

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav agrosystémů a bioklimatologie



**Vliv různé intenzity zpracování půdy na výnosy
a kvalitativní parametry sladovnického ječmene**

Disertační práce

Vedoucí práce:

Ing. Blanka Procházková, CSc.

Vypracovala:

Ing. Alena Pernicová

Brno 2016

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv různé intenzity zpracování půdy na výnosy a kvalitativní parametry sladovnického ječmene, vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala paní Ing. Blance Procházkové, CSc., vedoucí disertační práce, za odborné vedení, cenné rady a věcné připomínky při zpracování disertační práce. Dále děkuji Ing. Tamaře Dryšlové, Ph.D. za cenné rady a Ing. Martinovi Houšťovi, Ph.D. za pomoc při zpracování statistických dat. Dále děkuji pracovníkům VÚRV, v.v.i. zajišťujícím polní pokusy na pokusné stanici v Ivanovicích na Hané.

Práce byla podpořena projekty řešenými na Ústavu agrosystémů a bioklimatologie, a to projekty 2B06101 „Optimalizace zemědělské a říční krajiny v ČR s důrazem na rozvoj biodiverzity" (MŠMT, 2006-2011) a QJ1210008 „Inovace systémů pěstování obilnin v různých agroekologických podmínkách ČR“ (NAZV, 2012-2016).

ABSTRAKT

Cílem disertační práce bylo vyhodnotit vliv různé intenzity zpracování půdy na výnos a vybrané kvalitativní parametry zrna sladovnického jarního ječmene (*Hordeum vulgare* L.) v dlouhodobém stacionárním polním pokusu. Pokus byl veden v letech 1990–2014 na hlinité černozemní půdě v řepařské výrobní oblasti na pokusné stanici Výzkumného ústavu rostlinné výroby v.v.i. v Ivanovicích na Hané. Jarní ječmen byl pěstován ve třech osevních sledech vždy po cukrovce, která byla zařazena po kukuřici na siláž, ozimé pšenici a jarním ječmeni. Hodnoceny byly čtyři varianty zpracování půdy: 1. orba na 0,22 m; 2. orba na 0,15 m; 3. přímé setí do nezpracované půdy a 4. zpracování půdy kypřením na hloubku 0,10 m.

Vliv pokusných faktorů na výnos zrna byl sledován v období let 1990–2014, na kvalitativní parametry v období let 2004–2014. V hodnocení není zahrnut rok 2006, kdy byly porosty poškozeny nadměrnými srážkami.

Vliv pokusných faktorů na výnosy i na sledované kvalitativní parametry zrna byl statisticky významný. Nejvyšší průměrný výnos byl dosažen v osevním sledu – jarní ječmen, cukrovka, jarní ječmen a nejnižší v osevním sledu - kukuřice na siláž, cukrovka, jarní ječmen. Ve všech třech osevních sledech byl zaznamenán nejvyšší průměrný výnos na variantě s orbou na 0,15 m a nejnižší na variantě s orbou na 0,22 m. Pro kvalitativní hodnocení zrna byl stanoven obsah dusíkatých látek, hmotnost tisíce zrn (HTZ) a podíl předního zrna (přepad nad sítem 2,5 mm). Statisticky významně nejvyšší obsah dusíkatých látek byl zaznamenán při pěstování jarního ječmene v osevním sledu – kukuřice na siláž, cukrovka, jarní ječmen. Nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek vykazovala varianta s orbou na 0,22 m. Významně nižší hodnoty byly zaznamenány na variantách s nižší intenzitou zpracování půdy (variana 2, 3 a 4). HTZ i podíl předního zrna byly nejvyšší v osevním sledu - jarní ječmen, cukrovka, jarní ječmen a nejnižší v osevním sledu – kukuřice na siláž, cukrovka, jarní ječmen. Se snižující se intenzitou zpracování půdy docházelo k významnému zvyšování hodnot HTZ i podílu předního zrna. Výsledky sledování ukazují, že snížení intenzity zpracování půdy je v daných podmínkách při pěstování jarního ječmene po cukrovce vhodnou alternativou k tradičnímu způsobu zpracování půdy.

Klíčová slova: jarní ječmen, zpracování půdy, osevní sled, výnos, kvalita zrna

ABSTRACT

The aim of this thesis is to evaluate influence of different soil tillage on yield and chosen grain qualitative parameters of malting spring barley (*Hordeum vulgare, L.*) from a long-term stationary field experiment. The experiment was conducted in 1990–2014 on loamy chernozem soil in a sugar beet growing region at the field experimental station of the Crop research institute in Ivanovice na Hane. Spring barley was grown in three crop rotations, always after sugar beet which was set after silage maize, winter wheat and spring barley. Four variants of soil tillage were evaluated: 1. ploughing (0.22 m); 2. ploughing (0.15 m); 3. direct sowing into non-prepared soil; 4. Loosening (0.10 m).

Influence of experimental factors on yield was evaluated in 1990–2014, on grain qualitative parameters in 2004–2014. The year 2006, when stands were destroyed by abnormal amount of rainfalls, was not involved in evaluation.

Influence of experimental factors on yields and qualitative grain parameters was statistically significant. The highest average yield was reached in the crop rotation – spring barley, sugar beet, spring barley and the lowest yield in the crop rotation - silage maize, sugar beet, spring barley. In all crop rotations was the highest average yield on variant with ploughing to 0.15 m and the lowest on variant with ploughing to 0.22 m. Content of N matter, 1000 grain weight (TGW) and fraction of grain separated above a 2,5 mm sieve was determined to evaluate quality of grain. The highest content of N matter, statistically significant, was found in case of spring barley grown in crop rotation – silage maize, sugar beet, spring barley. The highest content of N matter was found on variant with ploughing to 0,22 m and the lower values were recorded in the variants with lower soil tillage intensity (variant 2, 3 and 4). Decreasing intensity of soil preparation lead to significant increase of TGW values and also ratio of separated grain was increasing. Results of this observing shows that lower intensity of soil preparation in case of spring barley grown after sugar beet, under conditions of the given locality, is a suitable alternative to traditional way of soil preparation.

Key words: spring barley, soil tillage, crop rotation, yield, grain quality

OBSAH

1 ÚVOD	8
2 CÍL PRÁCE	10
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1 Historie, význam a současné postavení ječmene	11
3.2 Základní charakteristika ječmene	14
3.2.1 Botanická charakteristika	14
3.2.2 Chemické složení zrna ječmene	16
3.1.3 Užitkové směry ječmene	18
3.1.4 Sladovnická jakost	19
3.1.4.1 Ukazatele sladovnické jakosti	23
3.2 Základní charakteristika sladovnických odrůd jarního ječmene	28
3.3 Požadavky jarního ječmene na prostředí	31
3.4 Zařazení jarního ječmene do osevního postupu	32
3.5 Systémy zpracování půdy	33
3.5.1 Konvenční zpracování půdy	37
3.5.1.1 Základní zpracování půdy	38
3.5.1.2 Příprava půdy pro setí a sázení	40
3.5.1.3 Zpracování půdy během vegetace	40
3.5.2 Minimalizační zpracování půdy	41
3.5.2.1 Důvody rozvoje a rozšiřování minimalizačních technologií	42
3.5.2.2 Výhody a rizika používání minimalizačních technologií	42
3.5.2.3 Nevýhody a rizika používání minimalizačních technologií	43
3.6 Zpracování půdy k jarnímu ječmeni	44
4 MATERIÁL A METODIKA	47
4.1 Charakteristika stanoviště	47
4.2 Varianty pokusu	49
4.3 Stanovení výnosu zrna, přehled prováděných analýz a zhodnocení výsledků	51

4.3.1 Sklizeň a stanovení výnosu zrna	51
4.3.2 Stanovení hmotnosti tisíce zrn	51
4.3.3 Stanovení přepadu zrna nad sítím 2,5 mm	51
4.3.4 Stanovení obsahu dusíkatých látek dle Kjeldahla	51
4.3.5 Statistické zhodnocení výsledků	52
5 VÝSLEDKY	53
5.1 Vyhodnocení vlivu různého zpracování půdy a zařazení jarního ječmene do osevního sledu na výnos zrna	53
5.1.1 Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na výnos zrna jarního ječmene	61
5.2 Vyhodnocení vlivu různého zpracování půdy a zařazení do osevního sledu na výnosové prvky a kvalitativní parametry jarního ječmene	66
5.2.1 Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na hmotnost tisíce zrn (HTZ)	71
5.2.2 Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na podíl předního zrna	76
5.2.3 Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na obsah dusíkatých látek v zrna jarního ječmene	81
6 DISKUSE	87
7 ZÁVĚR	94
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ	96
9 SEZNAM OBRÁZKŮ	105
10 SEZNAM TABULEK	107
PŘÍLOHY	

1 ÚVOD

Pro zefektivnění rostlinné produkce je třeba neustále hledat nové způsoby hospodaření na půdě spojené s prověřováním agronomických, technických a ekonomických opatření.

Zpracování půdy patří v systémech pěstování rostlin k základním opatřením, která se významnou měrou podílejí na dosahování stálých a vysokých výnosů. Z dlouhodobého hlediska lze zpracování půdy považovat za významné opatření v péči o půdu, ve vztahu k půdní úrodnosti. Vhodně zvolené zpracování půdy má vytvářet plodinám dobré podmínky pro růst, vývoj a tvorbu výnosu a současně minimalizovat negativní dopady na stanoviště.

V současné době se všeobecně přehodnocují systémy zpracování půdy, a to především z hlediska odůvodněnosti jednotlivých zásahů do půdy, přiměřenosti mechanického působení strojů na půdu a z hlediska možných přínosů pro ochranu půdy před nepříznivými vlivy. Kromě zlepšování péče o půdu je důležitým cílem i snižování nákladů. Výsledkem by měla být technologie, která je ekonomicky efektivní a zároveň šetrná k půdnímu a životnímu prostředí.

Vedle pracovně a energeticky náročných technologií zpracování půdy s orbou se stále více používají minimalizační technologie bez použití orby. Ty se vyznačují dvěma znaky, a to redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a ponecháním zbytků rostlin na povrchu nebo ve vrchní vrstvě půdy. Jde především o různé formy kypření půdy do zvolené (zpravidla malé) hloubky, výsevy plodin do povrchově zpracované nebo nezpracované půdy, výsevy plodin do vymrzajících nebo přezimujících, chemicky likvidovaných meziplodin a další. Postupy zpracování půdy a zakládání porostů, u kterých zůstává nejméně 30 % povrchu půdy po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny jsou považovány za půdoochranné.

Využívání minimalizačních technologií může být přínosem ke zvyšování efektivnosti rostlinné produkce. V podmínkách České republiky mají minimalizační technologie významný potenciál z hlediska ekonomicky a ekologicky vhodného obhospodařování půdy. Současně je potřeba mít na paměti i možná rizika spojená s využíváním těchto technologií v různých podmínkách hospodaření zemědělských podniků.

Při používání minimalizačních technologií je pro zajištění trvalé udržitelnosti tohoto systému hospodaření nutné zabezpečit i potřebnou výnosovou úroveň pěstovaných plodin. Vliv technologických postupů s redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a výsevy plodin do mělce zpracované, povrchově zpracované i nezpracované půdy se projevuje v závislosti na agroekologických podmínkách stanoviště. Pro určité půdní a klimatické podmínky je proto nutné ověřovat vhodné technologické postupy zpracování půdy a zakládání porostů a těmto postupům uzpůsobovat i celou pěstební technologii jednotlivých plodin (Hůla, Procházková et al., 2008; Hůla et al., 2010; Kováč et al., 2010; Procházková et al., 2011).

Systém zpracování půdy a zakládání porostů je důležitou složkou pěstebních technologií obilnin. Ovlivňuje základní prvky struktury porostu, tj. budoucí podmínky pro tvorbu výnosu a jeho kvalitu. U jarních obilnin je možnost kompenzace špatného založení porostu dalšími agrotechnickými zásahy malá, proto je správné založení porostu základem jejich úspěšného pěstování.

Jarní ječmen je plodinou náročnou na dobrý fyzikální a strukturní stav půdy, dostatek vzduchu a pohotových živin v půdě a na dodržení agrotechnického termínu setí. Těmto požadavkům se musí přizpůsobit základní zpracování i příprava půdy k setí.

Pro jarní ječmen je v současné době široký výběr technologických postupů zpracování půdy a zakládání porostů. Volbu pracovních postupů je potřeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení ječmene do osevního postupu včetně managementu posklizňových zbytků předplodiny, stavu půdy po sklizni předplodiny, vybavení podniku technikou i dalším faktorům.

U jarního ječmene je možné využít jak tradiční technologie s orbou, tak různé formy minimalizačních technologií. Možnosti uplatnění minimalizačních technologií u jarního ječmene závisí především na stanovištních podmínkách. Nejvhodnější podmínky pro minimalizační postupy jsou obecně na středně těžkých strukturních půdách s vyšší přirozenou úrodností v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Volbu způsobu zpracování půdy a zakládání porostu jarního ječmene je nutné provádět také s ohledem na předplodinu. Uplatnění minimalizačních technologií je vhodné zejména po dobrých předplodinách, po cukrovce a bramborách (Zimolka et al., 2006; Míša 2010; Klem et al., 2011; Procházková et al., 2011).

Předložená disertační práce se zabývá aktuální problematikou vlivu různé intenzity zpracování půdy na výnosy a vybrané kvalitativní parametry jarního ječmene.

2 CÍL PRÁCE

Cílem předložené disertační práce bylo vyhodnotit výsledky dlouhodobého sledování vlivu různé intenzity zpracování půdy při používání konvenčních a minimalizačních technologií na výnosy a vybrané kvalitativní parametry zrna sladovnického ječmene pěstovaného na degradované černozemní půdě v řepařské výrobní oblasti v rámci třech osevních sledů po cukrovce.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Historie, význam a současné postavení ječmene

Obiloviny patří k nejstarším zdrojům potravy, kterou obyvatelé naší planety získávají svou uvědomělou činností z přírody a provázejí lidskou společnost prakticky po celou dobu jejího historického vývoje (Prugar et al., 2008).

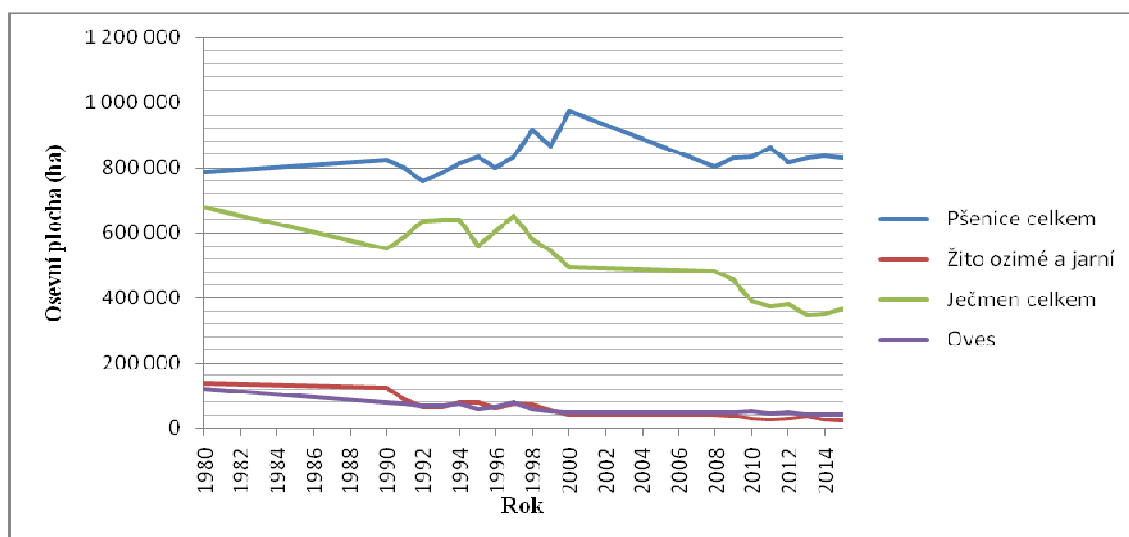
Ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.) patří spolu s pšenicí, rýží a kukuřicí mezi nejdůležitější plodiny světa. V minulosti byl ječmen hlavní složkou potravy zejména lidí, kteří žili v oblastech, kde se ječmen vyvíjel (Asie, severní Afrika), nejdříve jako planý druh a později jako domestikovaná plodina. S migrací národů z oblasti Úrodného půlměsíce a se vznikem obchodních cest se ječmen rozšířil i po celém evropském kontinentu. Ječmen byl v té době základní potravou (Percival, 1921; Zimolka et al., 2006). Na území českých zemí se šířil již s Kelty, kdy měl po pšenici druhé nejvýznamnější místo. Používal se na chléb a pivo. Pro Čechy byl již v devátém století spolu s prosem a nahými pšenicemi nejvýznamnější plodinou (Černý et al., 2007). Po staletí slouží ječmen k výrobě sladu a piva, ale také k výrobě krup, náhražek kávy a sladařských výtažků. Část produkce ječmene přispívá k zajištění krmivové základny živočišné výroby (Onderka et al., 2001).

Ječmenářství bylo významnou součástí českého zemědělství již v dobách Rakouska-Uherska a jeho úroveň se udržela i po roce 1918 v novém československém státě. Po celé dvacáté století ovlivňovaly produkci sladovnického ječmene původní odrůdy vzniklé na bázi hanáckých, vysoce jakostních odrůd. V současné době jsou ale na našich polích pěstovány především zahraniční odrůdy. Je to způsobeno, kromě určitého omezení českého šlechtění ječmene, i silným vlivem globalizace, která zasáhla pivovarnictví a sladařství a následně tedy i ječmenářství (Prugar et al., 2008).

Jarní ječmen byl počátkem dvacátého století oset na více než 600 tisíc hektarů orné půdy. V průběhu deseti let poklesla plocha na 540 tisíc hektarů a po I. světové válce pod 450 tisíc hektarů. V období První republiky byla osevní plocha okolo 350 tisíc hektarů s výnosem mírně pod 2 tuny. Osevní plochy poklesly i po II. světové válce (300 tisíc hektarů). Až do roku 1968 se osevní plocha pohybovala okolo 350 tisíc hektarů. Změna nastala v roce 1969, kdy se plochy jarního ječmene téměř zdvojnásobily a na této úrovni zůstaly do roku 1983. Od roku 1983 došlo k rozšíření pěstování ozimého ječmene na

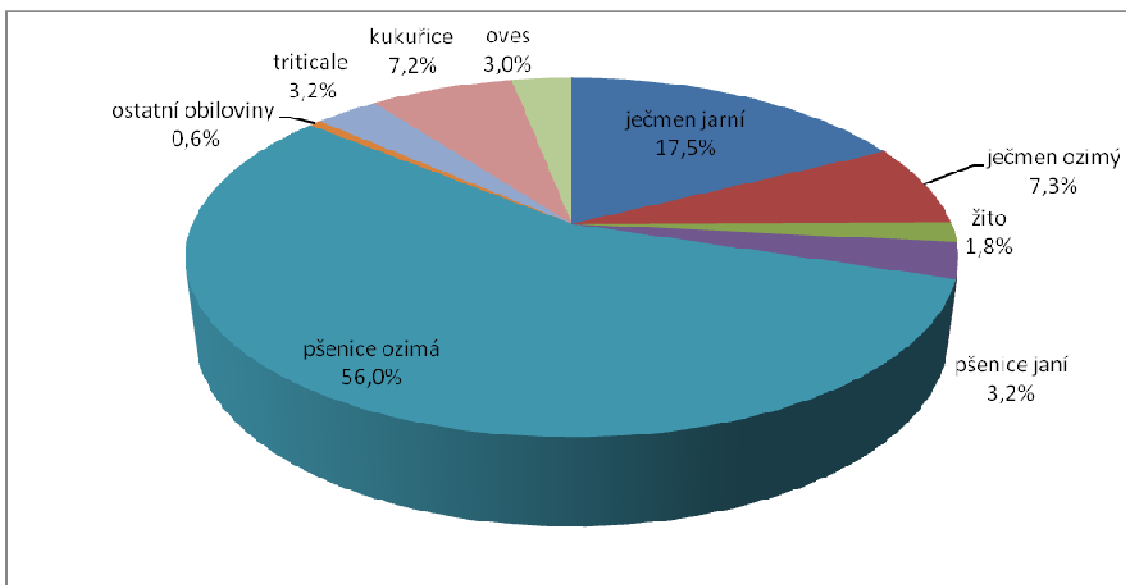
úkor ječmene jarního. V roce 1992 osev jarního ječmene stoupl o 100 tisíc hektarů. Trend dlouhodobého poklesu ploch nastal až v roce 1998 (Petr, 2004). S výjimkou let 2003 a 2005–2007 pokles ploch dále pokračoval. Největší snížení ploch (pod 300 tisíc hektarů) je patrné od roku 2010.

V současné době se v České republice jarní ječmen pěstuje přibližně na 250 tisíc hektarech půdy a je po ozimé pšenici nejvíce pěstovanou plodinou. Na výrobu sladu se zpracovává více než 50 % z celkové sklizně. Zbývající produkce jarního ječmene se používá ke krmení hospodářských zvířat a malé množství k ptravinářským účelům (Spousta, 2015). Vývoj osevních ploch a výnosů je znázorněn na obrázcích 1-3.

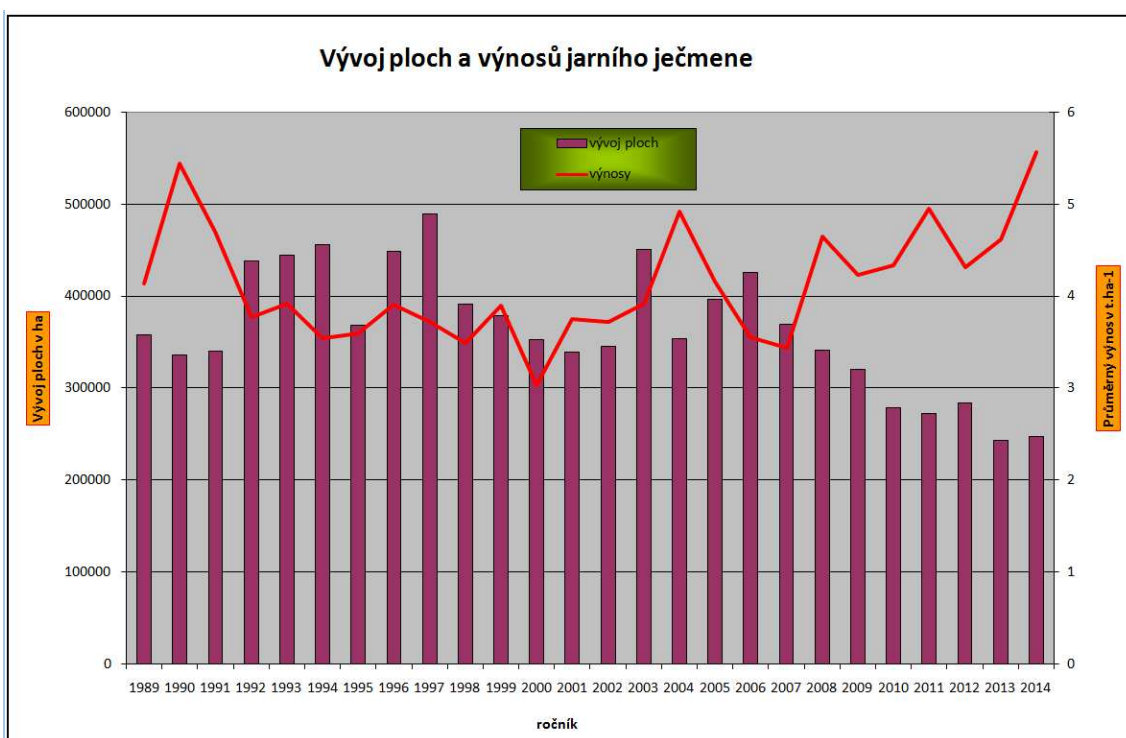


Obr. 1: Osevní plochy obilnin v ČR v letech 1980–2014 (Kůst a Potměšilová, 2014)

V roce 2014 ječmen jarní z pohledu struktury osevu obilnin zaujal svoji rozlohou 2. místo (17,5 %) hned za ozimou pšenicí. Důvodem tohoto mírného navýšení bylo zvýšení osevních ploch u jarního ječmene o 4,8 tis. ha (tj. o 2,0 %) na 247,6 tis ha, ale u osevních ploch ozimého ječmene došlo ke snížení o 3,3 tis. ha. na 102,9 tis. ha. Příčiny nevýrazného nárůstu osevních ploch jarního ječmene lze hledat především v navýšení osevních ploch ozimých pšenic, které byly v roce 2014 téměř bez zaorávky (Mze, 2014).



