podíl předního zrna Suchdol

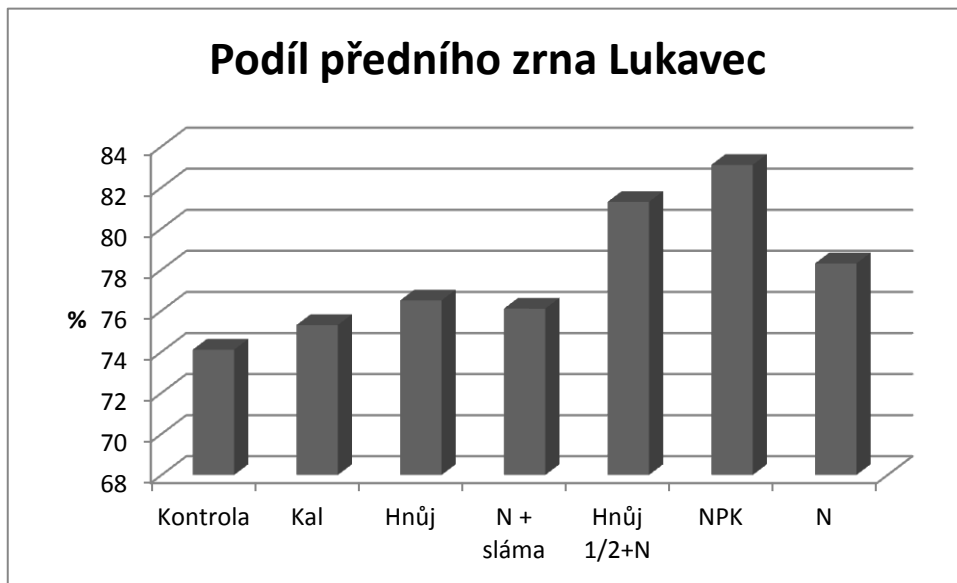
Na stanovišti Suchdol byl podíl předního zrna u Kontroly 89,7 %. Varianty Hnůj a N měli shodný podíl předního zrna a to 91 %. To představuje ve srovnání s Kontrolou zvýšení podílu o 1,3 %. Varianty Kal, Hnůj ½ + N a NPK měli podobný podíl předního zrna a to okolo hodnoty 92 %. To ve srovnání s Kontrolou představuje zvýšení podílu o 2,3 %. Nejvyšší podíl předního zrna měla varianta N + sláma s hodnotou 94 %. Ve srovnání s Kontrolou je to zvýšení podílu předního zrna o 4,3 %. Porovnání s Kontrolou je v absolutních hodnotách.



Graf č. 18 – Obsah N látek v zrně Suchdol

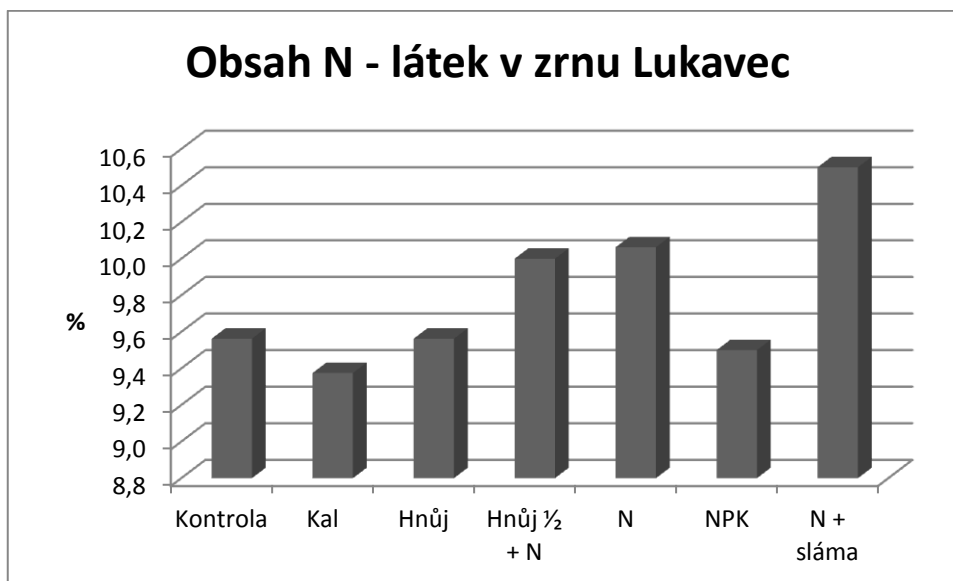
Varianta Kontrola měla obsah N-látek v zrně 6,4 %. Varianta Hnůj se s variantou Kontrola v obsahu N-látek shodovala. Varianty Kal, N a NPK měli obsah N-látek v zrně podobný a jeho hodnota se pohybovala mezi 7,6 – 8,1 %. To je zvýšení oproti Kontrolě o 1,6 %. Varianta hnůj ½ + N měla obsah N-látek v zrně 8,6 %. V porovnání s Kontrolou to znamená zvýšení obsahu o 2,2 %. Nejvyšší obsah N-látek v zrně na tomto stanovišti měla varianta N + sláma s hodnotou 9,5 %. Oproti kontrole to je zvýšení obsahu o 3,1 %. Porovnání s Kontrolou je v absolutních hodnotách.