Obr. 2: Struktura osevu obilnin v roce 2014 (Kůst a Potměšilová, 2014)



Obr. 3: Vývoj ploch a výnosů jarního ječmene, Zdroj: (Český statistický úřad)

3.2 Základní charakteristika ječmene

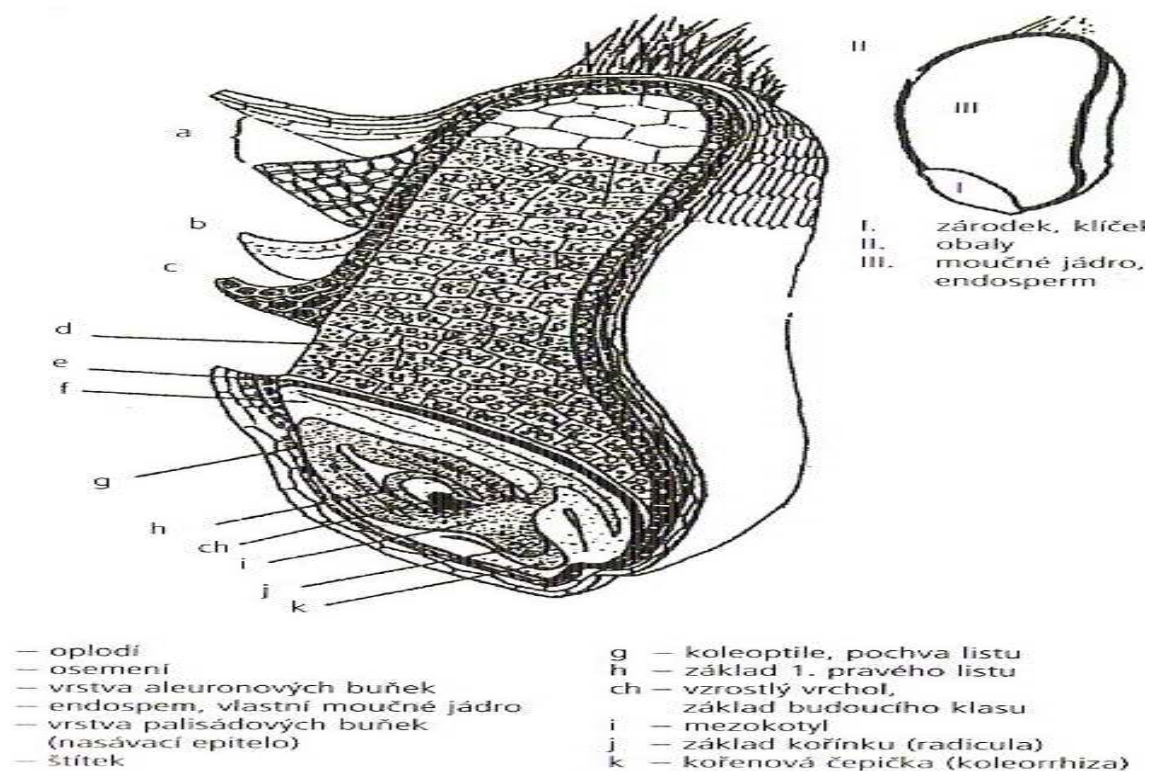
3.2.1 Botanická charakteristika

Pěstované ječmeny představují jeden kulturní diploidní druh ($2n = 14$) ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.), který se dále člení dle uspořádání klasu na convariety:

- *Hordeum vulgare* convar. *vulgare* – ječmen setý víceřadý, který má všechny tři jednověté klásky plodné. Rozděluje se na dva typy:
 - šestiřadý – hexastichon,
 - čtyřřadý – tetrastichon.
- *Hordeum vulgare* convar. *intermedium* – ječmen setý přechodný. Má prostřední klásky plodné, postranní částečně nebo zcela neplodné. Pěstuje se ve východní Asii, částečně ve Skotsku a Švédsku.
- *Hordeum vulgare* convar. *distichon* – ječmen setý dvouřadý. Pouze jediný (střední) klásek z trojice na článku klasového větene je plodný, tvoří dvě řady obilek. Okrajové dva klásky jsou sterilní (někdy tvoří prašníky), jsou bez osin, se zakrnělou pluchou a pluškou. Člení se na varianty:
 - *nutans* (nící) – klas při zrání háčkuje, je osinatý, obilka je pluchatá, zahrnuje nejdůležitější sladovnické odrůdy;
 - *erectum* (vzpřímený) – má hustý a krátký klas, na bázi široký, k vrcholu se zužující, obilky se od větene oddalují;
 - *zeocrithon* (paví) – má velmi hustý a krátký klas, na bázi široký, k vrcholu se zužující, obilky odstávající od větene, osiny vějířovitě odstávají;
 - *nudum* – bezpluchý (nahý) – pluchy s obilkou nesrůstají, pouze asi 20 % obilek zůstává po výmlatu obaleno pluchami (Zimolka et al., 2006; Cerkal et al., 2007).

Pluchaté ječmeny mají obaly zrna (pluchu a plušku) pevně přirostlé k obilce, zatímco u bezpluchých genotypů zůstává zrno v obalech volně. V pivovarnictví je tradičně využívána pluchatá forma, neboť přítomnost pluch napomáhá při filtraci piva. Nicméně bezpluchá forma má daleko širší uplatnění v potravinářském průmyslu, kde

skýtá výhodu minimálního zpracování před použitím (Zavřelová, 2014). V České republice se víceřadé ječmeny pěstují jen v ozimé formě. Víceřadé ječmeny se spíše pěstují ve Skandinávii a Kanadě (Zimolka et al., 2006). Obilka jarního ječmene má většinou slámově žlutou barvu, je podlouhlá, vejčitého tvaru se zašpičatělými konci. Obilka ječmene se skládá ze tří částí: obalu, zárodku a endospermu.



Obr. 4: Řez obilkou ječmene (Zimolka et al., 2006)

První částí jsou obalové struktury zahrnující pluchu, plušku, oplodí a osemení. Další základní částí je embryo (zárodek), které je složeno z plumuly, radikuly, hypokotylu a štítku (Šebánek et al., 1983). Zárodek (klíček, embryo) je umístěn ve spodní části obilky a svou vnější částí přiléhá k pluše. Po hydrataci je základem růstu nové rostliny (Zimolka et al., 2006). Vycházejí z něj veškeré podněty k tvorbě enzymů, potřebných k hydrolýze složitých zásobních látek, důležitých pro klíčení a tvorbu extraktu (Dudáš, 2004). Poslední část tvoří endosperm skládající se z aleuronové vrstvy a škrobového endospermu (Šebánek et al., 1983). Endosperm vyplňuje hlavní podíl zrna. Jeho vnější aleuronová vrstva se nachází bezprostředně pod osemením. Počet řad buněk aleuronové vrstvy klesá směrem k zárodku. Buňky aleuronové vrstvy obsahují zásobní bílkoviny, tuk a menší množství škrobových zrn. Vnitřní endosperm je tvořen tenkostěnnými buňkami, do kterých se mimo jiné ukládá zásobní škrob. Na poměru uloženého

zásobního škrobu k ostatním složkám endospermu závisí moučnatost či sklovitost endospermu (Zimolka et al., 2006). Endosperm se během zpracování ve sladovně a při použití sladu v pivovaru podstatně biochemicky mění (Dudáš, 2004).

3.2.2 Chemické složení zrna ječmene

Zrno ječmene je zdrojem mnoha významných látek, které umožňují jeho široké využití. Zralé zrno ječmene obsahuje 12-14 % vody a 86-88 % sušiny (Zimolka et al., 2006; Prugar et al., 2008). Nejvíce variabilní složkou ze všech živin v zrně ječmene je škrob a jeho obsah je v průměru většinou v rozmezí 60-65 % (MacGregor a Fincher, 1993). Škrob ječmene je tvořen dvěma složkami – amylosou a amylopektinem. V ječmeni jsou tyto složky v poměru 22 až 26 % amylosy a 74 až 78 % amylopektinu (Newman a Newman, 2008). Dalšími nutričně významnými látkami v ječmeni jsou neškrobové polysacharidy, které jsou strukturními součástmi buněčných stěn obalových vrstev zrna (Hang et al., 2007). Zrna ječmene obsahují 10-14 % neškrobových polysacharidů (Zimolka et al., 2006). Hlavními neškrobovými polysacharidy jsou arabinoxylany, β -glukany a celulóza (Hang et al., 2007). Celulóza je složena, podobně jako škrob z řetězců glukózových jednotek. Tvoří velmi pevná vlákna, která jsou spolu s dalšími neškrobovými polysacharidy stavebním materiálem pro rostlinu, tzn. jsou tím, čím je kostra pro živočichy. Má hlavní funkci proti mechanickému poškození semen, tzn. ochraňuje zrno do značné míry i proti pronikání vlhkosti a nežádoucích mikroorganismů. Je tudíž obsažena hlavně ve vnějších obalových vrstvách obilky, pluše, ale i v klíčku (Zimolka et al., 2006). Z potravinářského hlediska jsou, díky svým pozitivním účinkům na lidský organismus, nejvýznamnější β -glukany. Jejich význam spočívá ve snižování rizika kardiovaskulárních chorob (Hang et al., 2007). V pivovarském průmyslu jsou vysoké obsahy β -glukanů nežádoucí, neboť způsobují vysokou viskozitu sladiny, mohou komplikovat filtraci piva, tvoří zákaly a sraženiny a negativně působí na stabilitu piva během skladování (Ullrich et al., 1986; MacGregor a Fincher, 1993). Zrno ječmene je také zdrojem řady vitamínů. Vyskytují se především v aleuronových a obalových vrstvách zrna a klíčku (zárodku). Nejvíce je zastoupena skupina vitamínu B: B₁-thiamin, B₂-riboflavin a B₆-pyridoxin (Zimolka et al., 2006). Nejsledovanější skupinou vitamínů v zrně ječmene je vitamin E, což je monofenolická látka s výraznými antioxidačními účinky. Tokoly (isomery vitamínu E) jsou rozděleny do dvou skupin-tokoferoly a tokotrienoly. Do každé skupiny patří 4 isomery, které se

rozlišují řeckými písmeny α , β , γ a δ (Liu a Moreau, 2008). Tuky jsou zastoupeny v aleuronové vrstvě, pluchách, ale převážně v klíčku (Zimolka et al., 2006). Obsah tuku v ječném zrně není vysoký a kolísá v závislosti na odrůdě a pěstebních podmínkách od 2,4 % do 3,9 % (Morrison, 1993). Chemické složení zrna ječmene je uvedeno v tab. 1.

Tab. 1: Chemické složení zrna ječmene (Prugar et al., 2008)

Složka zrna	Zastoupení v %
Sacharidy	
škrob	60-65
(amylosa 17-24 % škrobu)	
(amylopektin 76-83 % škrobu)	
Nízkomolekulární sacharidy	
sacharosa	1-2
ostatní cukry	1
rafinosa	0,3-0,5
maltosa	0,1
glukosa	0,1
fruktosa	0,1
Neškrobové polysacharidy	
hemicelulosity:	
β -glukany	3,3-4,9
pentozany	9
celulosa	4-7
Tuky	3,5
Fosfáty	
fytin	0,9
polyfenoly	0,1-0,6
Dusíkaté látky	7-18
rozpustné dusíkaté látky	1,9
albuminy a globuliny	3,5
hornin (prolaminy)	3-4
gluteliny	3-4
Minerální látky	2

3.1.3 Užitkové směry ječmene

Jarní ječmen je důležitou komoditou ve světě i v České republice. V současné době je jarní ječmen dělen do následujících užitkových směrů (Zimolka et al., 2006):

- sladovnický;
- krmný;
- průmyslový;
- potravinářský;
- pícninářský.

Sladovnický – za sladovnický ječmen se považují odrůdy, které dosáhly bodovým hodnocením u ukazatele sladovnické jakosti (USJ) více než čtyři body, horní hranice je devět bodů. Požadavky na sladovnický ječmen uvádí ČSN 46 1100-5.

Krmný – do tohoto směru využití se řadí víceřadé i dvouřadé ječmeny, formy jarní i ozimé, pluchaté i bezpluché. Požadavkem u tohoto směru využití je vysoký obsah bílkovin, esenciálních aminokyselin a škrobu, nižší obsah β -glukanů. Požadavky jsou upraveny normou ČSN 46 1200-3. V České republice se využívá ke krmení hospodářských zvířat asi 1/3 zrna ječmene.

Potravinářský – u tohoto směru je kladen důraz na zvýšený obsah nutričně cenných látek – β -glukanů, dietní vlákniny, antioxidantů (tokolů včetně vitamínu E), využití pro výrobu tzv. funkčních potravin. Význam funkčních potravin spočívá v prevenci a léčbě civilizačních onemocnění. Dále slouží k výrobě krup, krupek, vloček, müsli výrobků a farmaceutických preparátů.

Pícninářský – pro tento účel jsou vhodné odrůdy ranější v metání, méně odnoživé a odolnější proti poléhání. Ječmen lze využít jako krycí plodinu pro výsev víceletých pícnin, na senáž, k sušení a granulování.

Průmyslový – převážně ječmen, který nevyhovuje sladovnické, potravinářské a krmné hodnotě. Jeho uplatnění lze nalézt především při výrobě etanolu. Další uplatnění je ve škrobárenství, k výrobě škrobu s drobnějšími zrny.

3.1.4 Sladovnická jakost

Požadavky na kvalitu sladovnického ječmene

Legislativní vymezení požadavků na kvalitu sladovnického ječmene jsou uvedena v ČSN 46 1100-5, Obilí potravinářské - část 5: Ječmen sladovnický. Tato norma vymezuje požadavky na zrno ječmene setého jako zemědělského produktu určeného pro výrobu pivovarského sladu.

Požadavky na sladovnický ječmen vyplývají z využitelnosti zrna pro sladování a následnou výrobu piva. Lze tedy říct, že jde o kvalitu a kvantitu extrahovaných látek. Výnos, jakost a zdravotní nezávadnost sladovnického ječmene, ale obecně jakékoliv plodiny jsou ovlivněny kladně nebo záporně především odrůdou a prostředím. Hodnoty jakostních ukazatelů pro jarní ječmen dle ČSN 46 1100-5 jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2: Hodnoty jakostních ukazatelů jarního ječmene ČSN 46 1100-5

Barva pluchy	Žlutá i méně vyrovnaná
Vlhkost v hmotnostních %, nejvýše	15,0
Přepad zrna nad sítím 2,5 mm v hmotnostních %	85,0
Zrnové příměsi sladařsky nevyužitelné v hmotnostních %, nejvýše	3,0
Zrnové příměsi částečně sladařsky využitelné v hmotnostních %, nejvýše	6,0
Neodstranitelná příměs v hmotnostních %, nejvýše	1,0
Klíčivost (H ₂ O ₂) v % z celkového počtu zrn, nejméně	96,0
Obsah N-látek v sušině (N × 6,25) v hmotnostních %:	
a) nejméně	10,0
b) nejvýše	12,0

Lze tedy říci, že parametry jakosti závisí na interakci mezi odrůdou a agroekologickými faktory.

Mezi hlavní agroekologické faktory patří:

- ročník (teplota, srážky, sluneční svit);
- předplodina;
- hnojení;
- půda a půdní podmínky;
- příprava půdy, velikost výsevu;

- ochrana proti plevelům, chorobám a škůdcům;
- provedení sklizně;
- posklizňové ošetření a uskladnění.

Zrno sladovnického ječmene musí splňovat hodnoty jakostních ukazatelů a odpovídat smyslovým znakům. Zde si musíme uvědomit, že za zrno sladovnického ječmene se považují zralé obilky ječmene setého, vypěstované z registrovaných odrůd se sladovnickou jakostí, zbavené osin, s typickou barvou pluchy a nepoškozené. Dále musí být bez živých škůdců v jakémkoliv stádiu vývoje a bez cizích pachů. Slad a jeho kvalita má zásadní vliv na kvalitu a vlastnosti vyrobeného piva.

Hodnocené ukazatele sladovnické jakosti lze rozdělit na:

- subjektivní
- objektivní a tj. :
 - mechanické,
 - fyziologické,
 - chemické.

Subjektivní ukazatele

Subjektivní hodnocení patří k nejstarším metodám a vychází z tradičního hodnocení ječmene. Vypovídá o vzhledu ječmene a je možné se podle něj usuzovat jak probíhala závěrečná fáze zrání, za jakých podmínek byl ječmen sklizen, jak byl ošetřován a uskladněn (Onderka et al., 2001). Mezi základní subjektivní znaky sladovnického ječmene jsou řazeny: barva, tvar, velikost, vůně, lesk a poškození zrna. Požaduje se vyrovnaná, světlá, slámově žlutá barva ječmene svědčící o příznivém průběhu povětrnosti během dozrávání a správně provedené sklizni, zajišťující odpovídající barvu vyrobeného sladu (Dudáš, 1992). Ječmeny nesklizené v optimální technologické jakosti, tzn. ječmeny podtržené mají kromě vyššího podílu nazelenalých, příp. zelených zrn nevýraznou a nevyrovnanou barvu a jsou bez lesku. Ječmeny pomoklé jsou našedlé až šedé bez lesku. Žlutá barva zrna s leskem dává první předpoklad ječmene dobré kvality (Mucha a Novotný, 2008). Zrno by mělo být stejnoměrné velikosti a vyrovnaného tvaru, aby při máčení ječmene docházelo k rovnoměrnému přijímání vody a tím

i k rovnoměrnému klíčení. Zdravý ječmen má čistou vůni slámy bez cizích pachů (Dudáš, 1992).

Jemná, zvrásněná plucha typická pro naše ječmeny je považována za znak kvalitního sladovnického ječmene s přiměřeným obsahem tříslovin, které příznivě ovlivňují chuť piva. Při neopatrné sklizni a přezrálém zrně dochází k poškození pluchy, což zvyšuje nebezpečí infekce při procesu máčení a klíčení. Kromě toho obilky s poškozenou pluchou přijímají vodu rychleji a to se nepříznivě projevuje při klíčení. Zlomky a mechanicky poškozená zrna upozorňují na nesprávně provedenou sklizeň nebo na nevhodnou manipulaci s již sklizeným zrnem (Prokeš et al., 1997). Fyziologické rozprasky a porušení pluchy mohou být také způsobeny nepříznivými klimatickými podmínkami (nadměrné množství srážek v určitém období, kroupy apod.). V důsledku poškození přijímají tato zrna při máčení více vody, snadno se přemáčejí a při klíčení vystřelčí. Dochází ke zvýšenému výluhu látek ze zrna a ke snadnému plesnivění, neboť porušená plucha, příp. rozprask zasahující endosperm je vstupní bránou pro mikroorganismy. Přemáčená a napadená zrna se stávají živnou půdou pro rozvoj mikroorganismů a zdrojem kontaminace pro okolní zrna (Mucha a Novotný, 2008).

Objektivní ukazatele

Mechanické znaky

K velmi důležitým kritériím patří podíl zrna nad sítím 2,5 mm, který charakterizuje plnost zrna v partii. Jen vyrovnané a stejnoměrné zrno přijímá stejnoměrně vodu při máčení, rovnoměrně klíčí a dosahuje požadovaného stupně rozluštění. Sladovnický ječmen by neměl obsahovat žádný odpad, tzn., že by se v partiích neměla vyskytovat zaschlá a nevyvinutá zrna, která propadnou sítím 2,2 mm. Pokud je dodáván ječmen s vysokým podílem nad sítím 2,2 mm, je to velmi neekonomické, neboť tato složka je nevyužitelná pro sladaře. Tuto složku lze využít pro krmivářské účely ve formě splavků nebo zadiny (Kosař et al., 1997; Psota, Šebánek et al., 1983).

K dalším mechanickým ukazatelům patří hmotnost 1000 zrn (HTZ) a objemová hmotnost neboli hektolitrová hmotnost. HTZ je funkcí tvaru a hustoty obilky a vyjadřuje se v gramech. Hodnoty HTZ se pohybují v rozmezí 38-42 g. Hmotnost tisíce zrn souvisí s obsahem bílkovin a je také jedním z faktorů pro předpověď extraktu sladu. Čím lépe je slad rozluštěn, tím nižší je průměrná hmotnost tisíce zrn sladu (Psota a Vejražka, 2006).

Hmotnost 1000 zrn by neměla klesnout pod 40 g. Vyšší hodnoty ukazují na vyšší podíl předního zrna.

Objemová hmotnost je hmotnost hektolitrů zrn ječmene nebo sladu v kilogramech. Ze sladařského hlediska jsou nejvhodnější ječmeny s objemovou hmotností 68-72 kg·hl⁻¹. Objemová hmotnost je ovlivněna obsahem vody a má přímou souvislost s extraktivností sladu (Basařová et al., 1992).

Fyziologické znaky

Z hodnot fyziologických ukazatelů, které charakterizují okamžitý vnitřní zdravotní stav ječmene a jeho momentální připravenost na sladovací proces, je vedle klíčivosti důležitá klíčivá energie, citlivost na vodu a index klíčivosti. Nízká klíčivost negativně ovlivňuje průběh sladovacího procesu, nevyklíčená zrna jsou nezpracovaným, sklovitým balastem, ale i vhodným substrátem pro rozvoj a šíření plísní (Kosař, Procházka et al., 2000).

Citlivost na vodu a klíčivá energie, to jsou parametry, které vypovídají o stupni posklizňového dozrávání. Ječmeny podtržené jsou charakteristické trvale nízkými hodnotami fyziologických parametrů. Takové ječmeny nikdy neposkytnou slady odpovídající jakosti (Prokeš et al., 1997).

Chemické znaky

Jedním z velmi důležitých znaků ovlivňujících kvalitu ječmene je vlhkost. Podle vlhkosti sklizeného zrna se rozhoduje o jeho další posklizňové úpravě, tzn. přetahování nebo větrání, čištění a uskladnění (Polák et al., 1998). Optimální hodnoty vlhkosti 12-14 % ukazují na příznivý průběh počasí během sklizně. Uskladněné zrna vyžaduje pouze kontrolu, neboť dýchání zrna a rozvoj mikroflóry jsou silně omezeny. Limitní hodnota pro nákup sladovnického ječmene je hodnota až 15 %, ale při této vlhkosti se nedá zrna trvale skladovat. Je nutné snížit vlhkost pod 14 % průběžným ošetřením. Zrna sklizená a uskladněná při vyšší vlhkosti je nutné provětrávat nebo přepouštět (Mucha a Novotný, 2008).