5.2.5 Lukavec



Graf č. 19 – Podíl předního zrna Lukavec

Podíl předního zrna u varianty Kontrola byl 74,1%. Varianty Kal, Hnůj a N + sláma měly podobný podíl předního zrna, který se pohyboval okolo hodnoty 75,5 %. V porovnání s Kontrolou to znamená nárůst podílu o 1,4 %. Varianta N měla podíl předního zrna 78,3 %. To je o 4,2 % více než Kontrola. Varianty Hnůj 1/2 + N a NPK měly nejvyšší podíl předního zrna, který se pohyboval okolo hodnoty 82 %. Při srovnání s Kontrolou to znamená zvýšení podílu o 7,9 %. Porovnání s Kontrolou je v absolutních hodnotách.



Graf č. 20 – Obsah N-látek v zrně Lukavec

Obsah N-látek v zrně u Kontroly byl 9,6 %. Varianty Kal a NPK měly obsah N-látek v zrně 9,5 %. To je o 0,1 % nižší obsah než u varianty Kontrola. Varianta Hnůj se shodovala obsahem N-látek v zrně s Kontrolou. Varianty Hnůj ½ + N a N měly podobný obsah N-látek v zrně, který se pohyboval okolo hodnoty 10 %. To je zvýšení obsahu oproti Kontrole o 0,4 %. Varianta N + sláma dosáhla nejvyššího obsahu N-látek s hodnotou 10,5 % to je o 0,9 % více než Kontrola. Porovnání s Kontrolou je v absolutních hodnotách.

5.3 Porovnání odběru dusíku

Tabulka 7 – Průměrné odběry N všech stanovišť

Průměrné odběry N všech stanovišť				
Varianta	Výnos slámy (t/ha)	Výnos zrna (t/ha)	Odběr N (kg/ha)	Odběr N na 1t zrna
1 Kontrola	1,24	2,53	31,40	12,4
2 Kal 1	2,16	4,00	50,82	12,7
4 Hnůj	2,50	4,10	51,75	12,6
5 Hnůj ½ + N	2,70	4,90	68,07	13,9
6 N	2,79	4,85	71,18	14,7
7 NPK	3,34	5,67	79,43	14,0
9 N + sláma	3,00	5,23	78,70	15,1
Průměr	2,53	4,47	61,62	13,6

Tato tabulka popisuje průměry výnosů jednotlivých variant ze všech stanovišť. Dále zde nalezneme průměrný odběr živin v kg/ha. Vypočtený z odběrů slámy i zrna. V posledním sloupci se nachází odběrový normativ na vytvoření jedné tuny zrna u jednotlivých variant.

6 Diskuze

Z výzkumu mohu jednoznačně potvrdit, že různé způsoby hnojení mají velmi rozdílný vliv na výnos jarního ječmene. V porovnání s kontrolou je v téměř všech případech dosaženo vyšších výnosů zrna. Z pohledu stanoviště je také potvrzeno, že stanoviště má významný vliv jak na výnos, tak i na kvalitu jarního ječmene.