Obsah dusíkatých látek neboli obsah bílkovin, jednoznačně určuje základní technologickou hodnotu zrna sladovnického ječmene. Jako optimální hodnota se udává 10,8 %, pro výrobní kvalitu by neměla být překročena hodnota 11,5 %. Ječmeny s obsahem pod 10,0 % jsou enzymaticky slabé a je u nich obtížné dosáhnout

požadovaných hodnot relativního extraktu, množství rozpuštěného dusíku a požadovanou diastatickou mohutnost (Kosař et al., 1997). Zrno ječmene s vysokým obsahem dusíku je náročnější na zpracování, je potřeba upravit technologické postupy v tom smyslu, že se zvýší obsah vody při máčení, popřípadě se prodlouží délka vedení (Prokeš a Helánová, 2008).

Obsah škrobu sice není kritériem v ČSN 46 1100–5, ale jeho příznivý obsah je předpokladem dosažení kvalitního sladu. Obsah by se měl pohybovat v rozmezí 63-65 % v sušině, tak aby byla zajištěna minimální hranice pro průměrnou extraktivnost sladu tj. 81 % v sušině (Kosař et al., 1997). Příznivý obsah škrobu je předpokladem nejen vysoké extraktivnosti, ale i křehkosti a friability sladu. Je-li v ječmeni malé množství škrobu, nelze žádnou technologií procento extraktivnosti zvýšit (Polák et al., 1998).

3.1.4.1 Ukazatele sladovnické jakosti

Sladovnická kvalita je výrazná odrůdová vlastnost. Představuje komplexní ukazatel vyjadřující úroveň a vyrovnanost jednotlivých sledovaných sladovnických parametrů. Jakost konkrétní odrůdy může být významně ovlivněna ročníkem, lokalitou, úrovní hnojení dusíkem, výskytem chorob a poléháním. Sladovnická kvalita se hodnotí pomocí ukazatele sladovnické jakosti (USJ), který má rozpětí od jedné do devíti (Psota a Kosař, 2002). Odrůdy, u nichž je rozpětí 1–3,99 jsou považovány za odrůdy pro sladovnický průmysl nevhodné (nesladovnické odrůdy), u odrůd s nejvyšší kvalitou je rozpětí 7–9 (Psota a Ehrenbergerová, 2008). Účelem USJ není shrnout dosažené hodnoty do jednoho čísla, ale rámcově změřit rozdíly v kvalitě mezi odrůdami. Podle typu finálního výrobku a používané technologie mají pivovary odlišné požadavky na úroveň technologických znaků. Z tohoto důvodu jsou sladovnicemi požadovány odrůdy s různou hodnotou USJ. Pokud se vyskytne odrůda s novou, žádanou vlastností, může být registrována i s nízkou hodnotou USJ (Prugar et al., 2008).

K hodnoceným znakům patří (Prokeš et al., 1997):

- obsah dusíkatých látek (bílkovin) v zrnu;
- extrakt v sušině sladu;
- relativní extrakt při 45 °C;
- Kolbachovo číslo;

- diastatická mohutnost;
- dosažitelný stupeň prokvašení;
- friabilita;
- obsah β -glukanů ve sladině.

Ukazatele sladovnické jakosti uvádí tabulka č. 3.

Tab. 3: Ukazatele sladovnické jakosti (Zimolka et al., 2006)

Parametry	Jednotky	Nepřijatelná hranice 1	Optimální hranice 9	Váha ¹⁾
Bílkoviny v zrně ječmene	%	9,5	10,2	0,01
		11,7	11,0	
Extrakt v sušině sladu	%	81,5	83,0	0,30
Relativní extrakt při 45 °C	%	35,0	40,0	0,20
		53,0	48,0	
Kolbachovo číslo	%	40,0	42,0	0,10
		53,0	48,0	
Diastatická mohutnost	WK	220,0	300,0	0,10
Dosažitelný stupeň prokvašení	%	79,0	82,0	0,10
Friabilita	%	79,0	86,0	0,10
Obsah β -glukanů ve sladině	mg·l ⁻¹	250,0	100,0	0,10

* 1) *Váha* – zde značí významnost znaku

Obsah dusíkatých látek

Dusíkaté látky jsou důležitým znakem. Pro výrobu kvalitního sladu by neměla být u ječmene překročena hranice 11,5 %. Obsah dusíkatých látek je vázán i na ostatní znaky jakosti. Obsah bílkovin pod 10,0 % je pro pivovarnictví nežádoucí. Vysoký obsah dusíkatých látek má dopad na kvalitu většiny ukazatelů. Extraktivnost klesá při zvýšení obsahu dusíkatých látek o 0,8 až o 1 % a Kolbachovo číslo klesá až o 2 %. Zpracovat ječmen s vysokým obsahem dusíkatých látek je náročnější i pracnější, protože je potřeba vynaložit vyšší provozní náklady (Psota a Kosař et al., 1997). Jako optimální obsah dusíkatých látek se udává rozpětí 10,8-11,2 %.

Obsah bílkovin ve sladu má při výrobě piva pozitivní i negativní význam. Tyto látky přispívají k plnosti chuti piva, ovlivňují pěnivost a stabilitu pěny, podílejí se na tvorbě barvy piva, jsou nezbytné pro množení a metabolismus kvasinek, ale mohou být odpovědné za nežádoucí starou chuť piva, za tvorbu nebiologických zákalů a za další nežádoucí senzorycké vlastnosti piva (Frančáková a Tóth, 2005).

Extrakt v sušině sladu

Škrobová složka je nositelem extraktivnosti sladu. Pokud je v ječmeni nedostatek škrobu, nelze žádnou technologií procento extraktu zvýšit (Kosař et al., 1997). Zrno ječmene obsahuje škrob obvykle v rozmezí 60-65 %. Pro dosažení alespoň 81 % extraktu ve sladu by se měl obsah škrobu v zrně ječmene pohybovat kolem 63-64 %. Jako optimální hodnota extraktu se uvádí 83 % (Psota a Kosař, 2002). Obsah extraktu, dosažitelný stupeň prokvašení, diastatická mohutnost jako odhad aktivity β -amylasy a aktivita α -amylasy jsou znaky charakterizující úroveň amylolytického rozluštění škrobu. Obsah extraktu udává, kolik procent sladu může být převedeno do roztoku za podmínek rmutování a poskytuje informace o možném výtěžku celého pivovarského procesu. U současných sladovnických odrůd ječmene se obsah extraktu pohybuje na minimální úrovni 81,5 %. Špičkové odrůdy Malz, Bojos, Sebastian atd. poskytují extrakty na úrovni 83 % a více (Prugar et al., 2008). Extrakt v sušině sladu je pro sladovníky a pivovarníky zcela nejdůležitějším parametrem kvality při výběru a nákupu sladovnického ječmene (Li et al., 2008).

Relativní extrakt při 45 °C

Tento znak má význam především ve střední Evropě, doplňuje informaci o aktivitě cytolytických a proteolytických enzymů obsažených ve sladu (Zimolka et al., 2006). Jedná se o poměr extraktu získaného při teplotě 45 °C a extraktu získaného při kongresním rmutování. Hodnota tohoto znaku je ovlivněna friabilitou sladu, úrovní extraktu vytvořeného při sladování, odrůdou ječmene a ročníkem (Psota a Ehrenbergerová, 2008). Souvisí s obsahem aminodusíku a informuje o předpokládaném množení kvasinek při hlavním kvašení. Upozorňuje na správnost postupu máčení, na aktivaci a syntézu enzymů, především α -amylasy a na úroveň proteolytického rozluštění (Prugar et al., 2008). Za optimum se považuje hodnota 40-48 %.

Kolbachovo číslo

Kolbachovo číslo je nejčastějším používaným parametrem pro hodnocení proteolytického rozluštění (Kreisz, 2009). Vyjadřuje procentní poměr rozpustného dusíku ve sladidě k celkovému obsahu dusíku ve sladu. Optimální hodnota se liší v závislosti na druhu piva, které vyrábíme. Pro evropské pivovary s klasickou výrobou je Kolbachovo číslo optimální do 40 %, respektive 38 %, avšak pro pivovary amerického typu je minimální hodnota Kolbachova čísla 42 %. Pro vlastní technologii výroby piva je důležitější hodnota α -aminodusíku (min. $140 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$) nebo celkového rozpustného dusíku ve 100 ml kongresní sladiny. Rozpustné dusíkaté látky by se měly pohybovat v rozmezí 3,4-4,8 %. Uvedené hodnoty by měly zajistit vyvážené složení rozpustných dusíkatých látek v oblasti vysokomolekulární (trvanlivost pěny) i v oblasti nízkomolekulární-výživa kvasinek (Hlaváček a Lhotský, 1966; Prugar et al., 2008).

Diastatická mohutnost

Diastatická mohutnost do velké míry závisí na aktivitě β -amylázy, ale je také ovlivněna dalšími glykozidickými hydrolázami, jako je α -amyláza. Význam tohoto parametru spočívá ve vyjádření amylolytické aktivity a tím přeměny škrobu na extrakt (Li et al., 2008). Je uváděna v jednotkách Windisch-Kolbach (zkr.: j.W.K.). Vysoké hodnoty diastatické mohutnosti sladu jsou požadovány některými pivovary používajícími škrobnaté surogáty. Pro výrobu světlého piva je minimální hodnota 220 j.W.K. Odrůdy Tolar, Prestige a Xanadu dosahují hodnot vyšších než 400 j.W.K (Kosař et al., 1997; Prugar et al., 2008). V České republice je za optimum považována hodnota 300 j.W.K.

Dosažitelný stupeň prokvašení

Tento znak představuje komplexní hodnotu pro posouzení kvality sladiny (Psota, 2006). Dává informaci o tom, jaké množství extraktu může být kvasinkami využito. Na úroveň prokvašení má vliv množství zkvasitelných cukrů a jejich relativní podíl, ale též stopové prvky a složení dusíkatých látek. V dnešní době jsou požadovány co nejvyšší hodnoty tohoto znaku. Ukazuje se však, že slady s vysokou hodnotou tohoto znaku mohou být příčinou problémů ve výrobě a mohou poskytovat piva prázdné chuti. (Prugar et al., 2008). Optimální hodnota se liší dle požadavků na typ piva, pro který je slad určen. Pro česká piva je optimum 80 %, pro jiná piva nad 82 % (Špunarová et al., 2007).

Friabilita

Úroveň rozluštění (modifikace) zejména buněčných stěn a bílkovin ukazuje friabilita (křehkost) sladu (Špunarová et al., 2007). Vhodně rozluštěná zrna jsou křehká a dobře se melou (Psota a Vejražka, 2006). Friabilita se stanovuje protlačením sladu sítím. Za standardních podmínek ve friabilimetru se slad drtí a sítím propadá moučný podíl, zatímco sklovitý podíl zůstává na síti. Z podílů je poté spočítána friabilita sladu (Dudáš, 1992). Hodnoty křehkosti sladu by se měly pohybovat v rozpětí 79–86 %. Optimální hodnota je udávána 86 %. Hodnoty nižší než 80 % ukazují na nedostatečné rozluštění sladu. Nadměrné rozluštění je při hodnotách nad 90 %, což vede k vyšším sladovacím ztrátám a nedostatečné pěnivosti piva (Psota a Kosař et al., 1997).

Obsah β -glukanů ve sladince

Důležitým parametrem jakosti s velkým ekonomickým dopadem na pivovarskou výrobu je obsah β -glukanů ve sladince (Špunarová et al., 2007). Vysoký podíl β -glukanů zpomaluje stékání sladin a způsobuje značné potíže při filtraci piva. Obsah β -glukanů je ovlivněn odrudou, pěstebními místem, předplodinou, ročníkem a technologií sladování (Psota a Šebánek et al., 1983). Povolený obsah β -glukanů u sladu je max. 150–200 mg·l⁻¹ sladin. Za optimum jsou považovány hodnoty do 100 mg·l⁻¹.

Kromě těchto sledovaných znaků v rámci USJ jsou v rámci registračního řízení hodnoceny další znaky. Je to například prekurzor dimethylsulfidu (PDMS), je derivátem sirmé aminokyseliny S-methylmethionin (SMM), která se vyskytuje ve sladu. Přibližně při 70 °C se z SMM tvoří dimethylsulfid (DMS). DMS je těkavá sirmá sloučenina, která má charakteristickou chuť a vůni (aroma vařeného zelí), a může tedy ovlivnit sensorické vlastnosti finálního výrobku. Obsah DMS v ležáckých pivech se obvykle pohybuje v rozsahu 0–40 ppb ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Barva sladin dává orientační informaci o typu analyzovaného sladu, ale nekoreluje s barvou vyrobeného piva. Běžné hodnoty barvy sladin světlého sladu se pohybují v rozpětí 2,4–4,2 jednotek EBC (European Brewery Convention – Evropská pivovarnická konvence). Sladiny se liší v intenzitě barvy a ve složení látek způsobujících zabarvení.

Barva sladin po povaření odpovídá barvě piva a poskytuje informaci o kvalitě dotahování sladu. Běžné hodnoty se u sladin ze světlých sladů pohybují v rozmezí

5,1-6,4 jednotek EBC. Barva piva je vedle barvy sladu ovlivněna také procesy, ke kterým dochází v průběhu výroby.

Běžné pH kongresní sladiny světlého sladu je 5,6-6,0. Hodnota pH sladiny ovlivňuje především ty znaky, které jsou závislé na činnosti enzymů (extrakt, Kolbachovo číslo, relativní extrakt při 45 °C). Tmavý slad vykazuje vzhledem k vyššímu množství Maillardovy reakce hodnoty pH 5,5 až 5,8 (Prugar et al., 2008).

Jakost sladu má přímý vliv na jakost výsledného produktu. Některé vlastnosti rozhodují přímo o typu piva a jiné zase ovlivňují jeho jakost. Charakteristické vlastnosti nabývá slad při procesu sladování, některé však závisí už na vlastnostech použitého ječmene (Hlaváček a Lhotský, 1972).

3.2 Základní charakteristika sladovnických odrůd jarního ječmene

Sladovnické odrůdy jarního ječmene jsou uvedeny v Seznamu doporučených odrůd.

V České republice jsou každoročně Úředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským a Komisí pro Seznam doporučených odrůd ječmene vydávány Seznamy doporučených odrůd hlavních polních plodin. Tyto seznamy mají usnadnit uživatelům orientaci v sortimentu nabízených odrůd a poskytnout objektivní a nezávislé informace o odrůdách a jejich vhodnosti pro pěstování v podmínkách ČR.

V době hodnocení experimentálních dat v disertační práci byly doporučeny tyto odrůdy (ÚKZÚZ 2014 b):

Blaník

Sladovnická odrůda, která je doporučena Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským pro výrobu piva s chráněným zeměpisným označením (dále jen CHZO) „České pivo“. Rostliny středně vysoké až vysoké, méně odolné proti poléhání. Zrno středně velké. Rizikem je nízký výnos předního zrna v řepařské a bramborářské oblasti, menší odolnost proti napadení hnědou skvrnitostí a rhynchosporiovou skvrnitostí. Udržovatelem je Limagrain Nederland B.V., Nizozemí a zástupcem v České republice je Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.

Bojos

Jedná se o polopozdní sladovnickou odrůdu, preferovanou téměř všemi sladovnicemi a pivovary: nosná odrůda pro Plzeňský Prazdroj, preferovaná odrůda pivovaru Radegast, preferovaná odrůda sladoven Sufflet a dalších tuzemských sladoven a pivovarů. Provozně ověřená česká odrůda s výběrovou sladovnickou kvalitou vhodnou pro výrobu Českého piva. V řepařské a bramborářské oblasti má středně vysoký výnos předního zrna a v kukuřičné oblasti má však nejvyšší výnos předního zrna. Rostliny jsou středně vysoké až vysoké, středně odolné proti poléhání. Zrno je středně velké, podíl předního zrna středně vysoký. Předností je vysoký výnos předního zrna v kukuřičné oblasti. Rizikem je menší odolnost proti napadení rhynchosporiovou skvrnitostí. Udržovatelem je Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.

Kango

Sladovnická odrůda, požadovaná některými sladovnicemi. Rostliny středně vysoké, středně až méně odolné proti poléhání. Zrno středně velké až velké. Rizikem je menší odolnost až náchylnost k napadení padlím travním na listu a menší odolnost proti napadení rhynchosporiovou skvrnitostí. Udržovatelem je Limagrain Nederland B.V., Nizozemí a zástupcem v České republice je Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.

Laudis 550

Sladovnická odrůda s výběrovou sladovnickou jakostí. Je doporučena Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským pro výrobu piva s CHZO „České pivo“. Rostliny středně vysoké, středně až méně odolné proti poléhání. Zrno středně velké až malé. Předností je vysoký výnos předního zrna. Udržovatelem je Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.

Malz

Malz je polopozdní sladovnická odrůda preferovaná téměř všemi sladovnicemi. Ve všech zemědělských oblastech má výnos předního zrna středně vysoký. Rostliny jsou středně vysoké, méně odolné proti poléhání. Zrno je středně velké, podíl předního zrna vysoký. Pěstitelským rizikem je menší odolnost proti poléhání a napadení padlím travním na listu a nízký výnos předního zrna. Udržovatelem je Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o. Odrůda byla registrována v roce 2002. Je doporučena

Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským pro výrobu piva s CHZO „České pivo“.

Petrus

Sladovnická odrůda. Je doporučena Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským pro výrobu piva s CHZO „České pivo“. Rostliny středně vysoké, středně až méně odolné proti poléhání. Zrno velké. Předností je velmi vysoký výnos předního zrna. Rizikem je menší odolnost proti napadení rhynchosporiovou skvrnitostí. Udržovatelem je Limagrain Europe, Francie a zástupcem v České republice je Limagrain Central Europe Cereals, s.r.o.

Sebastian

Sebastian je polopozdní odrůda s výběrovou sladovnickou jakostí, je preferovaná některými sladovny. Výnos předního zrna má středně vysoký až vysoký. Rostliny jsou nízké, středně odolné proti poléhání. Zrno je středně velké, podíl předního zrna středně vysoký až vysoký. Předností je vysoký výnos předního zrna v bramborářské oblasti. Udržovatelem je Sejet Piantbreeding, DK a zástupcem pro ČR SELEGEN, a.s.

Sunshine

Sladovnická odrůda s výběrovou sladovnickou jakostí. Rostliny středně velké, středně až méně odolné proti poléhání. Zrno středně velké až velké. Odrůda středně odolná proti napadení padlím travním na listu. Předností je velmi vysoký výnos předního zrna a střední odolnost proti napadení rzí ječnou. Udržovatelem je Saatzucht Breun GmbH & Co. KG, Německo a zástupcem v ČR je SOUFFLET AGRO a.s.

Vendela

Sladovnická odrůda, která je doporučena Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským pro výrobu piva s CHZO „České pivo“. Rostliny středně vysoké, méně odolné proti poléhání. Zrno středně velké. Odrůda středně odolná proti napadení padlím travním na listu. Předností je střední odolnost proti napadení rzí ječnou a vysoký výnos zrna ve všech pěstitelských oblastech. Rizikem je menší odolnost proti napadení hnědou skvrnitostí a rhynchosporiovou skvrnitostí. Udržovatelem je Nordsaat Saatzucht GmbH, Německo a zástupcem v ČR je SAATEN – UNION CZ s.r.o.

Xanadu

Xanadu je středně raná sladovnická odrůda. Výnos předního zrna má ve všech oblastech vysoký. Rostliny jsou středně vysoké, středně odolné proti poléhání. Zrno je středně velké až velké, podíl předního zrna velmi vysoký. Předností je vysoký výnos předního zrna ve všech výrobních oblastech. Udržovatelem je NORDSAAT Saatzucht GmbH, D a zástupcem v ČR je SAATEN – UNION CZ s.r.o. Odrůda byla registrována v roce 2006.

3.3 Požadavky jarního ječmene na prostředí

Jarní ječmen se v České republice pěstuje ve všech výrobních oblastech. Avšak pro jednotlivé užitkové směry, kde musíme dosáhnout určitých jakostních vlastností a znaků se možnosti pěstování zužují na určité oblasti, kde lze úspěšně pěstovat kvalitní sladovnický ječmen. Na Moravě se pěstuje sladovnický jarní ječmen na celé střední Moravě s jádrem úrodné Hané, v Čechách je to především Polabská nížina a nižší polohy Středočeské pahorkatiny. Většinou jsou to polohy s nadmořskou výškou do 250 m n.m (Křen et al., 1998).

Pěstování jarního ječmene je situováno do oblasti řepařské, ale i do teplejších regionů (pěstování kukuřice na zrno) nebo do oblastí chladnějších, které jsou typické produkcí brambor. V současné době je stále více limitujícím faktorem nedostatek vody – srážek, proto se jarní ječmen pěstuje v oblastech s nadmořskou výškou 400–500 m n. m. V těchto oblastech se období sucha neprojeví tak nepříznivě jako v kukuřičné oblasti (Černý et al., 2007). Vhodnými půdami pro pěstování jarního ječmene jsou černozemě, degradované černozemě, hnědozemě, ilimerizované hnědozemě a rendziny (Zimolka et al., 2006). Nejvhodnější jsou hlubší černozemě a hnědozemě s dostatkem jílu, který dokáže držet vodu a podporuje vzlínání za sucha (Černý et al., 2007). Ječmen je vhodné pěstovat na pozemcích, které jsou vyrovnané z hlediska půdních a vláhových podmínek (Faměra, 2004). Pro sladovnický ječmen nejsou vhodné utužené pozemky s nevyrovnaným vláhovým režimem, s častým výskytem mlhy a rosy (dochází k výskytu zahnědlých špiček obilek) a s vysokým stupněm zaplevelení (Benada et al., 2001). Mezi další faktory, na které je ječmen citlivý je kyselá půdní reakce. Půdní reakce by se měla optimálně pohybovat v rozmezí 6,2 až 7,2 pH v řepařské a kukuřičné oblasti a 5,8 až 6,2 pH v bramborářské výrobní oblasti. Kyselé půdní prostředí má

nepříznivý vliv na růst i sladovnickou kvalitu (Zimolka et al., 2006). Jarní ječmen má slabší a mělčí kořenový systém, a proto je potřebné zajistit dostatek pohotových živin v orničním profilu. Zásobenost půdy makroprvky by měla dosahovat těchto hodnot (mg.kg^{-1} půdy): fosfor 80 až 100, draslík 201 až 261, hořčík 160 až 230. Vysoká zásobenost půdy draslíkem výrazně zvyšuje obsah hrubých bílkovin v sušině zrna. Proto bychom měli znát hodnoty agrochemických vlastností půd, na kterých chceme pěstovat jarní ječmen. Z těchto základních požadavků je nutné vycházet při výběru pozemků i způsobu pěstování, aby již od začátku růstu byl zajištěn dostatečný příkon tepla, vody, živin a vzduchu (Kosař et al., 1997).

3.4 Zařazení jarního ječmene do osevního postupu

U jarního ječmene má značný význam předplodina, která ovlivňuje výnos a sladovnickou hodnotu zrna (Zimolka et al., 2006).