Na stanovišti Červený Újezd bylo zvýšení výnosu na organicky hnojených variantách o 75 %. Tohoto zvýšení bylo dosaženo i když organická hnojiva byla aplikovaná před sázením brambor v roce 2013. Zvýšení je způsobeno dodáním malého množství dusíku z rozkladu organických hnojiv třetím rokem, ale také především kvalitní půdou, která díky dodání organické hmoty je schopna ve svém sorpčním komplexu udržet více přístupných živin pro využití jarním ječmenem. Dále varianty v kombinaci organických hnojiv a minerálních hnojiv dosahovali druhých nejvyšších výnosů. Tento jev je způsoben dostatkem organické hmoty v půdě, která sama uvolňuje zmineralizovaný dusík a ještě je zde dodán v minerální formě přímo k jarnímu ječmeni. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo u varianty hnojené v kombinaci prvků NPK. Tento výnos byl nejvyšší z důvodů pozitivního působení prvků P a K na tvorbu zrna a tím i na vyšší výnos. Z kvalitativního hlediska, kdy je hodnocen obsah N-látek v zrnu, dosahovaly sladovnické kvality jen varianty N a N + sláma. Tyto varianty byly hnojeny minerálním dusíkem v dávce 70 kg/ha. Hejčman et al. (2013) ve svém výzkumu uvádí, že tato dávka nebyla vhodná kvůli překročení obsahu N-látek v zrnu. Jejich pokus se nacházel u Prahy, takže by stanovištní podmínky měli být skoro totožné, ale jejich osevni postup byl jiný. Jako předplodina pro jarní ječmen zde byla cukrová řepa, která byla organicky hnojená hnojem, a navíc zde byl zaoráván chrást. Tím došlo k přebytku dusíku v půdě. Následně po jarní aplikaci minerálních hnojiv byl ještě větší přebytek dusíku. Tím přesáhly požadovaný obsah N-látek v zrnu.

V případě stanoviště Hněvčevy měly organicky hnojené varianty Hnůj a Kal výnos vyšší o 119 % oproti Kontrole. Na tomto stanovišti se nachází jílovito-hlinité půdy, které umožňují pomalejší mineralizaci hnoje a kalu a tím zanechání přístupného dusíku až do třetího roku, kdy se v osevni postupu nachází jarní ječmen. Varianty s kombinací minerálního a organického hnojení tedy Hnůj ½ + N a N + sláma měly stejný výnos. Oproti Kontrole byl o 138 % vyšší. Zde je jasný pozitivní vliv organického hnojení na zlepšení sorpce živin v půdě. Ke stejnému závěru dospěli ve svém výzkumu i Vašák et al. (2014). Díky tomu zůstávají živiny přístupné pro rostliny déle a ty jsou schopny využívat je během celé vegetační doby.

Znovu varianta NPK dosáhla nejvyššího výnosu. Zde znovu můžeme mluvit o pozitivním působení P a K na tvorbu zrna a tím i na vyšší výnos. Z kvalitativního hlediska měla nejvyšší podíl předního zrna varianta N + sláma. Varianty organicky hnojené Kal a Hnůj měli jen o 2 % nižší podíl předního zrna. Tato kvalita byla způsobena přístupností minerálního dusíku v závěrečné fázi dozrávání, vlivem mineralizace organických dusíkatých látek při prohřátí půd, kdy je dusík potřebný k dotváření zrn a tím došlo ke zlepšení kvality. U obsahu N-látek v zrně měla nejvyšší obsah varianta Kontrola. K tomuto jevu došlo z důvodu zředovacího efektu, kdy varianty s vyšším výnosem než Kontrola přijatý dusík rozložily do většího množství biomasy, a tím se snížil obsah N-látek v zrně, naopak u varianty Kontrola s nízkým výnosem tento dusík v menším množství biomasy způsobil vyšší obsah N-látek v zrně. Žádná z variant na stanovišti Hněvčevěves nedosáhla sladovnické kvality.

Na stanovišti Humpolec byl výnos zrna na variantě Hnůj o 450 kg nižší než na variantě Kal. To představuje propad výnosu o 21,5 % oproti Kalu. I když u ostatních stanovišť se tyto varianty lišily velmi málo. Tento propad mohl být způsoben rychlejší mineralizací organické hmoty v půdě, protože stanoviště Humpolec má lehčí písčito-hlinité půdy, ve kterých probíhá mineralizace rychleji. Z kvalitativního hlediska se na stanovišti Humpolec stanovili nejnižší výnosy u variant jen organicky hnojených Kal a Hnůj. Jednoznačně se projevil vliv hnojení na kvalitu u variant přihnojených na jaře minerálními hnojivy. To bylo způsobeno zase lehčími půdami, které nemají dostatek organické hmoty a jílovitých částic pro zadržení živin v půdním sorpčním komplexu. Navíc je Humpolec stanoviště s vyšší nadmořskou výškou 525 m n. m. a vyššími průměrnými ročními srážkami 665 mm. Tím také dochází k promývání živin do spodnějších vrstev půdy a znemožnění přístupu pro jarní ječmen, který má mělký kořenový systém.

V případě stanoviště Suchdol se nejvyšší výnosy zrna pohybovaly těsně pod 6 t/ha. Stanoviště Suchdol je ze všech stanovišť, na kterých je pokus vedený, nejvhodnější pro pěstování jarního ječmene a proto by zde měl být i nejvyšší výnos. Ale v případě roku 2015 zde byl velký vliv ročníku na výnos, protože v závěrečné fázi dozrávání zrna nastal vláhový deficit a to negativně ovlivnilo výnos. Varianty hnojené organicky tedy Kal a Hnůj měly výnos jen o 500 kg/ha vyšší než Kontrola. Tento nepatrný rozdíl jen o 17 % byl ovlivněn velmi úrodnými půdami, které se na Suchdole nacházejí. Je to hlinitá černozem s dostatkem humusu. To nám potvrzuje i vysoký výnos zrna na variantě Kontrola, který byl 4,5 t/ha. Nejvyšší výnos měla varianta NPK u které je znovu potvrzen pozitivní efekt na tvorbu zrna hnojením prvky P a K.

Na tomto stanovišti z pohledu kvality byl stanoven nejlepší podíl předního zrna u varianty N + sláma s 94 %, u ostatních hnojených variant se pohyboval podíl předního zrna okolo 92 %. Je zde potvrzen vliv hnojení na kvalitu zrna, protože všechny varianty měly vyšší podíl předního zrna než Kontrola. U obsahu N-látek v zrnu je zde také potvrzen vliv hnojení. Všechny hnojené varianty měly vyšší obsah N-látek než Kontrola. To je způsobeno velmi kvalitními půdami, které se nacházejí na tomto stanovišti. Jsou to půdy s vysokým obsahem organické hmoty, u kterých dochází k mineralizaci těchto organických dusíkatých látek. Takže po hnojení některým z dusíkatých hnojiv zde dochází ke kvalitní sorpci živin a zároveň k uvolnění ještě dalšího dusíku ze zmineralizovaných organických látek, tedy je dostatek dusíku ve vrchních vrstvách půdy, kde je přístupný pro jarní ječmen. I tak žádná z variant na tomto stanovišti nedosáhla sladovnické kvality u obsahu N-látek v zrnu.