Vliv předplodiny a ekonomické změny v živočišné a rostlinné výrobě znamenají největší zásah do podmínek pěstování jarního ječmene (Faměra et al., 1996). Jarní ječmen je naší nejvýnamnější jarní obilninou. V osevním postupu je zpravidla zařazován po okopaninách (cukrovce a bramborách), po kukuřici na zrno a siláž nebo jako druhá obilnina. Je obecně známo, že okopaniny jsou předplodiny pro jarní ječmen nejvhodnější. Zanechávají půdu v dobrém strukturním a živinném stavu (Zimolka et al., 2006). Pěstování jarního ječmene po zhoršujících předplodinách (obilniny) je možné, ale podmínkou dosahování trvale vysokých výnosů v osevním postupu je dostatečně vysoké zastoupení plodin s regeneračním vlivem na půdní úrodnost - cukrovka, brambory a řepka (Benada et al., 2001; Černý et al., 2007). Mezi hlavní současné problémy pěstování jarního ječmene je pokles zastoupení okopanin v osevních postupech a tím i omezení ploch vhodných předplodin pro jarní ječmen. Často se i po těchto předplodinách dává přednost výnosnější ozimé pšenici. Jarní ječmen je následkem toho více zařazován po kukuřici (Kosař et al., 1997). Při opakovaném pěstování ječmene na totožném stanovišti (v monokultuře) dochází k postupnému snížení výnosu, avšak z obilnin je právě ječmen tou nejvíce tolerující plodinou na pěstování v monokultuře (Procházková et al., 2002; Munkholm et al., 2013). Po obilnině se zvyšuje obsah bílkovin v zrnu a snižuje se extrakt sladu oproti zařazení po cukrovce (Faměra et al., 1996). Předplodinová hodnota kukuřice na zrno či na siláž kolísá v závislosti na ročníku (týká se výše výnosů i parametrů sladovnické kvality).

Rizikovými faktory (negativně ovlivňujícími zvláště zakládání a vzcházení porostů) jsou především fyzikální stav půdy a množství posklizňových zbytků. Zbytky kukuřice mohou být významným zdrojem infekce houbami rodu *Fusarium*. Olejnin a luskoviny jsou pro obilniny obecně předplodinami vhodnými, u ječmene se však zvyšuje riziko poléhání a je lepší je rezervovat jako předplodiny pro ozimou pšenici. Jeteloviny nejsou jako předplodiny pro jarní ječmen vhodné. U předplodin s vyšším podílem posklizňových zbytků (cukrovka a obilniny) je před zapravením do půdy nutná jejich úprava (drcení) a rovnoměrné rozptýlení (Onderka et al., 2001). U obilnin je potřeba před zapravením slámy upravit poměr C:N ve slámě vyrovnávací dávkou dusíku, pro urychlení jejího rozkladu. Při nedodání dusíku dojde k pomalejšímu rozkladu slámy a eventuálnímu odběru dusíku z půdy, který by pak mohl chybět rostlinám a uvolňování dusíku by mohlo nastat až v pozdějších fázích růstu. Při nepříznivých podmínkách pro rozklad řepého chrástu (nízké teploty v podzimním a zimním období, suché jaro) dochází zpravidla k pozdní mineralizaci dusíku. To může mít za následek poléhání porostů, rozvoj listových chorob i pokles sladovnické kvality (Procházková et al., 2011).

3.5 Systémy zpracování půdy

Zpracování půdy je základní stabilizující složkou systémů hospodaření na půdě a je podmínkou pro příznivý počáteční i celkový růst a vývoj rostlin. Pojetím termínu „zpracování půdy“ rozumíme soustavu zpracovatelských zásahů mechanického charakteru, které jsou prováděny v časovém rozmezí od sklizně předcházející plodiny do vzejití plodiny následující. Zahrnuje úkony a zásahy upravující ornici a část podorniční vrstvy do vhodného strukturního stavu (Kostelanský et al., 1997).

Úkolem zpracování půdy je vytvoření základních podmínek pro založení porostů, pro růst, vývoj a tvorbu výnosů pěstovaných plodin i pro optimální průběh půdních procesů. Základním cílem zpracování půdy je úprava jejich fyzikálních vlastností, které patří k hlavním půdním charakteristikám. Přímo ovlivňují růst a vývoj kořenového systému rostlin, retenci, přístupnost a využitelnost půdní vody, ale i biologické a chemické poměry půdy (Procházková et al., 2001; Mašek, 2005; Hůla, Procházková et al., 2008).

Postupy zpracování půdy a zakládání porostů plodin jsou v posledních letech podrobovány kritické analýze s cílem zvýšit úroveň péče o půdní prostředí a zlepšit tak

podmínky pro tvorbu výnosu plodin, omezit nežádoucí poškozování půdní struktury, omezit erozi půdy i kontaminaci podzemní i povrchové vody snadno pohyblivými živinami (Hůla, 2000).

Dle autorů Kostelanský et al., (2004) a Křen et al., (2015) lze cíle zpracování půdy členit na:

Cíle s vazbou k půdě:

- zapravit posklizňové zbytky, organická hnojiva, vápenaté hmoty do půdy;
- nakypřit ulehlou půdu (utužit příliš kyprou půdu);
- optimalizovat vodní a vzdušný režim i tepelný režim půdy;
- pozitivně ovlivňovat mineralizaci a humifikaci.

Cíle s vazbou k rostlině:

- tlumit plevele a původce chorob a škůdců;
- připravit lůžko pro osivo (sadbu);
- zapravit minerální hnojiva;
- vynášet vyplavené živiny;
- umožnit kvalitní rozvoj kořenového systému pěstovaných plodin.

Zpracování půdy patří do skupiny faktorů, které rozhodujícím způsobem ovlivňují nejen efektivní úrodnost půdy, stabilizaci výnosů plodin a kvalitu produktů, ale i úroveň celého zemědělství a celkově i životního prostředí (Škoda, 1995).

Pod pojmem zpracování půdy si nelze pouze představit jednotlivé zákroky, ale jedná se o celý systém navazující na další články rostlinné výroby a v současném moderním zemědělství představuje jeden z rozhodujících pilířů rostlinné výroby (Agrokrom, 2011).

Volba způsobů zpracování půdy je závislá na půdních a klimatických podmínkách a nárocích pěstovaných plodin na půdní prostředí (Zrubec, 1984; Hůla, Procházková et al., 2008). Půdy ve vlhčích a chladnějších podmínkách, půdy druhově těžší a půdy s velkými objemovými změnami jsou mimořádně citlivé na udržení potřebné pórovitosti, zejména pak objemu hrubých nekapilárních pórů, které rozhodují

o propustnosti a aerační schopnosti půdy. Naopak v sušších a teplejších oblastech a na půdách druhově lehčích s vyšší propustností pro vodu je třeba vytvořit podmínky pro vyšší akumulaci a retenční schopnost půdy. Zde je proto vhodné snížit hloubku a intenzitu zpracování půdy, případně ponechat část půdy bez zpracování v přirozeném uložení. S vyšší objemovou hmotností půdy se při nižší intenzitě zpracování zvyšuje podíl kapilárních pórů, mění se poměr mezi vodní a vzdušnou kapacitou půdy ve prospěch vodní kapacity.

Konečným cílem všech zpracovatelských zásahů je vytvoření optimálních půdních podmínek pro pěstované rostliny, což v praxi znamená především vytvoření tzv. drobtovité půdní struktury s půdními agregáty o velikosti 0,25–10 mm (Kostelanský et al., 2004; Křen et al., 2015).

Způsoby zpracování půdy

Volba nejefektivnějšího způsobu zpracování půdy by měla zahrnovat řadu specifických úvah, podobně, jako když se zemědělec rozhoduje při výběru odrůd. Stejný přístup je třeba zvolit při výběru zpracování půdy. Je nutné zvážit především následující faktory (Kostelanský et al., 2004; Křen et al., 2015):

- pedogenetickou charakteristiku (půdní typ, půdní druh, obsah skeletu);
- úrodnost půdy a výživu rostlin;
- osevní postup a pěstované plodiny;
- systém aplikace herbicidů;
- typ a účinnost použitých mechanizačních prostředků.

V České republice se pro označování postupů zpracování půdy zahrnující různou hloubku, intenzitu a způsob kypření půdy vžilo více termínů. V současné době se používá následující rozdělení způsobů zpracování půdy (Hůla, Procházková et al., 2008):

- technologie s orbou (tzv. konvenční nebo tradiční) – půda je každoročně zpracovávána radličným pluhem, rostlinné zbytky předplodin, biomasa mezplodin a nadzemní části plevelů jsou zapravovány do půdy;
- technologie bez orby (minimalizační).

Pro podmínky České republiky můžeme pod pojmem minimalizační technologie zařadit následující postupy:

- minimalizace s kypřením půdy do zvolené, zpravidla malé hloubky, v případě potřeby lze ornici jednorázově hlouběji prokypřit bez obracení;
- půdoochranné zpracování půdy – způsoby zpracování půdy, u kterých zůstává nejméně 30 % povrchu půdy po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny;
- přímé setí (setí do nezpracované půdy) – půda se po sklizni předplodiny nezpracovává, plodina se seje speciálními secími stroji.

V Německu se používá třídění způsobů zpracování půdy do třech hlavních skupin a to na tzv. konvenční zpracování půdy, kdy je základem klasická orba pluhem, konzervační zpracování půdy bez orby s kypřením půdy do zvolené hloubky a přímé setí do nezpracované půdy (Köller, 1989; Brunotte et al., 1996; Sommer, 1997; KTBL, 1993 a Brenndörfer, 1994).

Ve Spojených státech amerických vychází terminologie minimalizačních technologií zpracování půdy z klasifikace Americké půdoznalecké společnosti - Soil Science Society of America (Cannel a Hawes, 1994; Köller a Linke, 2006). Způsoby zpracování půdy bez orby se zde rozdělují na:

- conservation tillage - ochranné zpracování půdy, které zahrnuje zpracování půdy bez orby i přímé setí a vyznačuje se tím, že nejméně 30 % povrchu půdy zůstane po zasetí pokryto rostlinnými zbytky;
- minimum tillage - jedná se o redukované zpracování půdy, neboli označení pro minimální zpracování půdy nutné pro založení porostu;
- no tillage (bez zpracování půdy) - půda není před setím zpracovávána a seje se speciálními secími stroji. Na povrchu půdy zůstane většina posklizňových zbytků;
- strip tillage - zpracování půdy v úzkých pásech, do nichž je uloženo osivo a mezi těmito pruhy je půda nezpracována;

- ridge tillage - je zpracování půdy s vytvořením hrůbků, do nichž jsou vysévány širokořádkové plodiny. I u tohoto způsobu zůstává významná část rostlinných zbytků na povrchu půdy.

Při porovnávání konvenčních a minimalizačních technologií je zapotřebí se nesoustřeďovat pouze jen na rozdíly ve spotřebě nafty, ale přihlížet i k celkové rentabilitě. U celkové rentability je důležité hodnotit výnosovou jistotu, ovlivnění zaplevelení, výskyt chorob a škůdců. Rozhodování by mělo probíhat individuálně s přihlédnutím k půdním vlastnostem, vlhkosti, předplodině, stavu pozemku a požadavkům následujících plodiny (Beneš, 2011).

3.5.1 Konvenční zpracování půdy

Na našem území stále patří konvenční neboli tradiční způsob zpracování půdy k nejrozšířenějšímu způsobu obdělávání půdy (Suškevič a Procházková, 2000; Hůla, Procházková et al., 2008).

Při tradičním zpracování půdy je ornice zpracovávána na požadovanou hloubku radličnými pluhem. Ornice se pluhem obrací, drobí, mísí a kypří. U konvenčních postupů zpracování půdy se využívá časový odstup mezi operacemi základního a předseťového zpracování půdy. Je to tomu tak z důvodu plnění agrotechnických požadavků, potlačování plevelů a zajištění přirozeného slehávání půdy v době mezi orbou a setím. V současném pojetí zahrnujeme pod pojmem konvenční zpracování půdy i postupy se spojováním pracovních operací, například spojením orby s drcením hrud a podpovrchovým utužováním ornice, nebo spojením předseťového zpracování půdy se setím (Hůla a Mayer, 1999; Hůla, Procházková et al., 2002).

Chceme-li obnovit půdní strukturu, lze doporučit právě klasické zpracování půdy pluhem. Naopak nevhodné je kypření ornice do velké hloubky v regionech trpících letními suchy. I přes vyšší časovou a ekonomickou náročnost poskytuje zorané a klasicky připravené pole záruku dobrého výnosu. Orba je také nutná, využívá-li se k založení porostu tradičními technologiemi. Je však zapotřebí zpětně utužit půdu pro vytvoření rovného seťového lůžka. Aby se zabránilo vzniku utuženého podorničí, je vhodné každý rok měnit hloubku orby (Beneš, 2010).

Mezi výhody konvenčního zpracování půdy patří především kvalitní zapravení posklizňových zbytků a statkových hnojiv, potlačování plevelů, využívání

vyplavených živin, lepší provzdušnění půdy, nakypření a promíchání ornice a v neposlední řadě hubení půdních živočichů, především hlodavců. Jako nevýhody tohoto způsobu můžeme uvést vyšší náklady a potřebu lidské práce, vyšší utuženost půdy v důsledku vyššího množství přejezdů po půdě, potřebu většího počtu strojů a obtížnější dodržování agrotechnických lhůt (Suškevič a Procházková, 2000).

Použití klasické orby se také většinou nemůžeme vyhnout v systémech ekologického zemědělství. Díky omezeným možnostem v použití herbicidů by takový postup vedl k rozšiřování plevelů, což by mělo negativní důsledky pro pěstované plodiny (Vakali et al., 2011).

Systém tradičního zpracování půdy můžeme rozdělit na tři základní části, a to na základní zpracování půdy, přípravu půdy pro setí a sázení a zpracování půdy během vegetace.

3.5.1.1 Základní zpracování půdy

Základní zpracování půdy má především za úkol propracovat orniční profil půdy, upravit její fyzikální, chemické a biologické vlastnosti a připravit tak dobré podmínky pro růst kořenů a celkově růst a vývoj pěstovaných plodin. Do základního zpracování patří podmítka, orba a operace vedoucí ke zvětšování orničního profilu (Kohout et al., 2002; Kostelanský et al., 2004; Křen et al., 2015).

Podmítkou rozumíme mělké zpracování půdy po sklizni obilnin, ozimé řepky, luskovin, případně píce sklizených v létě.

Hlavní úlohou podmítky je šetření půdní vláhou a odplevelování půdy. Vedle uvedených úkolů je podmítka ne méně rozhodující pro:

- tlumení chorob a škůdců;
- provedení následné orby v lepší kvalitě se sníženou spotřebou nafty;
- zlepšení fyzikálního stavu povrchové vrstvy půdy, zejména jejího provzdušnění;
- urovnání povrchu půdy;
- urychlení mineralizace organických látek;
- podpora biologické činnosti a samočištění půdy.

U podmítky je potřeba dodržet tyto tři zásady: včasnost, hloubku a kvalitu. Včasnost provedení podmítky je rozhodující podmínkou z hlediska všech aspektů správné podmítky. Stále platí “za kosou pluh”. Při opožděném provedení podmítky je její účinnost značně nižší. Za vhodných vlhkostních podmínek je možno volit hloubku podmítky od 0,8 do 0,12 m. Při nedostatku srážek je problém zahloubit podmítač do správné hloubky, a proto se spokojíme i s hlubší podmítkou do 0,15 m. Z hlediska kvality má být podmítka vždy ošetřena.

Orba je základním opatřením tradičního zpracování půdy, které má rozhodující účinek na celkový stav půdy (tj. ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy). Celkově lze říct, že orba má drobicí, kypřící, obracecí a mísící efekt, což vše musí správně provedená orba splnit. Při orbě za příznivé vlhkosti dochází ke drobení půdy, kdy se ornice rozpadá na menší půdní agregáty, čímž se upravuje drobtovitá struktura půdy. Při drobení dochází k nakypření půdy, čímž se zvyšuje výrazně pórovitost u středních půd až o 30 % a u těžkých půd v průměru o 50, ale i o 70 %. Dochází k provzdušnění půdy, které je rozhodující pro rozvoj aerobní mikroflóry, nutné pro mineralizaci organické hmoty v půdě a rozklad škodlivých reziduí po používaných pesticidech (Kostelanský et al., 2004; Křen et al., 2015).

Skýva odříznutá pluhem je obrácena, splavené živiny a koloidní částice jsou ze spodních vrstev ornice vynášeny k povrchu. Dalším pozitivem při orbě je, že dochází k žádoucímu mísení ornice a rovněž tak k promísení zaorávaného materiálu se zeminou (hnoje, zeleného hnojení, minerálních hnojiv atd.). Při hluboké orbě jsou z velké části zničeny i vytrvalé plevele tzv. “utopením” na dno brázdy, jako např. pýr plazivý.

Jestliže má orba splňovat veškeré základní požadavky, musí být prováděna

vhodným typem odhrnovačky plužního tělesa a při vhodné vlhkosti půdy. Správná vlhkost půdy v procentech hmotnostních se u těžkých půd pohybuje od 14-18 %, u středních půd 18-20 % a u lehkých není již tak rozhodující.

Zvětšování hloubky orničního profilu - účelem je dosáhnout mohutnější činné orniční vrstvy s příznivými půdními vlastnostmi. Provádí se orbou do větší hloubky, orbou s podrývákou (tzv. podrývání), středně hlubokým kypřením (tzv. dlátování), hloubkovým kypřením nebo tzv. rigolováním, což je orba do hloubky 0,5-0,8 m, při které se půda převrstvuje (Kostelanský et al., 2004; Křen et al., 2015).

3.5.1.2 Příprava půdy pro setí a sázení

Předseťová příprava zahrnuje soubor obdělávacích zásahů do menší hloubky, umožňující kvalitní založení porostu. Hlavním úkolem je vytvoření vhodného seťového lůžka s vrchní kyprou a spodní zpevněnou vrstvou. Úkolem spodní utužené vrstvy je osivu zajistit kontakt s kapilární vodou, kyprá vrstva ornice nad osivem umožňuje přístup vzduchu k osivu a usnadňuje vzházení. Všeobecně platí, že čím je osivo menší, tím lepší by měly být půdní podmínky. Přípravou půdy pro setí a sázení může být prováděna buďto tradičním nářadím, což jsou smyky, brány, válce a kypřiče, nebo v současné době stále rozšířenějšími kombinovanými stroji (kombinátory a kompaktoři). Předností kombinovaných strojů je rychlejší a méně energeticky náročné provedení prací, kdy je obvykle v jedné operaci půda kvalitně připravena pro následující založení porostu (Kostelanský et al., 2004; Mašek, 2011; Křen et al., 2015).

3.5.1.3 Zpracování půdy během vegetace

V průběhu vegetace se provádí povrchové kypření půdy tak, aby nebyla porušena kořenová soustava plodiny. To umožní přívod vzduchu ke kořenům i výměnu plynů v rhizosféře. Cílem těchto úkonů je obnova strukturního stavu povrchové vrstvy ornice, ničení škraloupu po deštích, ničení plevelů, omezení neproduktivního výparu a zlepšení vsakování srážek. U jarního ječmene je z těchto operací možné provádět, především za sucha, válení po zasetí a případně po důkladném zakořenění vláčení lehkými branami, což má mimo jiné odplevelovací účinek (Kostelanský et al., 2004; Křen et al., 2015).

3.5.2 Minimalizační zpracování půdy

Minimalizační technologie zpracování půdy se vyznačují dvěma znaky, a to redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a ponecháním zbytků růstlin na povrchu nebo ve vrchní vrstvě půdy. V České republice celkově jsou uplatňovány na více než 40 % orné půdy. Převážně se jedná o postupy s mělkým, případně středně hlubokým zpracováním půdy kypřením bez obracení půdy orbou. Půdoochranné technologie s výsevy plodin do nezpracované půdy a do vymrzajících nebo i přezimujících meziplodin jsou užívány podstatně méně, i když v posledních letech jejich podíl vzrostl s větším využíváním meziplodin (Hůla, Procházková et al., 2008; Procházková et al., 2011).

Minimalizační technologie lze považovat za významnou alternativu konvenčních technologií s orbou. Obecně jsou u nich ceněny především nižší náklady, úspora času, příznivý vliv na půdní prostředí (strukturní stav půdy, půdní organickou hmotu, vodní režim, biologickou aktivitu) i omezení vodní a větrné eroze (Domzal, 1997).

Hlavním důvodem rozvoje minimalizačních technologií zpracování půdy bylo zjištění nevýrazné výnosové reakce většiny plodin na hloubku a intenzitu zpracování půdy a pozitivní reakce obilnin na půdu spíše utuženou, tedy půdu s vyšší objemovou hmotností, odpovídající prakticky půdě přirozeně uložené, tedy nezpracované (Hůla et al., 2004).

Hlavními předpoklady pro využití minimálního zpracování půdy jsou:

- vhodný osevní postup nebo alespoň sled plodin: zlepšující předplodina, následná plodina;
- dobrý fyzikální stav půdy;
- minimální zastoupení vytrvalých plevelů (pýr plazivý, pcháč oset, svlačec rolní atd.);
- biologicky činná ornice s dostatečným obsahem živin.

Vhodné podmínky pro uplatnění minimalizačních technologií jsou na středně těžkých půdách s vyšší přirozenou úrodností v sušších podmínkách kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Potvrzují to výsledky dlouhodobých polních pokusů i zkušenosti zemědělské praxe (Hůla, Procházková et al., 2002; Hůla, Procházková et al. 2008).

3.5.2.1 Důvody rozvoje a rozšiřování minimalizačních technologií

Hlavní důvody rozvoje a rozšiřování minimalizačních technologií je možné hledat v oblasti ekonomické, ekologické a technické.

Mezi ekologické důvody uplatnění minimalizačních technologií patří především příznivý vliv minimalizačních technologií na strukturní stav půdy, lepší hospodaření s půdní vodou (snížení ztrát vody při nižší intenzitě zpracování půdy, zvýšení vododržnosti půdy, omezení neproduktivního výparu vody z půdy mulčem z rostlinných zbytků na povrchu půdy), redukce vodní a větrné eroze, omezení vyplavování pohyblivých forem dusíku, zlepšení stavu půdní organické hmoty (zvýšení obsahu a kvality půdního humusu).

Při používání minimalizačních technologií zpracování půdy jsou pro zemědělce významné především ekonomické dopady. Technologie bez orby přináší úspory práce a energie. Redukce počtu pracovních operací a vyšší výkonnost strojů využívaných v minimalizačních technologiích snižují nároky na organizaci práce i na počty pracovníků v zemědělských podnicích.

Větší uplatnění různých forem minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů umožňují nová konstrukční řešení strojů. V současné době je na trhu široká nabídka strojů a strojních linek umožňujících uzpůsobit volbu technologických postupů konkrétním podmínkám a zajistit tak kvalitní zpracování půdy a založení porostů pěstovaných plodin.

3.5.2.2 Výhody a rizika používání minimalizačních technologií

Výhody používání minimalizačních technologií popisují autoři Hůla a Mayer (1999) a Hůla, Procházková et al., (2008):

- pokles spotřeby nafty a pracovního času, čímž se dosahuje příznivějších ekonomických ukazatelů;
- ochrana půdy před vodní a větrnou erozí, neproduktivním výparem vody, poškozováním půdní struktury a před přehříváním půdy v letním období;
- redukce vyplavování snadno pohyblivých forem živin (především dusíku) do podzemních vod;

- zvyšování únosnosti půdy a její odolnosti vůči nežádoucímu zhutňování při přejezdech traktorů a dalších strojů;
- zlepšování podmínek pro zajištění včasnosti pracovních operací při zakládání porostů plodin.

3.5.2.3 Nevýhody a rizika používání minimalizačních technologií

Na nevýhody používání minimalizačních technologií poukazují autoři Hůla, Procházková et al., (2008):

- vyšší koncentrace solí z minerálních hnojiv v povrchové vrstvě půdy;
- nižší mineralizace organických látek, pomalejší uvolnění živin;
- okyselování půdy v povrchové vrstvě;
- inhibiční působení fytotoxických látek uvolňovaných z posklizňových zbytků nebo vznikajících při jejich rozkladu;
- rozšiřování vytrvalých plevelů;
- vyšší výskyt houbových chorob;
- vyšší výskyt hrabošů a slimáčků.