Na stanovišti Lukavec byl výnos Kontroly nejnižší, tím se potvrdil vliv hnojení na výnos jarního ječmene. Varianta NPK měla vyšší výnos o 780 kg oproti variantě N, což potvrdilo pozitivní vliv na výnos zrna přihnojením prvky P a K. U organických variant Kal a Hnůj měla varianta Hnůj vyšší výnos. To bylo způsobeno pomalejší mineralizací organické hmoty oproti Kalu a tím zůstal přístupný minerální dusík i ve třetím roce pro jarní ječmen. Varianty minerálně přihnojené na jaře (Hnůj $\frac{1}{2}$ + N, N a N + sláma) dosahovaly podobného výnosu okolo 3,2 t/ha, oproti Kontrole to je zvýšení výnosu o 88 %. Stanoviště Lukavec má méně kvalitní a propustné půdy, písčito-hlinité. Srážky jsou také jedny z vyšších - 666 mm za rok. Proto zde dochází k promývání živin do spodnějších vrstev půdy a tím k nepřístupnosti pro jarní ječmen. Varianty přihnojené minerálním dusíkem v jarním období jsou schopny tento dusík přijmout a vhodně využít pro tvorbu výnosu, proto tyto varianty mají vyšší výnos. Z kvalitativního hlediska byl na tomto stanovišti podíl předního zrna u Kontroly nejnižší. Tím je potvrzen vliv hnojení na kvalitu zrna. Nejvyšší podíl předního zrna měla varianta NPK s 82 %. Zde je značný vliv prvků P a K na tvorbu a dozrávání zrn a tím na jejich kvalitu. Varianta Hnůj $\frac{1}{2}$ + N měla druhý nejvyšší podíl předního zrna 81 %. Zde je vliv vhodné kombinace organické hmoty v půdě a přihnojení minerálním N v jarním období. Třetí byla varianta N, která měla podíl předního zrna 78 %. Nižší podíl předního zrna byl způsoben nedostatkem organické hmoty v půdě a tím, že nebyl minerální dusík, který byl aplikován v jarním období, přístupný po celou dobu vegetace. U varianty N + sláma byl nižší podíl zrna, než u varianty Hnůj způsoben nižším zastoupením minerálního dusíku, protože část tohoto dusíku byla spotřebována na rozklad slámy v půdě mikroorganismy.

Při porovnání odběru dusíku jsme zjistili, že u varianty Kontrola spotřebuje rostlina pro vytvoření 1 t zrna menší množství dusíku než ostatní varianty, které byly organicky, nebo minerálně hnojené. Odběrový normativ dusíku pro jarní ječmen je podle Vaněk et al. (2007) 20 – 24 kg/t, ale z tohoto výzkumu vyplývá, že průměrný odběrový normativ na jednu tunu byl v roce 2015 13,6 kg/t.

Z ekonomického hlediska jsou náklady na pěstování jarního ječmene na jeden hektar v průměru 13100 Kč (zdroj www.agronormativy.cz). V této ceně je konvenční zpracování půdy, tedy podmítka s orbou. Následné ošetření orby ještě na podzim a jarní kypření. Setí, osivo, použití hnojiv v dávce 70 kg N/ha (LAV), pesticidy (herbicid, fungicid, insekticid a regulátor růstu), náklady na sklizeň. Ve středočeském kraji, při sladovnické kvalitě bylo možné 1 t zrna jarního ječmene v srpnu 2015 prodat za 4644 Kč (dle ČSÚ). Proto je potřebné pro pokrytí nákladů na pěstování výnos sladovnického ječmene na jednom hektaru alespoň 2,82 t. Z našeho pokusu při porovnání nehnojených variant, tedy Kontrol, byl stanoven vyšší výnos jen u stanovišť Červený Újezd a Suchdol. Ale tyto partie nesplňovaly podmínky z hlediska kvality a tím by nebylo možné tento jarní ječmen prodat jako sladovnický, ale jen jako krmný. Krmný ječmen se v roce 2015 dal prodat za 3566 Kč (dle ČSÚ). To by znamenalo při stejných nákladech na jeden hektar, aby byl výnos jarního krmného ječmene pro pokrytí nákladů 3,67 t/ha. Vyššího výnosu bylo u Kontrol dosaženo znovu jen na stanovištích Suchdol a Červený Újezd. To znamená, že tyto stanoviště jsou rentabilní i při horší kvalitě zrna a jeho následného prodeje jako krmného ječmene. V tomto ekonomickém hodnocení není započítána dotace na plochu a není zde počítáno s nájmem zemědělské půdy.