V České republice je minimalizační zpracování půdy reálné a perspektivní pokud není zábranou postupného zvyšování nebo stabilizace výnosu plodin a není v rozporu s požadavkem dlouhodobého zvyšování (udržování) úrodnosti půdy (Kohout et al., 2002).

Při používání minimalizačních technologií je pro zajištění trvalé udržitelnosti tohoto systému hospodaření na půdě nutné zabezpečit i potřebnou výnosovou úroveň pěstovaných plodin. Vliv technologických postupů s redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a výsevy plodin do mělce zpracované, povrchově zpracované i nezpracované půdy se projevuje v závislosti na agroekologických podmínkách. Pro určité půdní a klimatické podmínky je proto nutné stále ověřovat vhodné technologické postupy zpracování půdy a zakládání porostů a těmto postupům uzpůsobovat i celou pěstební technologii jednotlivých plodin (Hůla, Procházková et al., 2002; 2008).

3.6 Zpracování půdy k jarnímu ječmeni

Zpracování půdy se obecně řídí podmínkami stanoviště a osevním postupem. Obilniny patří mezi plodiny, jimž vyhovuje relativně jednodušší zpracování půdy. V našich podmínkách se k nim provádí buďto klasické (konvenční) zpracování půdy s orbou, nebo minimalizační zpracování půdy bez použití orby (Kostelanský et al., 2004).

Jelikož chceme aby rostlinná výroba byla co nejefektivnější je třeba neustále hledat způsoby, jak toho dosáhnout. Musíme zkoumat všechna agronomická, technická a ekonomická opatření, tj. od stanovištních podmínek až po pěstební technologie (Šimon et al., 1999).

Jarní ječmen patří u nás dlouhodobě mezi ekonomicky významné plodiny. Je pěstován pro sladovnické, krmné a potravinářské účely. Vzhledem k jeho krátkému vegetačnímu období, biologické povaze a slabšímu kořenovému systému reaguje citlivě na stresové podmínky všeho druhu. Zvolením vhodné agrotechniky je možné nepříznivé vlivy zmírnit, avšak každý špatný zásah do pěstebních technologií má významný vliv na kvalitu a výnos zrna jarního ječmene. V průběhu celé vegetace je nutné věnovat zvýšenou pozornost porostům jarního ječmene. Vysoká sladovnická jakost a vysoký výnos jsou vizitkou správné pěstební technologie (Petr et al., 2001).

Jarní ječmen je plodina s krátkou vegetační dobou, náročná na dobrý fyzikální stav půdy, dobrou zásobenost pohotovými živinami v půdě a dodržování agrotechnického termínu setí.

Způsob zpracování půdy pro jarní ječmen se odvíjí od vybavenosti podniku a půdních podmínek v dané lokalitě. Výběr způsobu zpracování půdy a zakládání porostů jarního ječmene je závislý na předplodině. Pro jarní ječmen je možné využít jak tradiční technologie zpracování půdy s orbou, tak minimalizační technologie s kypřením půdy talířovými nebo radličkovými kypřiči (hlubší a mělké kypření půdy), při zvláštní situaci i přímé setí do nezpracované půdy (Procházková et al., 2004; Zimolka et al., 2006; Černý et al., 2007).

V České republice se pro jarní ječmen ve větší míře dosud využívá tradiční zpracování půd s orbou. Po předplodinách, které zanechávají strniště, předchází orbě podmítka. Podmítka se provádí v co nejkratší době po sklizni talířovými nebo

radličkovými podmítači, podle podmínek do hloubky 0,06-0,12 m. Tradiční technologie s orbou je využitelná po všech předplodinách a téměř na všech stanovištích. Prakticky se nejvíce používá tam, kde chceme zapravit větší množství posklizňových zbytků. Tradiční technologie s orbou jsou však v porovnání s minimalizačními technologiemi, energeticky a pracovně náročnější (Kosař et al., 1997; Zimolka et al., 2006).

Minimalizační technologie je možné s výhodou využít i k jarnímu ječmeni. Možnosti uplatnění minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů u jarního ječmene závisí především na stanovištních podmínkách. K jarnímu ječmeni je vhodné vybrat půdně a vláhově vyrovnané pozemky, které nejsou zapleveleny (Hůla, Procházková et al., 2008). Z dlouholeté praxe vyplývá, že obilninám vyhovuje mírně ulehlá půda. Nejvhodnější podmínky pro minimalizační technologie jsou obecně na středně těžkých, strukturních půdách s vyšší přirozenou úrodností kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Na půdách těžších a ve vlhčích a chladnějších podmínkách je použití minimalizačních technologií k jarnímu ječmeni méně vhodné. U mělkého zpracování půdy a zejména u přímých výsevů do nezpracované půdy se v daných podmínkách zvyšuje nebezpečí přemokření, nedostatečného provzdušnění a přehřátí půdy se všemi nepříznivými dopady pro rostliny jarního ječmene i pro průběh půdních procesů. (Zimolka et al., 2006; Procházková et al., 2011).

Minimalizační technologie zpracování půdy k jarnímu ječmeni při pěstování po obilninách lze použít zejména na úrodnějších půdách. Při mělkém zpracování půdy jsou zde dosahovány ve srovnání s orbou většinou stejné výnosy. Pokud je sláma po předplodině ponechána na pozemku, nenastávají vážnější problémy ze zakládáním porostu jarního ječmene a to zejména díky delšímu meziporostnímu období. Přesto je i zde velmi důležité dodržovat zásady hnojení slámou. Slámu je nutné rozdrtit, rovnoměrně rozptýlit, upravit poměr C:N a kvalitně zapravit do půdy.

Možnosti využití minimalizačních technologií k jarnímu ječmeni po jednotlivých předplodinách uvádějí Zimolka et al., (2006); Hůla, Procházková et al., (2008); Procházková et al., (2011); Míša (2014) a další.

Cukrovka je tradiční předplodina pro jarní ječmen, která vytváří dobré podmínky pro tvorbu výnosů i kvalitu jarního ječmene. Dlouholeté výsledky pokusů i zkušenosti pěstitelů ukazují, že jarní ječmen pěstovaný po cukrovce reaguje velmi dobře na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. Stejně jako u klasického zpracování půdy je

zapotřebí rovnoměrně rozptýlit a zapravit chrást do půdy. Výsledky pokusů ukázaly, že je vhodnější provést mělký zapravení chrástu do půdy (na 0,12–0,15 m). S rostoucí hloubkou zapravení chrástu se zvyšuje množství uvolňovaného dusíku v pozdějších fázích vegetace, což má negativní vliv na výnos zrna a jeho sladařskou kvalitu (Míša a Onderka, 1998; Zimolka, 1998; Zimolka et al., 2006).

Jarní ječmen je v rámci osevního sledu často zařazován po kukuřici. Minimalizační zpracování půdy je možné bez většího omezení realizovat po kukuřici na siláž, kdy na pozemku zůstává menší množství posklizňových zbytků. Naopak po kukuřici pěstované na zrno nejsou tyto technologie tak vhodné, neboť na pozemku zůstává větší množství posklizňových zbytků, které mohou negativně ovlivnit následné založení porostu jarního ječmene, počáteční růst i rozvoj houbových chorob (Zimolka et al., 2006; Procházková et al., 2011; Míša, 2014).

Vhodné je využití minimalizačních technologií zpracování půdy při pěstování jarního ječmene po bramborách. V tomto případě je běžná orba nahrazena mělkým zpracováním půdy.

Kvalita předseťové přípravy a následného setí zásadním způsobem ovlivňuje základní prvky struktury porostu, tj. určuje budoucí podmínky pro tvorbu výnosu zrna a jeho kvalitu. Jarní příprava musí zabezpečit provzdušnění ornice a vytvoření vhodného seťového lůžka. Předseťová příprava má vytvořit předpoklady pro udržení dobrého strukturního stavu po celou dobu vegetace. Každý předčasný nebo opožděný zásah porušující strukturu zamazáním nebo proschnutím půdy se nepříznivě odrazí na výnosu zrna i sladovnické kvalitě (Zimolka et al., 2006).

4 MATERIÁL A METODIKA

Sledování vlivu různé intenzity zpracování půdy na výnosy a kvalitu zrna sladovnického ječmene bylo prováděno v dlouhodobém stacionárním polním pokusu vedeném v letech 1990–2014 na pokusné stanici Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. v Ivanovicích na Hané.

4.1 Charakteristika stanoviště

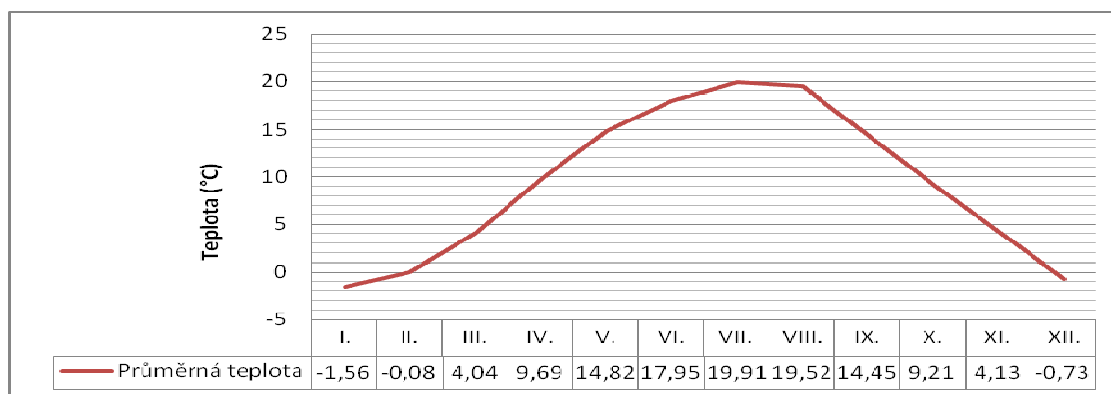
Půdní podmínky

Stanoviště pokusu se nachází v řepařské výrobní oblasti v nadmořské výšce 225 m n. m. Půdní typ je zde degradovaná černozem, půdní druh hlinitá půda. Hloubka humusového horizontu se pohybuje v rozmezí 0,40-0,50 m. Zásobenost půdy živinami (P; K; Ca; Mg) je dobrá, půdní reakce je neutrální a obsah humusu je 2,6 %.

Klimatické a povětrnostní podmínky

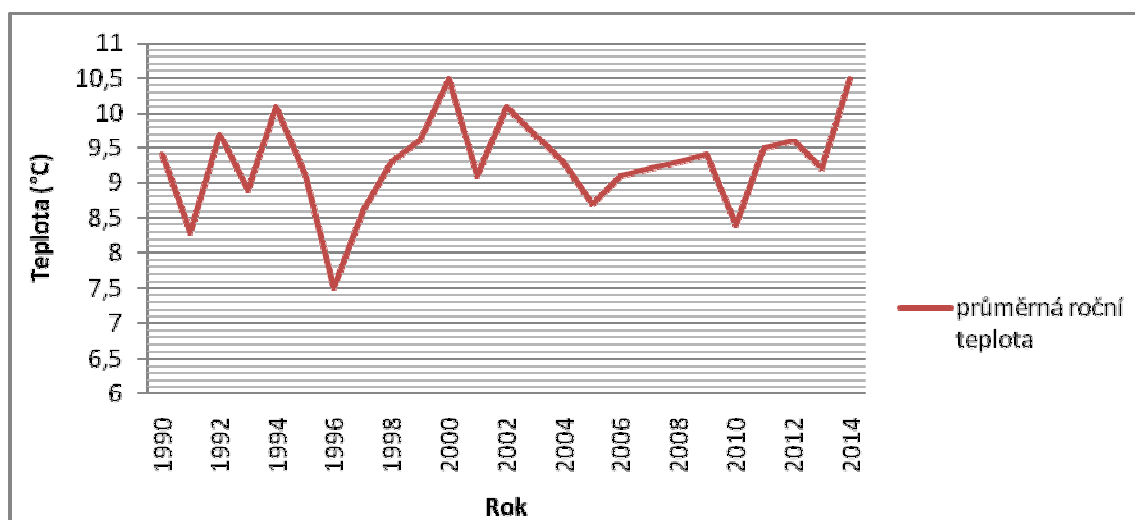
Podle klimatických podmínek patří Ivanovice na Hané do klimatického regionu T2 – teplý, mírně suchý. Údaje o povětrnostních podmínkách v letech vedení pokusu jsou uvedeny v přílohách práce (Příloha I. a Příloha II).

Průměrná roční teplota vzduchu za roky 1990–2014 zde byla 9,3 °C. Nejvyšší průměrné teploty vzduchu jsou dosahovány v červnu, kdy průměrná teplota v období let 1990–2014 byla 19,2 °C. Naopak nejnižší průměrné teploty byly zaznamenány v lednu, prosinci a únoru. Průměrné měsíční teploty za období let 1990–2014 jsou uvedeny v obrázku 5.



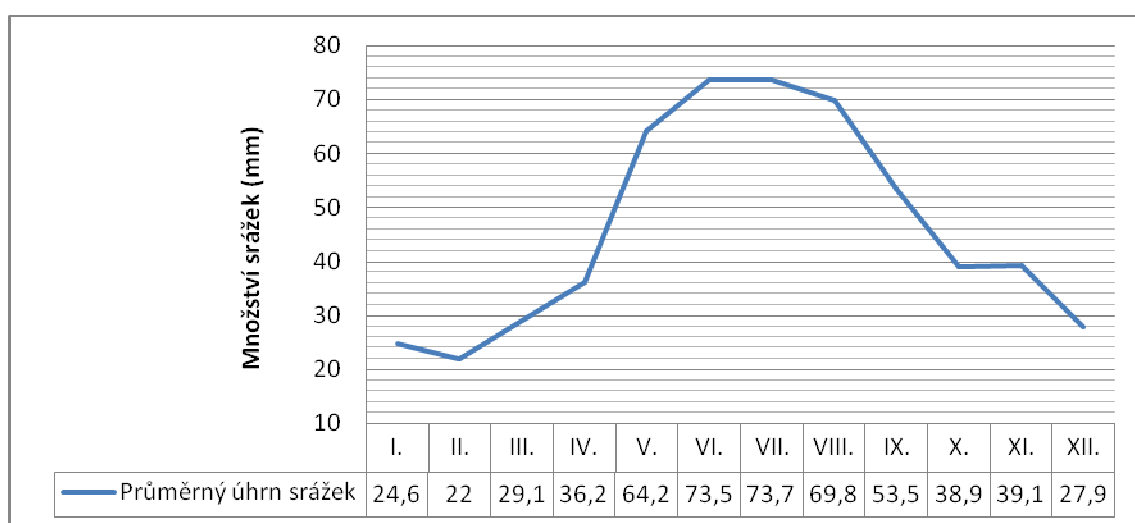
Obr. 5: Průměrné měsíční teploty vzduchu v Ivanovicích na Hané (průměr za období let 1990–2014)

Nejvyšší průměrná teplota vzduchu v průběhu sledování byla naměřena v roce 2000 a 2014 (10,5 °C) a naopak nejnižší teplota byla v roce 1996, hodnota činila 7,5 °C. Průměrné roční teploty vzduchu v Ivanovicích na Hané v letech 1990–2014 jsou uvedeny v obrázku 6.



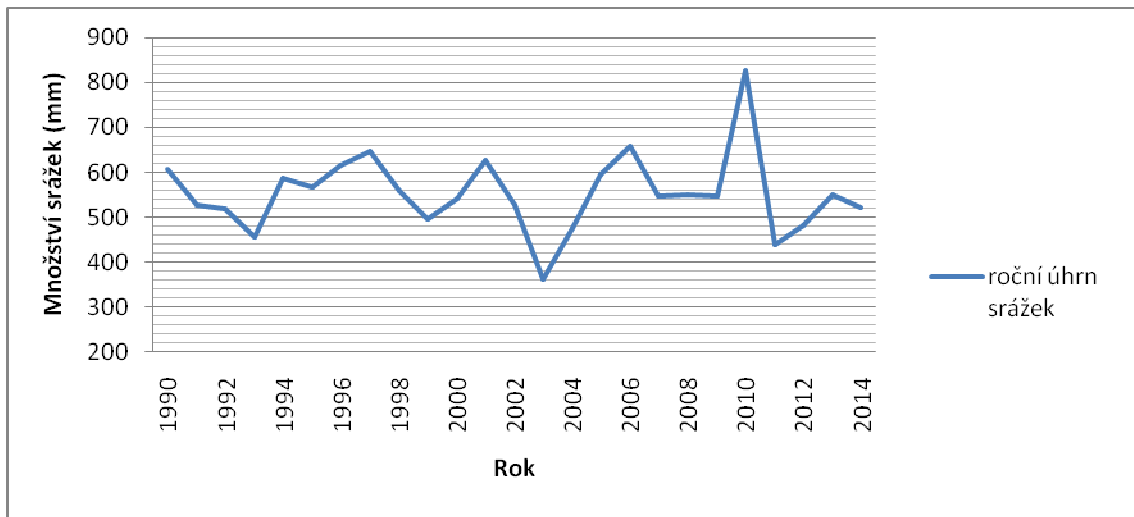
Obr. 6: Průměrné roční teploty vzduchu v Ivanovicích na Hané v letech 1990–2014

Průměrný roční úhrn srážek za roky 1990–2014 zde byl 553 mm. Nejvyšší úhrn srážek byl v dlouhodobém průměru dosahován v červenci (73,7 mm). Nejnižší průměrný úhrn srážek byl zaznamenán v únoru, lednu a dále v prosinci. Úhrny srážek jsou uvedeny v obrázcích 7 a 8.



Obr. 7: Průměrné měsíční úhrny srážek v Ivanovicích na Hané, průměr za období let 1990–2014

Nejvyšší roční úhrn srážek byl zaznamenán v roce 2010 (825,8 mm). Nejvyšší měsíční úhrn srážek byl naměřen v květnu roku 2010 (210,2 mm). Nejnižší úhrn srážek byl v roce 2003 (361,2 mm).



Obr. 8: Roční úhrny srážek v Ivanovicích na Hané v letech 1990–2014

4.2 Varianty pokusu

Zařazení jarního ječmene do osevních sledů

V rámci pokusu s variantními způsoby zpracování půdy byl jarní ječmen pěstován ve třech osevních postupech s různým procentickým zastoupením obilnin (33,3 %; 50,0 % a 66,6 %). Jarní ječmen byl pěstován vždy po cukrovce následující po kukuřici na siláž (K-C-J), ozimé pšenici (P-C-J) a jarním ječmeni (J-C-J).

Tab. 4: Osevní postupy s různým procentickým zastoupením obilnin

Hon č.	33,3 %	50,0 %	66,6 %
1	Vojtěška	Hrách	Ozimá pšenice
2	Vojtěška	Kukuřice na siláž	Hrách
3	Ozimá pšenice	Ozimá pšenice	Ozimá pšenice
4	Kukuřice na siláž	Ozimá pšenice	Jarní ječmen
5	Cukrovka	Cukrovka	Cukrovka
6	Jarní ječmen	Jarní ječmen	Jarní ječmen

Varianty zpracování půdy k jarnímu ječmeni

K jarnímu ječmeni byly uplatněny tyto 4 varianty zpracování půdy:

1. orba na 0,22 m;
2. mělká orba na 0,15 m;
3. přímé setí do nezpracované půdy;
4. mělké zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 m.

Hnojení minerálními hnojivy

Hnojení minerálními hnojivy k jarnímu ječmeni bylo u všech variant zpracování půdy jednotné: N – 40; P – 30; K – 60 kg čistých živin na hektar.

Hnojení k předplodině – cukrovce:

40 t chlévského hnoje na hektar; N – 135; P – 50; K – 125 kg čistých živin na hektar.

Pěstované odrůdy

V průběhu vedení polního pokusu byla prováděna obměna odrůd dle aktuálního sortimentu a v uvedených letech byly zařazeny následující odrůdy:

1990–1996	Rubín
1997	Akcent
1998–2007	Kompakt
2008–2012	Jersey
2012–2014	Bojos

Ochrana proti plevelům, chorobám a škůdcům

Ochrana proti škodlivým činitelům byla prováděna na základě aktuálního stavu porostu dle metodik Státní rostlinolékařské správy.

Založení pokusu

Polní pokus je založen metodou dělených dílců ve čtyřech opakováních s následující velikostí parcel:

- velikost pokusné parcely je 300 m²
- velikost sklizňové parcely je 22 m²

4.3 Stanovení výnosu zrna, přehled prováděných analýz a zhodnocení výsledků

V jednotlivých osevních sledech a u všech variant zpracování půdy byl stanoven výnos zrna a jeho kvalita. Stanovena byla hmotnost tisíce semen (počítač semen), přepad zrna nad sítím 2,5 mm (Steineckerovo prosévadlo) a obsah dusíkatých látek (dle Kjeldahla).

4.3.1 Sklizeň a stanovení výnosu zrna

Sklizeň zrna jarního ječmene z jednotlivých parcel pokusu byla prováděna maloparcelní sklízecí mlátičkou. Sklizené zrna ze sklizené parcely bylo zváženo a byl přepočten výnos na jeden hektar při 14-ti procentní vlhkosti.

4.3.2 Stanovení hmotnosti tisíce zrn

Vzorek pro stanovení hmotnosti tisíce zrn (HTZ) byl odebírán ze sklizeného zrna ze všech parcel. Velikost vzorku představovala asi pětinašobek očekávané HTZ. Podle potřeby se ze vzorku odstranily příměsi a nečistoty. HTZ se zjišťovala počítačem zrn (2 x 500 zrn) nebo ručním odpočítáním (100, 200, 200 a 500 zrn) a zvážením s přesností na 3 desetinná místa.

4.3.3 Stanovení přepadu zrna nad sítím 2,5 mm

Vzorek zrna ječmene se přesype přes dělič vzorků a je naváženo 100,0 g. Navážené množství se nasype na horní (I) síto Steineckerova prosévadla (prosévadlo se třemi síty s podlouhlými zakulacenými otvory o velikosti 2,8 x 22 mm (síto I); 2,5 x 22 mm (síto II) a 2,2 x 22 mm (síto III) a nechá se třepat 5 minut při frekvenci 300-320 kmitů za minutu. Poté se zváží přepad podíl zrna nad sítím I a II s přesností na 0,01 g.

4.3.4 Stanovení obsahu dusíkatých látek dle Kjeldahla

Vzorek pro stanovení obsahu dusíkatých látek byl odebrán ze sklizeného zrna z jednotlivých variant pokusu. Obsah dusíkatých látek byl stanoven metodou dle Kjeldahla (ÚKZÚZ; 2014 a).

4.3.5 Statistické zhodnocení výsledků

Ke statistickému vyhodnocení vlivu sledovaných pokusných faktorů na výnosy a vybrané kvalitativní parametry zrna sladovnického ječmene byla použita vícefaktorová analýza variance s následným testováním významnosti rozdílů mezi jednotlivými variantami s použitím metody intervalů spolehlivosti (konfidenčních intervalů). Hodnocení bylo provedeno na hladině významnosti 0,05 (tj. hladina pravděpodobnosti 95 %) v programu STATISTICA CZ (verze 10).