7 Závěr

- Varianta s nejvyšším výnosem a zároveň s nejvyšší kvalitou byla varianta NPK
- Vliv jednotlivých stanovišť na výnos a kvalitu byl potvrzen
- Varianta Kontrola dosahovala nejnižších výnosů a kvalit, tím byl potvrzen pozitivní efekt hnojení na sledované hodnoty
- Stanoviště s vyšší nadmořskou výškou v bramborářské výrobní oblasti dosahovaly menších výnosů a kvality, proto jsou spíše nevhodné pro pěstování jarního ječmene pro sladovnické účely
- Stanoviště v řepařské výrobní oblasti dosahovaly vysokých výnosů s vyšší kvalitou zrna, proto jsou vhodné pro pěstování jarního ječmene pro sladovnické účely
- Z této práce vyplývá, že nejvhodnější pro pěstování jarního ječmene je stanoviště Červený Újezd s kombinací hnojení třemi základními živinami NPK
- V praxi je možné při pěstování jarního ječmene hnojit více než 70 kg N/ha, ale je potřeba zvážit o jak úrodnou oblast se jedná. Zároveň je lepší rozdělit dávku dusíku na dvě a to před setím a následně po odnožení
- Pro praxi je důležité nehnojit jarní ječmen jen dusíkem, ale je také potřeba dodávat fosfor a draslík na podzim před orbou, aby byl dobře přístupný v období růstu jarního ječmene.

8 Seznam literatury

Benada, J. 2001. Metodika pěstování jarních obilnin: ječmen jarní, oves, pšenice jarní.

Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav. 143 s. ISBN: 80-902545-4-3.

Bielski, S., Budzyński, W. 2006. Influence of different nitrogen nutrition on yield and malting quality of spring barley. Sborník z konference „Úspěšné plodiny pro velký trh – Ječmen a cukrovka”. 28 – 30. Univerzity of Warmia and Mazury, Poland.

Černý, L., Vašák, J., Křováček, J., Hájek, M. 2007. Jarní sladovnický ječmen: pěstitelský rádce. Vyd. 1. Praha: Pro katedru rostlinné výroby. FAPPZ. ČZU v Praze vydalo vydavatelství Kurent. 39 s. ISBN: 978-80-87111-04-8.

Dudák, J., Fencík, R., Halás, L., Gromová, A., Ložek, O., Kováč, K., Kubinec, S., Sodoma, V., Stehlo, P., Svorad M. 1998. Progresívne technologicie pestovania jarného jačmeňa. Výskumný ústav rastlinnej výroby. Piešťany. 82 s. ISBN: 80-88720-03-6.

Hejcman, M., Berková, M., Kunzová, E. 2013. Effect of long-term fertilizer application on yield and concentrations of elements (N, P, K, Ca, Mg, As, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn) in grain of spring barley. *Plant, Soil and Environment*. 59(7). 329 – 334.

Hrubý, J., Procházková, B., Hledík, P. 2006. Zpracování půdy a setí jarního ječmene. *Úroda*. 54 (2). 14 – 15.

Hruška, L. 1976. Rostlinná výroba. 1. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 217 s.

Hřivna, L. 2006. Vliv hnojení na výnos a kvalitu jarního ječmene. *Úroda*. 54 (2). 16 -17.

Hřivna, L., Kotková, B., Dostálová, Y., Burešová, I. 2014. Srovnání využití tuhých a kapalných N-hnojiv a jejich vliv na výnos a kvalitu sladovnického ječmene. Sborník z konference „Technologie slad. Ječmene – ječmen na rozcestí”. 31 – 33. Mendelova univerzita v Brně.

Kangor, T., Ingver, A., Tamm, Ü., Tamm, I., Koppe, R. 2010. Effect of fertilization and conditions of year on some characteristics of spring wheat and barley. In *Agronomy Research*. 8(3). 595-602.