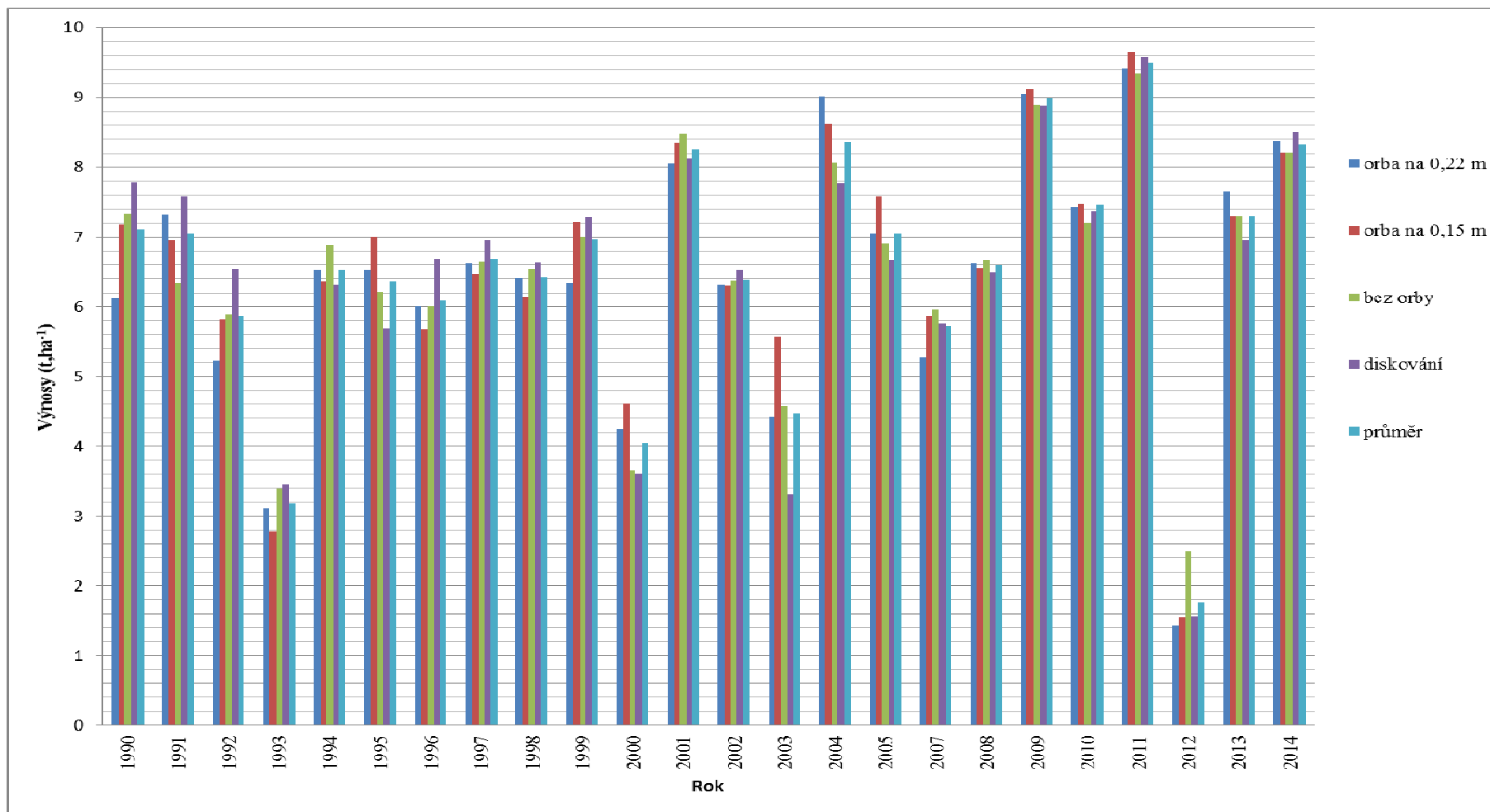
5 VÝSLEDKY

5.1 Vyhodnocení vlivu různého zpracování půdy a zařazení jarního ječmene do osevního sledu na výnos zrna

Výsledky sledování vlivu pokusných faktorů na výnos jarního ječmene za období let 1990–2014 jsou uvedeny v tabulkách 5-8 a obrázcích 9-11. Výsledky z roku 2006 nebyly do hodnocení zahrnuty z důvodu poškození porostů ječmene srážkami v době zrání. Zjištěné výsledky jsou okomentovány v kapitole 5.1.1.

Tab. 5: Výnos zrna jarního ječmene ($t \cdot ha^{-1}$) pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen (K-C-J)

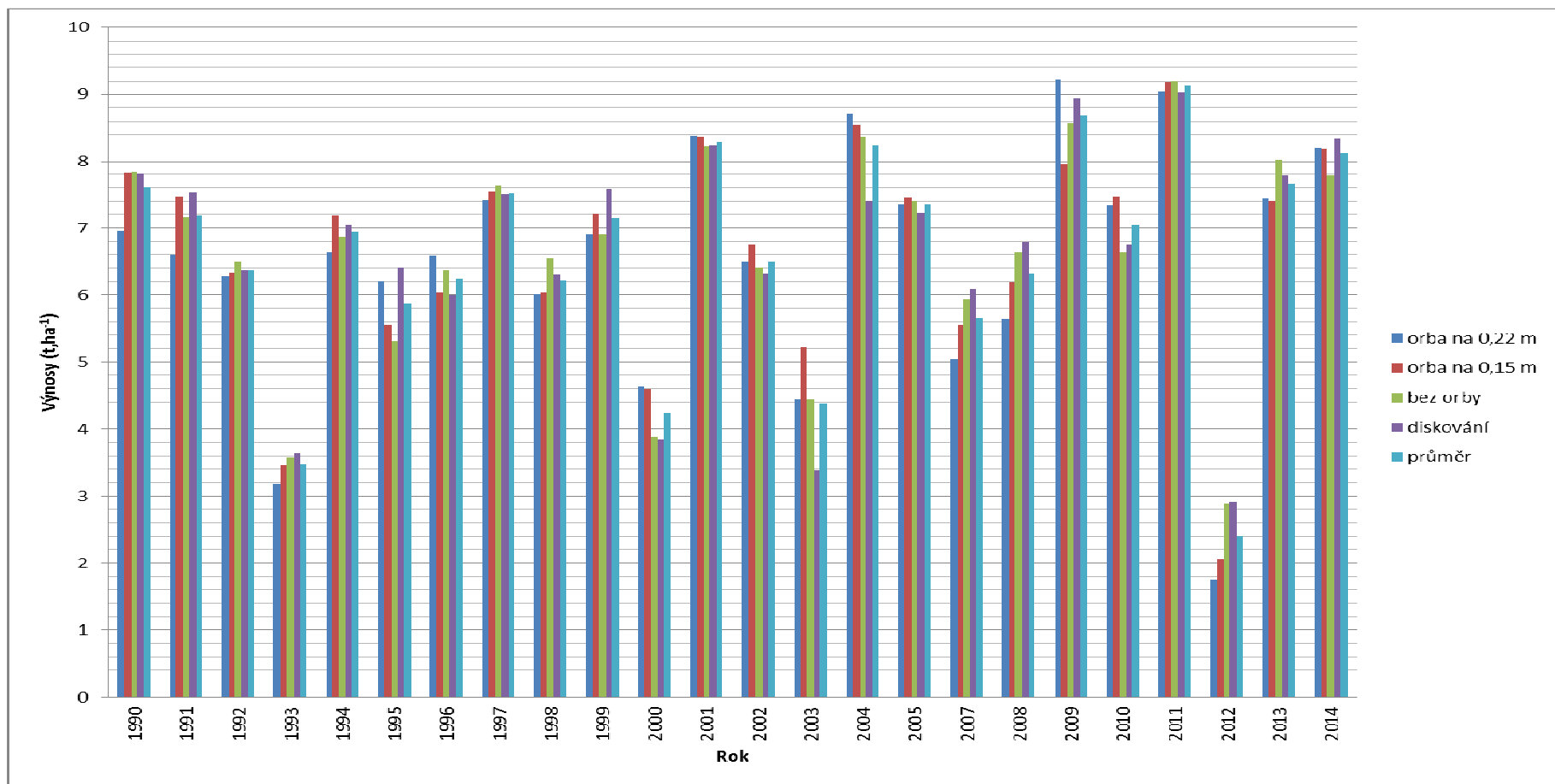
Rok	Varianty zpracování půdy				Průměr
	orba na 0,22 m	orba na 0,15 m	Přímé setí	kypření na 0,10 m	
1990	6,14	7,18	7,33	7,78	7,11
1991	7,32	6,95	6,33	7,58	7,05
1992	5,23	5,82	5,90	6,55	5,88
1993	3,11	2,79	3,40	3,46	3,19
1994	6,54	6,36	6,89	6,31	6,53
1995	6,53	7,00	6,22	5,69	6,36
1996	6,00	5,68	6,00	6,68	6,09
1997	6,62	6,48	6,64	6,95	6,67
1998	6,40	6,15	6,55	6,63	6,43
1999	6,33	7,22	7,00	7,29	6,96
2000	4,26	4,61	3,66	3,61	4,04
2001	8,05	8,34	8,49	8,12	8,25
2002	6,31	6,30	6,37	6,54	6,38
2003	4,43	5,58	4,58	3,31	4,48
2004	9,01	8,61	8,06	7,77	8,36
2005	7,05	7,58	6,91	6,66	7,05
2007	5,26	5,88	5,96	5,76	5,72
2008	6,62	6,56	6,66	6,50	6,59
2009	9,05	9,12	8,90	8,89	8,99
2010	7,43	7,47	7,20	7,37	7,47
2011	9,42	9,65	9,34	9,58	9,50
2012	1,43	1,55	2,50	1,56	1,76
2013	7,65	7,29	7,30	6,94	7,30
2014	8,36	8,21	8,21	8,51	8,32
Průměr	6,44	6,60	6,52	6,50	6,52



Obr. 9: Výnos zrna jarního ječmene pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen (K-C-J)

Tab. 6: Výnos zrna jarního ječmene ($t \cdot ha^{-1}$) pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu ozimá pšenice – cukrovka – jarní ječmen (P-C-J)

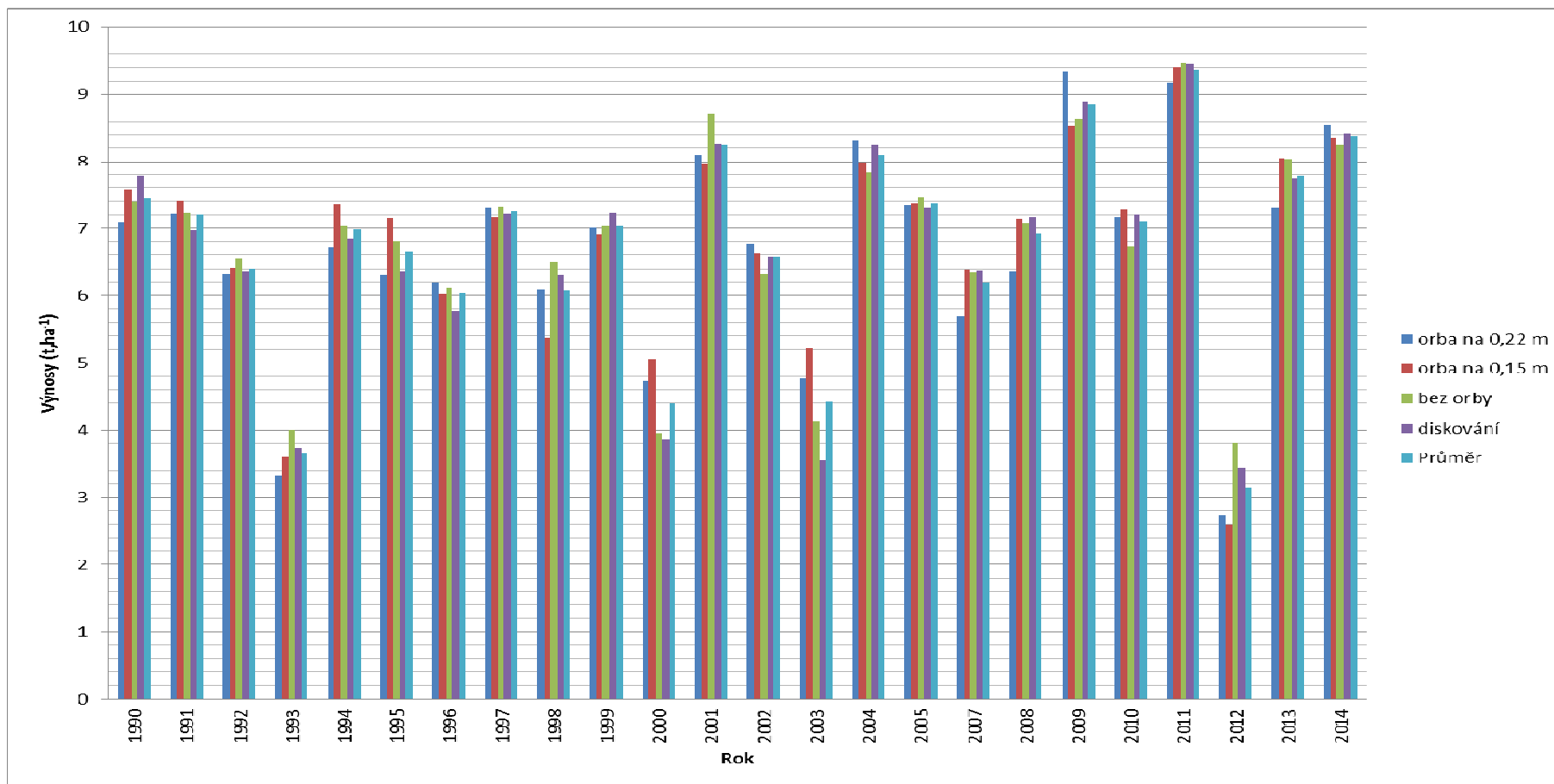
Rok	Varianty zpracování půdy				Průměr
	orba na 0,22 m	orba na 0,15 m	přímé setí	kypření na 0,10 m	
1990	6,95	7,82	7,84	7,81	7,61
1991	6,60	7,47	7,17	7,53	7,19
1992	6,28	6,33	6,51	6,37	6,37
1993	3,17	3,46	3,59	3,65	3,47
1994	6,64	7,19	6,87	7,06	6,94
1995	6,21	5,56	5,32	6,41	5,88
1996	6,59	6,05	6,37	6,00	6,25
1997	7,42	7,54	7,64	7,50	7,52
1998	6,01	6,03	6,55	6,31	6,22
1999	6,91	7,21	6,91	7,58	7,15
2000	4,63	4,60	3,88	3,84	4,24
2001	8,38	8,37	8,22	8,25	8,3
2002	6,51	6,75	6,41	6,32	6,5
2003	4,45	5,22	4,45	3,39	4,38
2004	8,71	8,54	8,36	7,41	8,25
2005	7,36	7,46	7,41	7,22	7,36
2007	5,05	5,55	5,94	6,09	5,66
2008	5,64	6,2	6,63	6,8	6,32
2009	9,22	7,97	8,58	8,94	8,68
2010	7,35	7,47	6,64	6,76	7,06
2011	9,04	9,19	9,20	9,02	9,11
2012	1,76	2,07	2,89	2,92	2,41
2013	7,45	7,42	8,03	7,79	7,67
2014	8,18	8,18	7,79	8,34	8,12
Průměr	6,52	6,65	6,63	6,64	6,61



Obr. 10: Výnos zrna jarního ječmene pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu ozimá pšenice – cukrovka – jarní ječmen (P-C-J)

Tab. 7: Výnos zrna jarního ječmene ($t \cdot ha^{-1}$) pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen (J-C-J)

Rok	Varianty zpracování půdy				Průměr
	orba na 0,22 m	orba na 0,15 m	přímé setí	kypření na 0,10 m	
1990	7,09	7,58	7,4	7,79	7,46
1991	7,22	7,41	7,24	6,98	7,21
1992	6,32	6,42	6,55	6,35	6,41
1993	3,33	3,6	4,01	3,74	3,67
1994	6,73	7,36	7,05	6,85	6,99
1995	6,31	7,15	6,81	6,35	6,66
1996	6,20	6,02	6,13	5,78	6,03
1997	7,31	7,18	7,33	7,22	7,26
1998	6,10	5,38	6,50	6,30	6,07
1999	7,01	6,92	7,05	7,23	7,05
2000	4,73	5,06	3,96	3,86	4,40
2001	8,09	7,96	8,71	8,27	8,26
2002	6,77	6,63	6,32	6,57	6,57
2003	4,77	5,22	4,13	3,55	4,42
2004	8,32	7,99	7,83	8,24	8,09
2005	7,35	7,38	7,47	7,30	7,38
2007	5,69	6,40	6,34	6,38	6,20
2008	6,35	7,14	7,08	7,17	6,93
2009	9,33	8,53	8,63	8,90	8,85
2010	7,17	7,28	6,74	7,21	7,10
2011	9,17	9,40	9,47	9,44	9,37
2012	2,74	2,59	3,81	3,44	3,15
2013	7,30	8,04	8,03	7,76	7,78
2014	8,54	8,35	8,23	8,41	8,38
Průměr	6,66	6,79	6,78	6,71	6,74

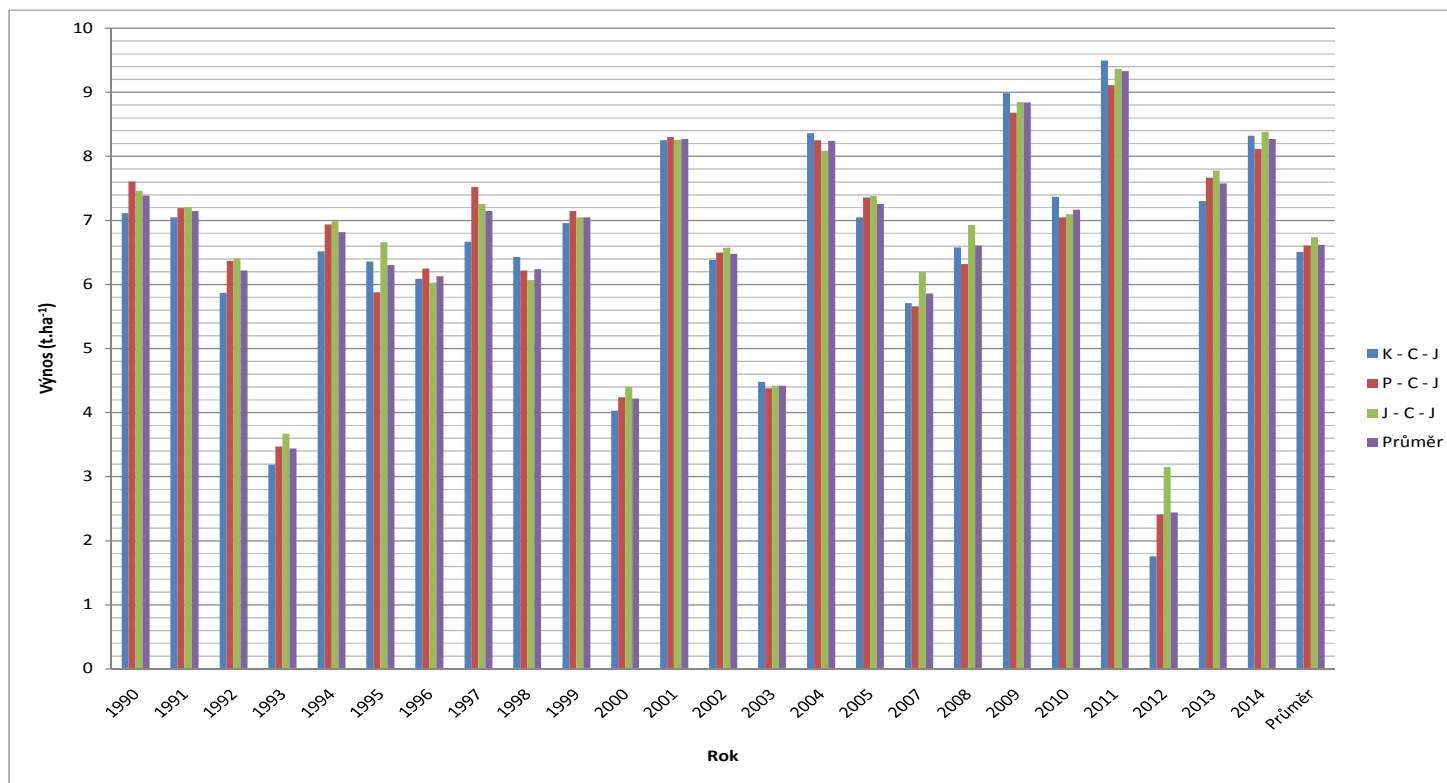


Obr. 11: Výnos zrna jarního ječmene pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen (J-C-J)

Tab. 8: Průměrný výnos zrna jarního ječmene ($t \cdot ha^{-1}$) pěstovaného v letech 1990–2014 v jednotlivých osevních sledech

Rok	Osevní sled			
	K - C - J	P - C - J	J - C - J	Průměr
1990	7,11	7,61	7,46	7,39
1991	7,05	7,19	7,21	7,15
1992	5,87	6,37	6,41	6,22
1993	3,19	3,47	3,67	3,44
1994	6,52	6,94	6,99	6,82
1995	6,36	5,88	6,66	6,30
1996	6,09	6,25	6,03	6,13
1997	6,67	7,52	7,26	7,15
1998	6,43	6,22	6,07	6,24
1999	6,96	7,15	7,05	7,05
2000	4,03	4,24	4,40	4,22
2001	8,25	8,30	8,26	8,27
2002	6,38	6,50	6,57	6,48
2003	4,48	4,38	4,42	4,42
2004	8,36	8,25	8,09	8,24
2005	7,05	7,36	7,38	7,26
2007	5,71	5,66	6,20	5,86
2008	6,58	6,32	6,93	6,61
2009	8,99	8,68	8,85	8,84
2010	7,37	7,05	7,10	7,17
2011	9,50	9,11	9,37	9,33
2012	1,76	2,41	3,15	2,44
2013	7,30	7,67	7,78	7,58
2014	8,32	8,12	8,38	8,27
Průměr	6,51	6,61	6,74	6,62

Pozn.: K – kukuřice; C – cukrovka; J – ječmen; P – pšenice



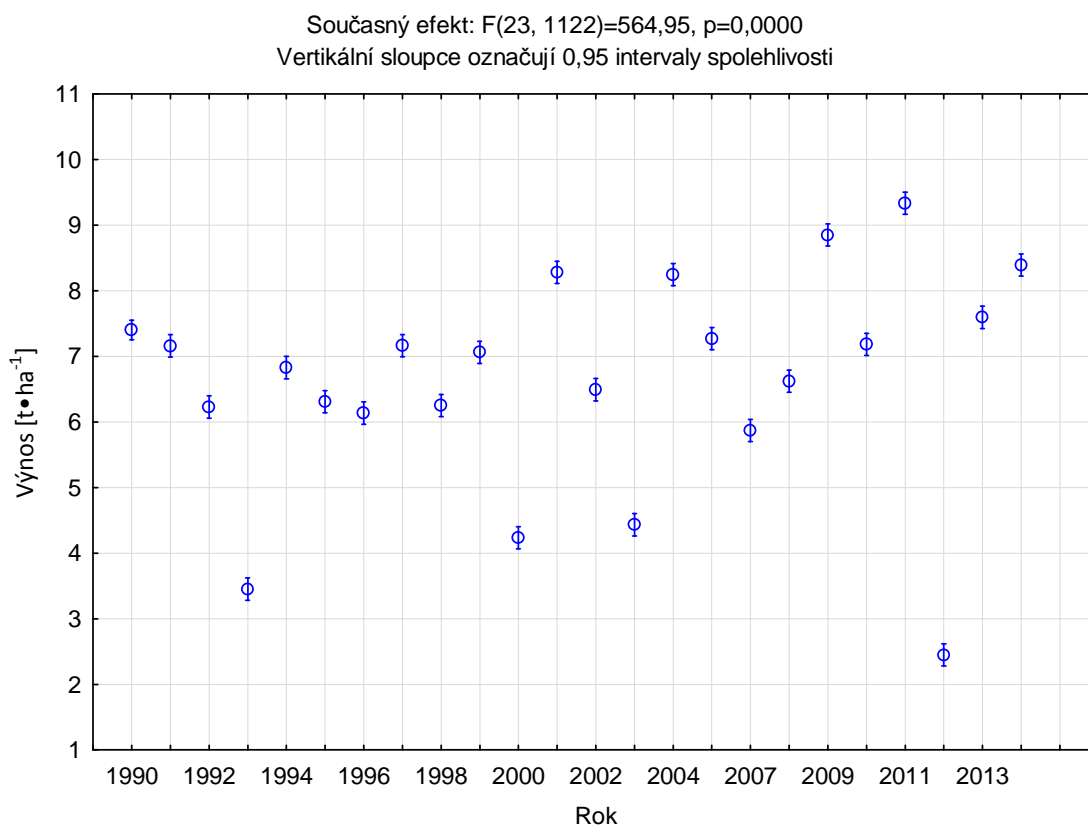
Obr. 12: Průměrný výnos zrna zrna jarního ječmene pěstovaného v letech 1990–2014 v jednotlivých osevních sledech

5.1.1 Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na výnos zrna jarního ječmene

Výsledky sledování vlivu pokusných faktorů na výnos zrna jarního ječmene byly statisticky vyhodnoceny analýzou variance s pravděpodobností $\geq 95\%$ a jsou uvedeny v tabulce 9 a obrázcích 13-17.