- Kazda, J., Jindra, Z., Kabíček, J., Prokinová, J., Ryšánek, P., Stejskal, V. 2003. Choroby a škůdci polních plodin, ovoce a zeleniny. Praha: Zemědělec. 152 s. ISBN: 80-86726-03-7.
- Klikocka, H., Narolski, B., Michalkiewicz, B. 2014. The effects of tillage and soil mineral fertilization on the yield and yield components of spring barley. *Plant, Soil and Environment*. 60(6). 255 – 261.
- Kopecký, M. 1985. Vliv předplodiny, výsevku, dávek a doby aplikace dusíku na výnos a jakost jarního ječmene ve výrobním typu řepařském. *Rostlinná výroba*. 31. 1009–1022.
- Kosař, K., Prokeš, J., Psota, V., Onderka, M., Váňová, M. 1997. Kvalita sladovnického ječmene a technologie jeho pěstování. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 45 s. ISBN: 80-86153-02-9.
- Křen, J., Klem, K., Svobodová, I., Míša P., Neudert, L. 2014. Yield and grain quality of spring barley as affected by biomass formation at early growth stages. *Plant, Soil and Environment*. 60(5). 221-227.
- Křováček, J. 2010. Alternativní způsob výsevu jarního ječmene. *Úroda*. 58(7). 45-47. ISSN: 0139-6013.
- Lekeš, J. 1985. Ječmen. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 301 s.
- Małecka, I., Bleharczyk, A. 2008. Effect of tillage systems, mulches and nitrogen fertilization on spring barley (*Hordeum vulgare*). *Agronomy Research*. 6(2). 517 - 529.
- Moudrý, J. 1994. Zásady pěstování jednotlivých druhů obilovin. *Ekologické zemědělství v praxi*. Ministerstvo zemědělství ČR v Agrospoji. Praha. 476s.
- Moudrý, J. 2000. Obiloviny. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 258 s.
- Polák, B., Váňová, M., Onderka, M. 1998. Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene. Vyd. 1. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. 39 s. *Rostlinná výroba (Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR)*. ISBN: 80-7105-166-7.

Příkopa, M., Richter, R., Zimolka, J., Cerkal, R. 2005. The influence of the year, fore-crops and fertilisation on yield and content of crude protein in spring barley. *Plant, Soil and Environment*. 51(3). 144 – 150.

Rotrekl, J., Kňáhal, Z., Badalíková, B., Hrubý, J. 2001. *Nové systémy zakládání a ochrany vybraných plodin*. Praha. Ústav zemědělských a potravinářských informací. 30 s. ISBN: 80-7271-089-3.

Suškevič, M., Procházková, B. 2000. Konvenční technologie zpracování půdy k obilovinám. *Úroda*. 48 (2). 28 – 29.

Špaldon, E. 1963. *Rostlinná výroba. 1. Státní pedagogické nakladatelství v Praze a Slovenské vydavateľstvo podohospodarskej literatúry v Bratislavě*. 45s.

Štěrbá, Zdeněk a Moudrý, J. 2007. *Ječmen jarní (Hordeum vulgare L.) v ekologickém zemědělství*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita. Zemědělská fakulta. 14 s. ISBN: 978-80-7394-047-8.

Tlustoš, P., Kaplan, L., Dubský, M., Bazalová, M., Száková, J. 2014. Stanovení fyzikálních a chemických vlastností pevných a kapalných složek digestátu bioplynových stanic. Praha: Powerprint s.r.o. 25 s. ISBN: 978-80-213-2513-5.

Vaněk, V., Balík, J., Pavlíková, D., Tlustoš, P. 2007. *Výživa polních a zahradních plodin*. Praha: Profi Press. 167 s. ISBN: 978-80-86726-25-0.

Vašák, F., Černý, J., Kulhánek, M., Shejbalová, Š., Zámečnicková, H., Balík, J. 2014. Vliv dlouhodobého hnojení na kationtovou výměnnou kapacitu půd. In: *Sborník z 20. mezinárodní konference Racionální použití hnojiv. ČZU v Praze*. 112-115 s. ISBN 978-80-213-2511-1

Zimolka, J., Cerkal, R., Dvořák, J., Edler, S., Ehrenbergerová, J., Hřivna, L., Kamler, J., Klem, K., Milotová, J., Míša, P., Procházková, B., Psota, V., Richter, R., Ryand, P., Tichý, F., Vaculová, K., Váňová, M., Vejražka, K. 2006. *Ječmen - formy a užitkové směry v České republice*. 1. vyd. Praha: Profi Press. 200 s. ISBN: 80-86726-18-5.