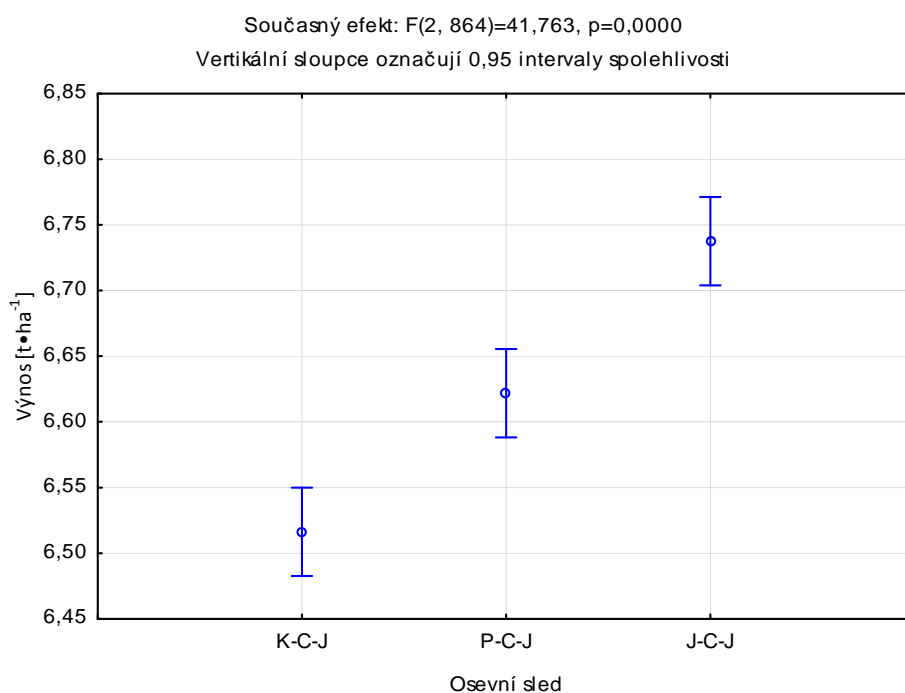
Tab. 9: Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na výnos zrna jarního ječmene

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupeň volnosti	Průměrný čtverec	F-hodnota	Hladina významnosti
Abs. člen	50565,60	1	50565,60	448420,7	0,0000
Rok	3029,80	23	131,73	1168,2	0,0000
Osevní sled	9,42	2	4,71	41,8	0,0000
Zpracování půdy	2,93	3	0,98	8,7	0,0001
Rok × Osevní sled	42,07	46	0,91	8,1	0,0000
Rok × Zpracování půdy	80,84	69	1,17	10,4	0,0000
Osevní sled × Zpracování půdy	0,36	6	0,06	0,5	0,7854
Rok × Osevní sled × Zpracování půdy	40,70	138	0,29	2,6	0,0000
Chyba	97,43	864	0,11		



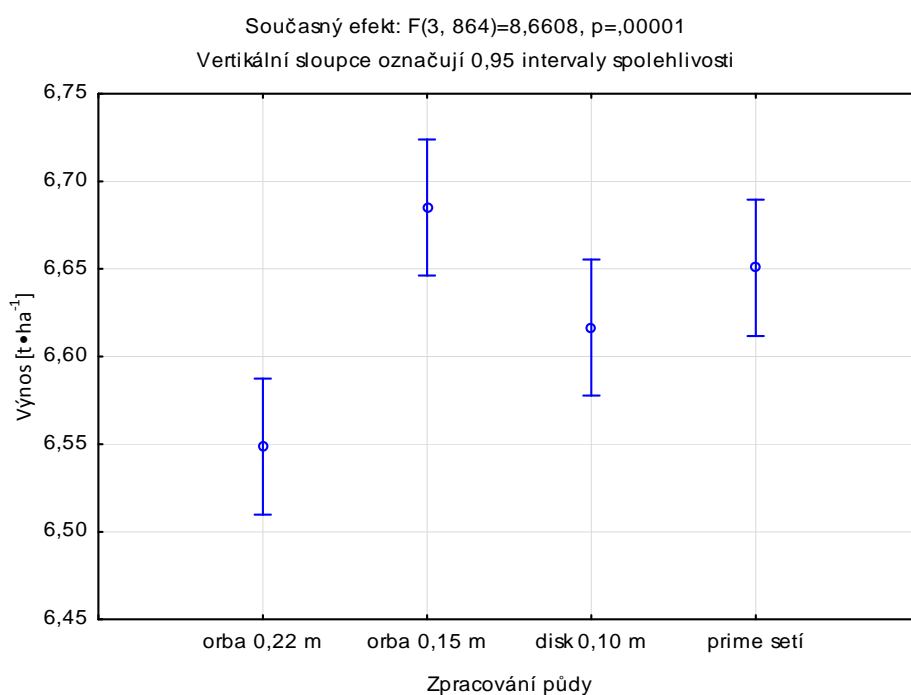
Obr. 13: Statistické vyhodnocení vlivu ročníku na výnos zrna jarního ječmene

Vliv ročníku na výnos zrna jarního ječmene byl statisticky významný. Nejvyšší průměrný výnos byl v rámci celého souboru pokusu dosažen v roce 2011. V daném roce byly dobré vláhové podmínky (příznivé rozdělení srážek) v době vegetace. Nejnižší průměrný výnos byl zaznamenán v roce 2012. Nedostatek srážek v podzimním období předchozího roku a dlouhé suché jarní období v počátku vegetace měly celkově negativní vliv na vláhové zabezpečení jarního ječmene v roce 2012.



Obr. 14: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu na výnos zrna jarního ječmene

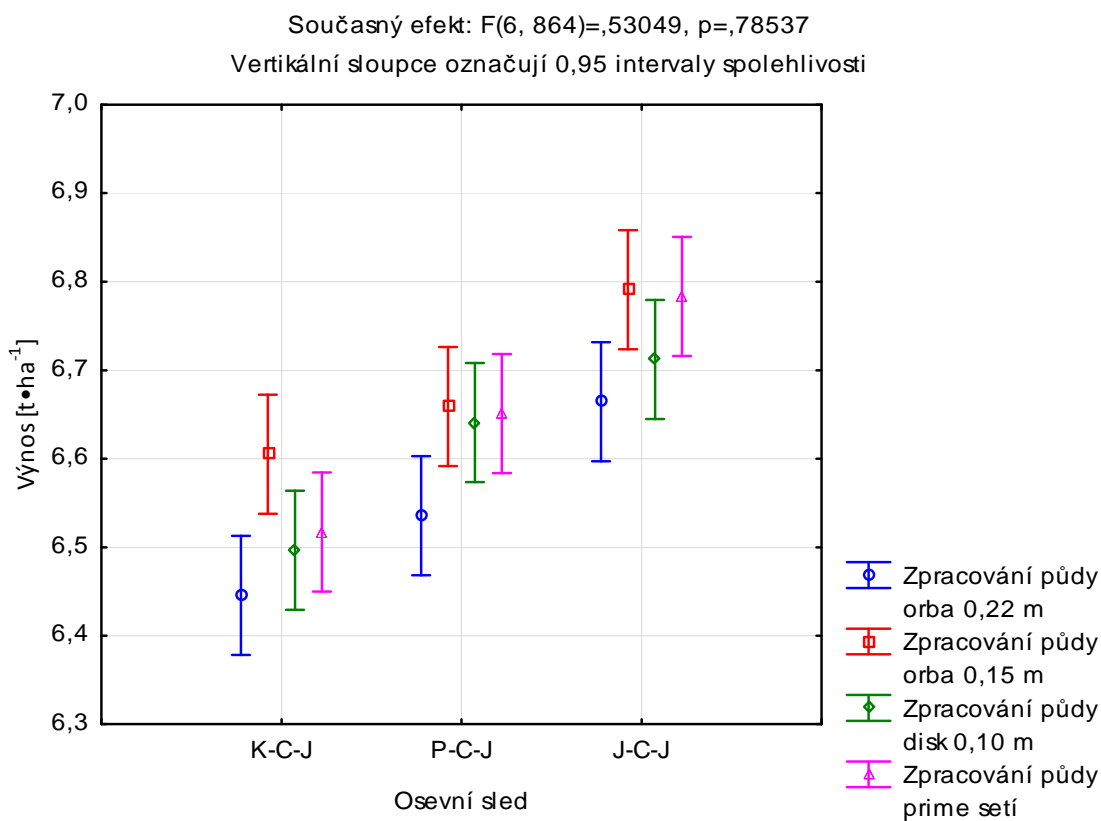
Vliv zařazení jarního ječmene do osevního sledu na výnos byl statisticky významný. Nejnižší výnos byl dosažen v osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen, kdy po sobě následovaly dvě na vodu náročné plodiny. Nejvyšší průměrný výnos byl v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen.



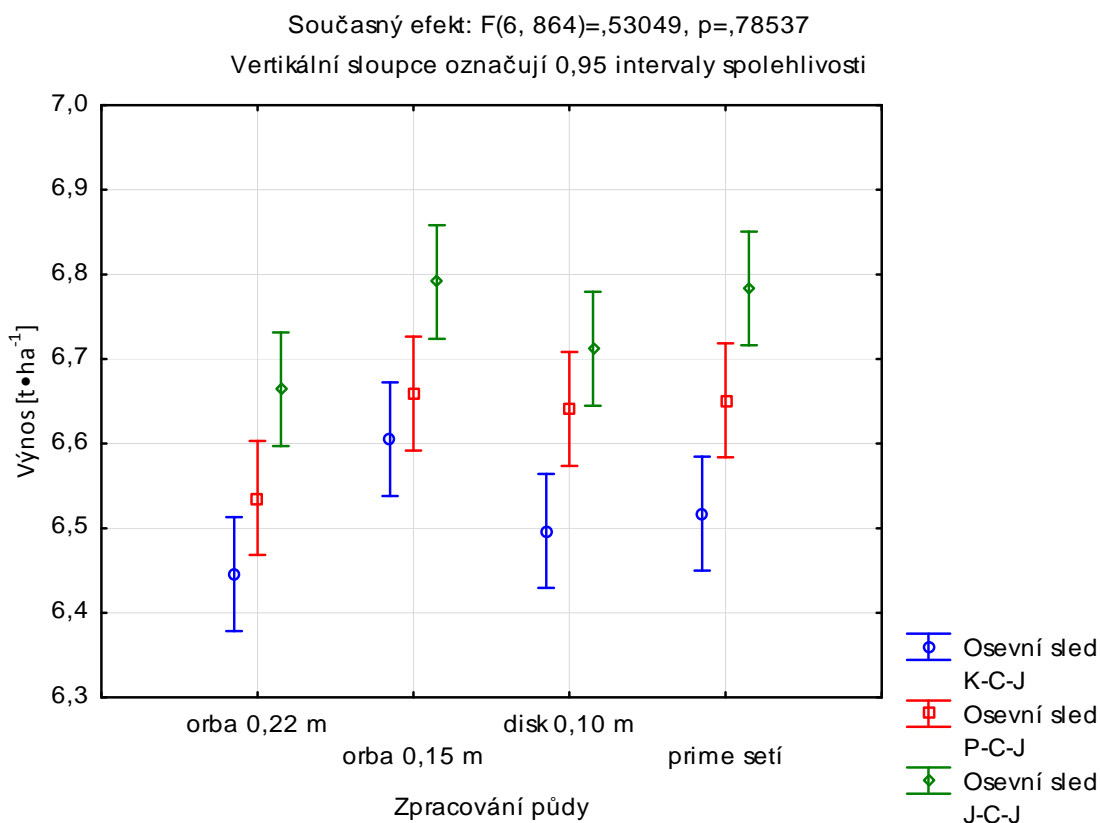
Obr. 15: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na výnos zrna jarního ječmene

Vliv různé intenzity zpracování půdy na výnos jarního ječmene byl statisticky významný. Nejvyšší průměrný výnos byl dosažen na variantě s orbou na 0,15 m a dále na variantě s přímým setím do nepracované půdy. Mírně nižší výnos byl na variantě zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 m. Nejnižší průměrný výnos byl dosažen na variantě s nejhlubším zpracováním půdy orbou na 0,22 m. Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán mezi variantami zpracování půdy orbou na 0,22 m a orbou na 0,15 m.

Na obrázcích interakcí je uveden vliv kombinace zařazení jarního ječmene do osevního sledu a zpracování půdy na výnos zrna.



Obr. 16: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu a způsobu zpracování půdy na výnos zrna jarního ječmene



Obr. 17: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na výnos jarního ječmen ve třech osevních sledech

Ve všech třech osevních sledech byl dosažen nejnižší průměrný výnos na variantě zpracování půdy orbou na 0,22 m a nejvyšší na variantě s orbou na 0,15 m

V prvním osevním sledu kukuřice na siláž - cukrovka - jarní ječmen byl nejvyšší průměrný výnos dosažen na variantě zpracování půdy orbou na 0,15 m (6,60 t·ha⁻¹). Druhý nejvyšší výnos byl na variantě s přímým setím do nezpracované půdy (6,52 t·ha⁻¹). Dále následovalo zpracování půdy kypřením na hloubku 0,10 m (6,50 t·ha⁻¹). Nejnižší průměrný výnos byl dosažen na variantě s orbou na 0,22 m (6,44 t·ha⁻¹).

V druhém osevním sledu ozimá pšenice - cukrovka - jarní ječmen byl nejvyšší průměrný výnos zrna dosažen na variantě zpracování půdy orbou na 0,15 m (6,65 t·ha⁻¹), následuje kypření na 0,10 m (6,64 t·ha⁻¹) a přímé setí do nezpracované půdy (6,63 t·ha⁻¹). Nejnižší výnos byl dosažen na variantě zpracování půdy orbou na 0,22 m (6,52 t·ha⁻¹).

V rámci třetího osevního sledu – jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen byl nejvyšší průměrný výnos dosažen na variantě zpracování půdy orbou na 0,15 m ($6,79 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), nepatrně nižší výnos byl dosažen na variantě s přímým setím do nezpracované půdy ($6,78 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Nižší průměrný výnos byl zaznamenán po zpracování půdy kypřením na 0,10 m ($6,71 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Nejnižší výnos ($6,66 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) byl na variantě s orbou na 0,22 m.

5.2 Vyhodnocení vlivu různého zpracování půdy a zařazení do osevního sledu na výnosové prvky a kvalitativní parametry jarního ječmene

Vliv různé intenzity zpracování půdy a zařazení jarního ječmene do osevního sledu na kvalitativní parametry jarního ječmene byl sledován v letech 2004 až 2014. Rok 2006 nebyl hodnocen z důvodu poškození porostu vodou a v roce 2008 nebyly finanční prostředky na provedení rozborů obsahu dusíkatých látek. Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách 10-12.

Tab. 10: Výnosové prvky a kvalitativní parametry jarního ječmene v letech 2004–2014 v osevním sledu kukuřice – cukrovka – jarní ječmen

Rok	Zpracování půdy	Počet klasů ($\text{ks}\cdot\text{m}^{-2}$)	Počet zrn v klase	HTZ (g)	Podíl předního zrna nad sítím 2,5 mm (%)	Obsah dusíkatých látek (%)
2004	orba na 0,22 m	816	21	45,1	95,6	11,3
	orba na 0,15 m	832	19	45,4	94,4	9,2
	přímé setí do nezprac. půdy	844	24	44,1	93,2	9,8
	mělké kypření na 0,10 m	824	20	44,5	93,0	11,1
2005	orba na 0,22 m	1004	19	45,0	95,1	11,7
	orba na 0,15 m	1446	20	41,6	96,0	11,5
	přímé setí do nezprac. půdy	1148	20	46,1	96,0	11,7
	mělké kypření na 0,10 m	1304	20	41,5	93,7	11,5
2007	orba na 0,22 m	621	20	42,5	82,1	12,2
	orba na 0,15 m	723	19	42,5	81,8	11,8
	přímé setí do nezprac. Půdy	755	19	41,8	81,8	11,6
	mělké kypření na 0,10 m	744	20	39,2	64,4	10,9

Tab. 10: Pokračování

2008	orba na 0,22 m	828	23	35,3	46,9	-
	orba na 0,15 m	728	24	38,0	58,5	-
	přímé setí do nezprac. půdy	700	20	47,1	88,3	-
	mělké kypření na 0,10 m	629	23	45,4	85,6	-
2009	orba na 0,22 m	850	24	44,7	92,2	10,9
	orba na 0,15 m	901	23	44,5	94,7	10,5
	přímé setí do nezprac. Půdy	838	23	46,0	94,8	10,3
	mělké kypření na 0,10 m	884	23	44,1	92,9	10,7
2010	orba na 0,22 m	970	20	43,8	92,0	10,6
	orba na 0,15 m	900	20	44,9	94,3	10,8
	přímé setí do nezprac. půdy	1026	20	44,2	92,8	10,5
	mělké kypření na 0,10 m	892	20	45,1	95,1	10,6
2011	orba na 0,22 m	960	21	48,8	96,3	10,7
	orba na 0,15 m	976	20	49,2	96,6	11,0
	přímé setí do nezprac. Půdy	926	21	48,9	96,9	9,9
	mělké kypření na 0,10 m	1000	22	47,9	96,6	10,6
2012	orba na 0,22 m	402	11	36,6	66,3	11,7
	orba na 0,15 m	498	12	36,5	66,7	11,6
	přímé setí do nezprac. půdy	604	14	39,2	76,0	10,6
	mělké kypření na 0,10 m	484	11	35,9	65,3	12,3
2013	orba na 0,22 m	892	22	48,8	93,5	11,5
	orba na 0,15 m	882	20	48,0	88,3	12,6
	přímé setí do nezprac. půdy	920	22	42,4	79,0	12,9
	mělké kypření na 0,10 m	914	20	45,5	86,6	12,7
2014	orba na 0,22 m	912	22	43,3	84,7	11,5
	orba na 0,15 m	936	21	45,6	90,7	11,3
	přímé setí do nezprac. půdy	1046	22	47,6	93,7	11,0
	mělké kypření na 0,10 m	984	21	45,4	90,6	11,2
Průměr	orba na 0,22 m	825	20	43,4	84,5	11,4
	orba na 0,15 m	882	20	43,6	86,2	11,1
	přímé setí do nezprac. půdy	881	21	44,7	89,3	10,9
	mělké kypření na 0,10 m	866	20	43,4	86,4	11,3
Průměr		864	20	43,8	86,6	11,2

Tab. 11: Výnosové prvky a kvalitativní parametry jarního ječmene v letech 2004–2014
v osevním sledu ozimá pšenice – cukrovka – jarní ječmen

Rok	Zpracování půdy	Počet klasů (ks.m ⁻²)	Počet zrn v klase	HTZ (g)	Podíl předního zrna nad sítím 2,5 mm (%)	Obsah dusíkatých látek (%)
2004	orba na 0,22 m	836	17	46,5	93,7	11,1
	orba na 0,15 m	888	23	46,1	94,7	10,0
	přímé setí do nezprac. půdy	800	22	46,7	93,7	9,8
	mělké kypření na 0,10 m	792	19	46,1	92,7	10,6
2005	orba na 0,22 m	1144	20	46,2	97,4	12,0
	orba na 0,15 m	1084	19	43,8	98,0	11,4
	přímé setí do nezprac. půdy	1342	20	47,4	97,3	11,6
	mělké kypření na 0,10 m	1086	19	44,9	96,6	11,5
2007	orba na 0,22 m	690	19	38,2	65,8	12,1
	orba na 0,15 m	786	18	39,9	74,4	10,5
	přímé setí do nezprac. Půdy	750	19	41,5	78,3	11,2
	mělké kypření na 0,10 m	932	16	40,2	70,1	11,9
2008	orba na 0,22 m	717	23	35,2	49,4	-
	orba na 0,15 m	696	24	36,8	52,5	-
	přímé setí do nezprac. půdy	622	22	48,0	91,2	-
	mělké kypření na 0,10 m	704	22	44,6	84,0	-
2009	orba na 0,22 m	843	24	46,5	96,1	11,3
	orba na 0,15 m	769	23	45,4	95,8	10,5
	přímé setí do nezprac. Půdy	846	22	45,9	96,2	11,0
	mělké kypření na 0,10 m	868	23	44,5	94,9	11,0
2010	orba na 0,22 m	974	21	44,2	91,2	10,7
	orba na 0,15 m	864	21	45,4	95,2	10,5
	přímé setí do nezprac. půdy	904	20	46,2	96,2	10,3
	mělké kypření na 0,10 m	808	20	46,7	96,5	10,7
2011	orba na 0,22 m	918	21	49,7	97,8	10,2
	orba na 0,15 m	824	21	49,4	97,7	10,3
	přímé setí do nezprac. Půdy	776	21	49,3	97,0	10,3
	mělké kypření na 0,10 m	830	21	49,6	98,0	10,2
2012	orba na 0,22 m	566	11	37,7	73,2	11,0
	orba na 0,15 m	716	12	38,1	75,9	10,5
	přímé setí do nezprac. půdy	818	11	40,5	82,6	10,5
	mělké kypření na 0,10 m	674	12	39,7	78,7	10,4
2013	orba na 0,22 m	968	19	47,0	90,0	12,4
	orba na 0,15 m	948	21	46,9	90,7	12,1

Tab. 11: pokračování

2013	přímé setí do nezprac. půdy	956	22	47,2	91,4	11,6
	mělké kypření na 0,10 m	862	21	47,5	92,6	11,9
2014	orba na 0,22 m	1022	21	44,6	90,7	11,5
	orba na 0,15 m	1048	20	45,9	91,6	11,3
	přímé setí do nezprac. půdy	1104	22	47,4	93,8	11,0
	mělké kypření na 0,10 m	914	21	46,3	93,9	11,2
Průměr	orba na 0,22 m	868	20	43,6	84,5	11,4
	orba na 0,15 m	862	20	43,8	86,7	10,8
	přímé setí do nezprac. půdy	892	20	46,0	91,8	10,8
	mělké kypření na 0,10 m	847	20	45,0	89,8	11,0
Průměr		867	20	44,6	88,2	11,0

Tab. 12: Výnosové prvky a kvalitativní parametry jarního ječmene v letech 2004–2014
v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen

Rok	Zpracování půdy	Počet klasů (ks.m ⁻²)	Počet zrn v klase	HTZ (g)	Podíl předního zrna nad sítím 2,5 mm (%)	Obsah dusíkatých látek (%)
2004	orba na 0,22 m	844	19	44,6	95,6	11,2
	orba na 0,15 m	904	21	45,1	94,4	9,7
	přímé setí do nezprac. půdy	788	21	44,4	93,2	9,6
	mělké kypření na 0,10 m	900	20	45,8	93,0	9,8
2005	orba na 0,22 m	1072	19	47,3	97,2	11,7
	orba na 0,15 m	932	19	46,5	98,2	10,5
	přímé setí do nezprac. půdy	1238	19	47,4	96,3	11,8
	mělké kypření na 0,10 m	1230	19	46,2	97,7	11,3
2007	orba na 0,22 m	873	17	39,8	69,8	11,5
	orba na 0,15 m	815	19	41,7	80,4	11,8
	přímé setí do nezprac. půdy	865	18	40,7	77,6	10,9
	mělké kypření na 0,10 m	877	17	42,5	80,4	10,7
2008	orba na 0,22 m	827	22	34,9	49,1	-
	orba na 0,15 m	879	23	35,5	55,5	-
	přímé setí do nezprac. půdy	715	21	46,7	86,7	-
	mělké kypření na 0,10 m	725	22	45,1	81,2	-

Tab. 12: Pokračování

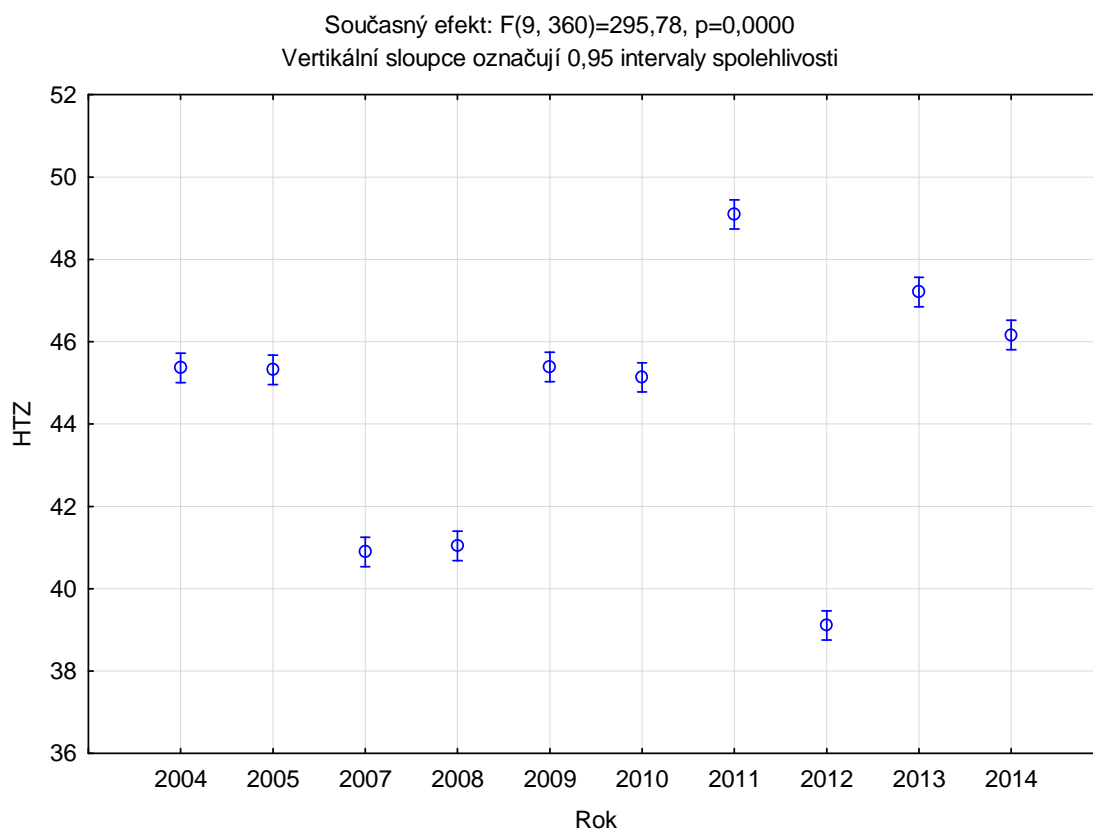
2009	orba na 0,22 m	881	23	45,2	93,6	10,9
	orba na 0,15 m	793	23	46,3	95,9	10,6
	přímé setí do nezprac. půdy	859	22	45,7	95,2	10,3
	mělké kypření na 0,10 m	850	23	45,5	95,3	10,7
2010	orba na 0,22 m	884	21	45,3	93,5	10,7
	orba na 0,15 m	994	21	44,7	93,5	10,6
	přímé setí do nezprac. půdy	968	21	45,7	95,3	10,4
	mělké kypření na 0,10 m	842	21	45,3	95,0	10,5
2011	orba na 0,22 m	792	23	49,1	97,1	10,6
	orba na 0,15 m	804	22	48,4	96,5	10,6
	přímé setí do nezprac. Půdy	882	22	49,4	97,1	10,6
	mělké kypření na 0,10 m	820	21	49,4	97,5	10,6
2012	orba na 0,22 m	758	13	39,8	80,0	10,3
	orba na 0,15 m	714	15	40,0	80,9	10,1
	přímé setí do nezprac. půdy	698	15	42,7	87,2	10,4
	mělké kypření na 0,10 m	762	13	42,6	86,1	9,6
2013	orba na 0,22 m	950	20	46,7	87,8	12,5
	orba na 0,15 m	878	21	49,5	94,6	11,5
	přímé setí do nezprac. půdy	848	22	48,0	93,1	11,9
	mělké kypření na 0,10 m	1014	21	49,1	94,6	11,5
2014	orba na 0,22 m	1006	21	45,3	91,0	11,0
	orba na 0,15 m	928	20	46,9	94,2	10,2
	přímé setí do nezprac. půdy	1016	21	48,5	95,4	10,5
	mělké kypření na 0,10 m	986	21	47,1	95,2	10,2
Průměr	orba na 0,22 m	889	20	43,8	85,5	11,2
	orba na 0,15 m	864	20	44,5	88,4	10,6
	přímé setí do nezprac. půdy	888	20	45,9	91,7	10,7
	mělké kypření na 0,10 m	901	20	45,8	91,6	10,5
Průměr		885	20	45,0	89,3	10,8

5.2.1 Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na hmotnost tisíce zrn (HTZ)

Výsledky sledování vlivu pokusných faktorů na HTZ byly statisticky zhodnoceny analýzou variance s pravděpodobností $\geq 95\%$ a jsou uvedeny v tabulce 13 a obrázcích 18-22.

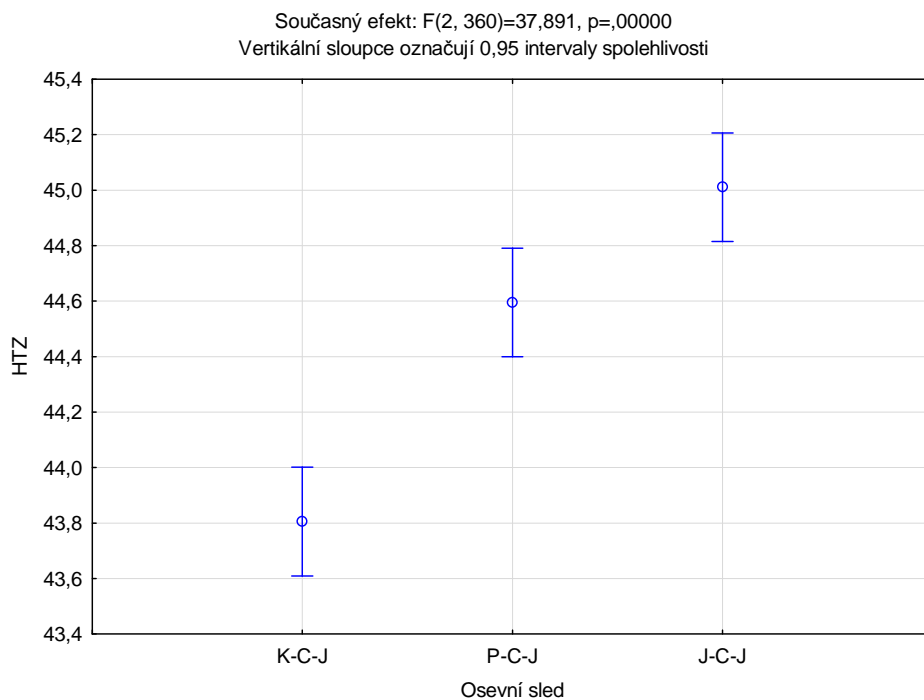
Tab. 13: Statistické vyhodnocení pokusných faktorů na HTZ jarního ječmene

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupeň volnosti	Průměrný čtverec	F-hodnota	Hladina významnosti
Abs. člen	949258,4	1	949258,4	599686,5	0,0000
Rok	4213,7	9	468,2	295,8	0,0000
Osevní sled	120,0	2	60,0	37,9	0,0000
Zpracování půdy	276,6	3	92,2	58,2	0,0000
Rok × Osevní sled	240,2	18	13,3	8,4	0,0000
Rok × Zpracování půdy	59,8	6	10,0	6,3	0,0000
Osevní sled × Zpracování půdy	1283,8	27	47,5	30,0	0,0000
Rok × Osevní sled × Zpracování půdy	173,8	54	3,2	2,0	0,0000
Chyba	569,9	360	1,6		



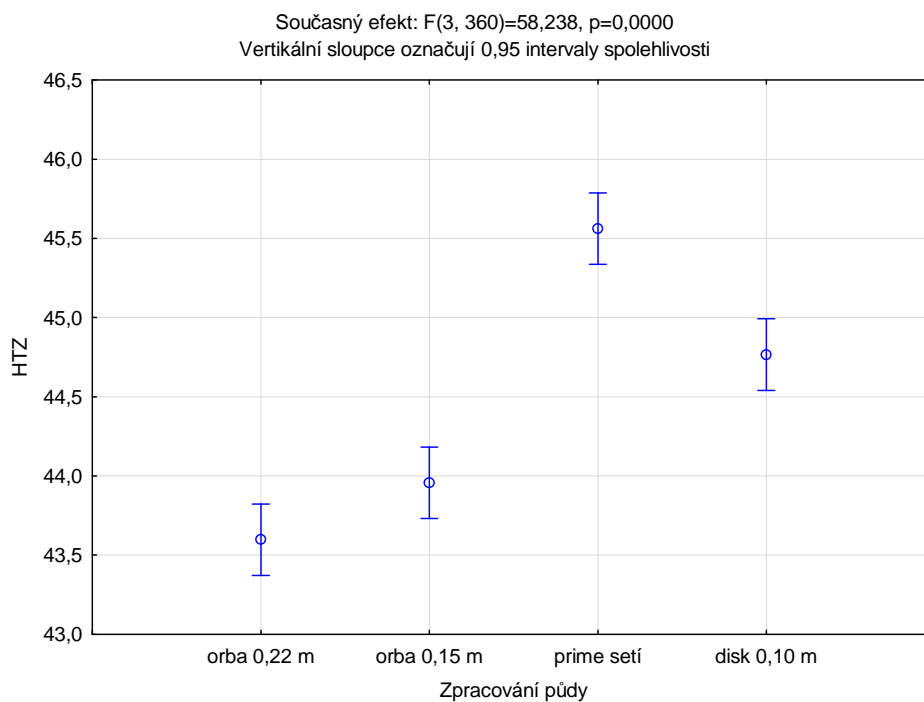
Obr. 18: Statistické vyhodnocení vlivu ročníku na HTZ (g) jarního ječmene

Vliv ročníku na hmotnost tisíce zrn byl statisticky významný. Nejvyšší hmotnost tisíce zrn byla v rámci sledovaného období dosažena v roce 2011 (49 g) v rámci sledovaného období. Naopak nejnižší hmotnost tisíce zrn byla v roce 2012 (39 g). Rok 2012 se vyznačoval dlouhým suchým jarním obdobím, což mělo za následek nízký výnos a tím i nízkou hmotnost tisíce zrn. V roce 2011 byly v době vegetace příznivé vláhové podmínky (příznivé rozdělení srážek), což vedlo k vysokému výnosu a také k vysoké hmotnosti tisíce zrn.



Obr. 19: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu na HTZ (g) jarního ječmene

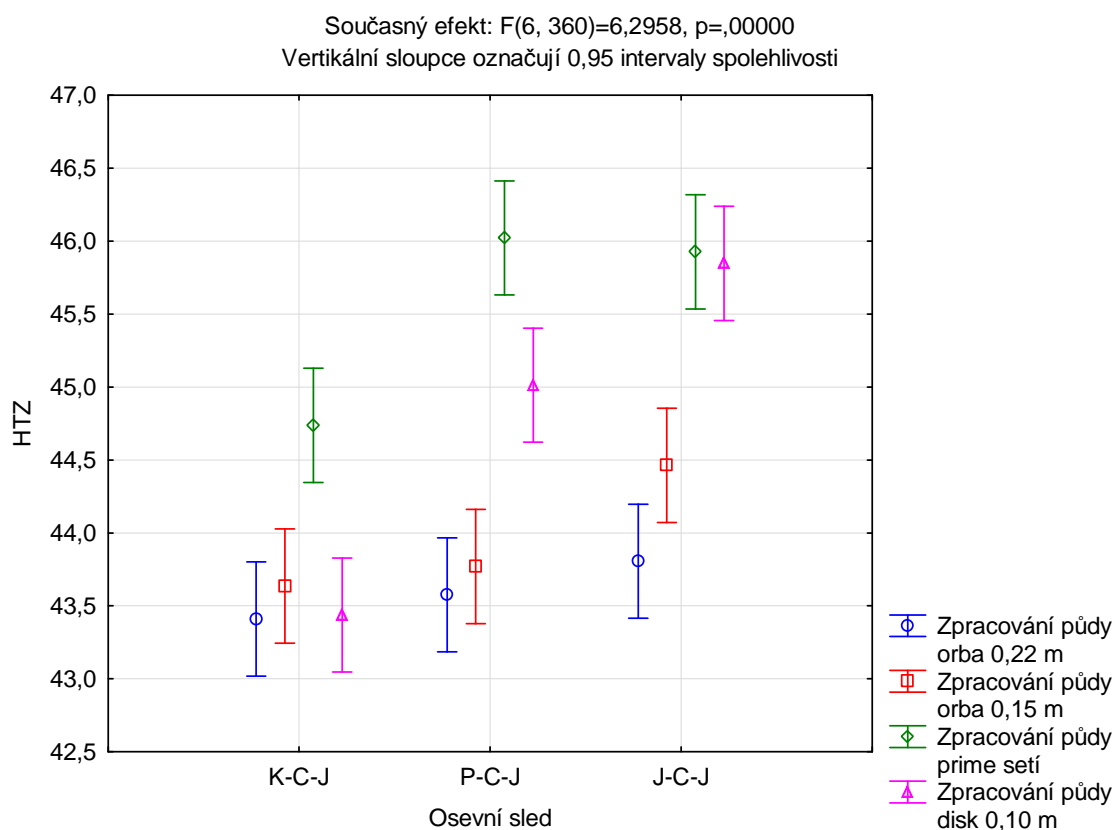
Vliv zařazení jarního ječmene do osevního sledu na hmotnost tisíce zrn byl statisticky významný. Nejnížší hmotnost tisíce zrn byla dosažena v osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen. Nejvyšší hmotnosti tisíce zrn bylo dosaženo v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen.



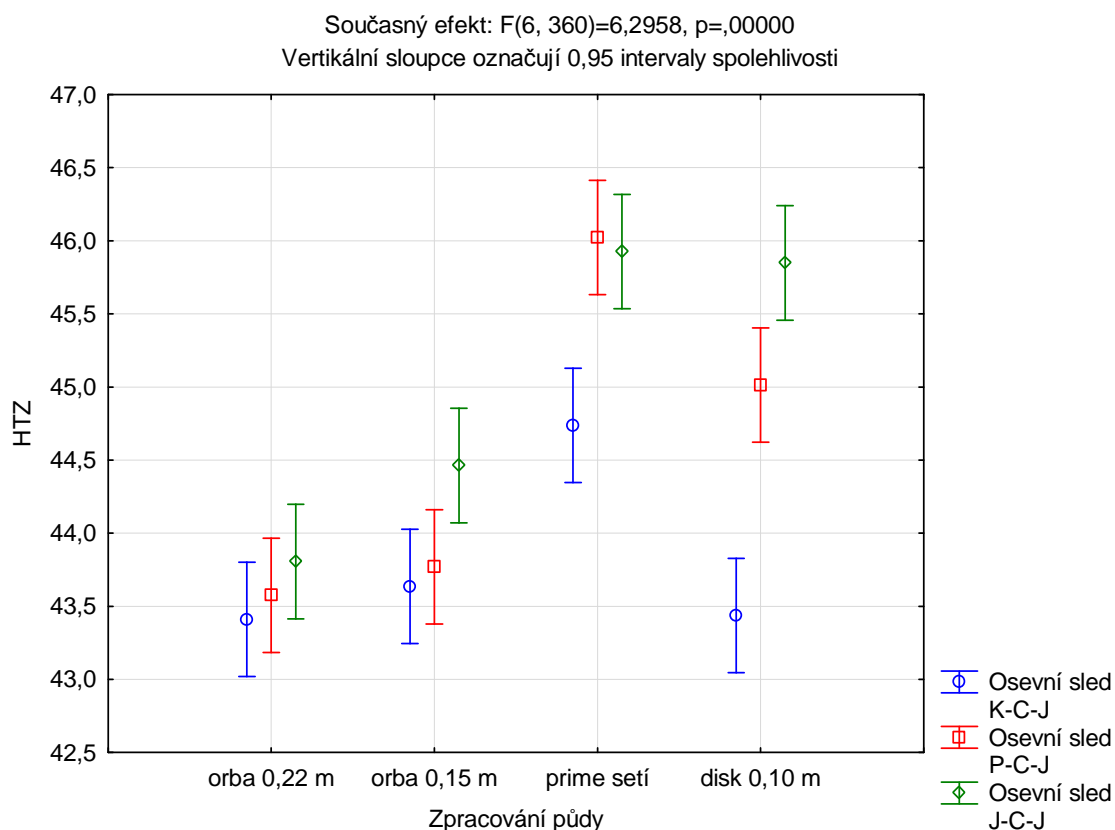
Obr. 20: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na HTZ (g) jarního ječmene

Vliv různého zpracování půdy na hmotnost tisíce zrn byl statisticky významný. V rámci sledovaného období byla dosažena nejvyšší hmotnost tisíce zrn na variantě s přímým setím do nezpracované půdy. Dále následovala varianta zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 m. Nižší hmotnost tisíce zrn byla dosažena na variantách zpracování půdy orbou. Nepárně vyšší hmotnosti tisíce zrn bylo dosaženo na orbě s hloubkou 0,15 m, nejnižší hmotnost tisíce zrn byla na variantě s orbou na 0,22 m. Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán mezi variantami s orbou (orba na 0,15 m a orba na 0,22 m) a variantami s minimalizačními technologiemi (přímé setí do nezpracované půdy a zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 m).

Na obrázcích interakcí je uveden vliv kombinace zařazení jarního ječmene do osevního sledu a zpracování půdy na hmotnost tisíce zrn.



Obr. 21: Statistické vyhodnocení vlivu osevního postupu a intenzity zpracování půdy na HTZ (g) jarního ječmene



Obr. 22: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na HTZ (g) jarního ječmene ve třech osevních sledech

Ve všech třech osevních sledech docházelo se snižující se intenzitou zpracování ke zvyšování hodnot HTZ. V rámci sledovaného období byla nejnižší hodnota hmotnosti tisíce zrn v rámci všech tří osevních postupů na variantě zpracování půdy orbou na 0,22 m. Naopak nejvyšších hodnot bylo dosaženo při setí ječmene do nezpracované půdy.

V osevním sledu kukuřice na siláž - cukrovka – jarní ječmen byla dosažena nejvyšší hmotnost tisíce zrn u varianty 3 – setí do nezpracované půdy. Naopak nejnižší hmotnosti tisíce zrn bylo dosaženo u varianty 1 – zpracování půdy orbou na 0,22 m.

V osevním sledu ozimá pšenice – cukrovka – jarní ječmen byla dosažena nejvyšší hmotnost tisíce zrn u varianty 3 – setí do nezpracované půdy. Naopak nejnižší hmotnost tisíce zrn bylo dosaženo u varianty 1 – zpracování půdy orbou na 0,22 m.

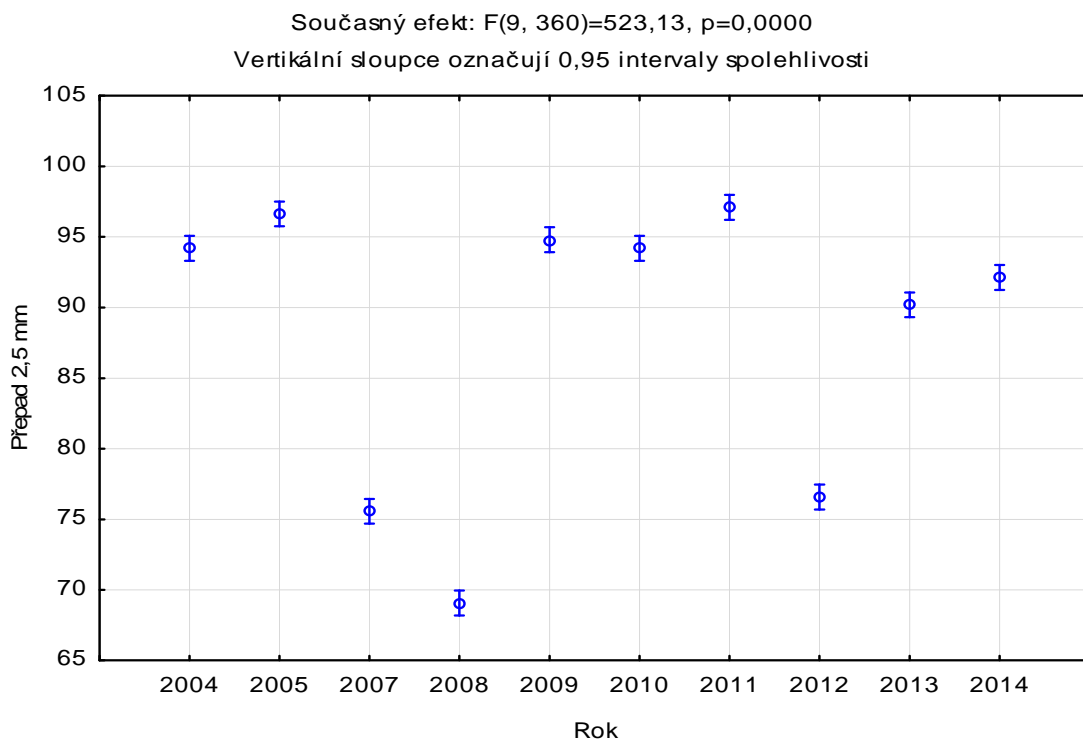
V osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen byla dosažena nejnižší hmotnost tisíce zrn u varianty 1 – zpracování půdy s orbou na 0,22 m. Naopak nejvyšší hodnota hmotnosti tisíce zrn byla na variantě 3 – setí do nezpracované půdy.

5.2.2 Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na podíl předního zrna

Výsledky sledování vlivu pokusných faktorů na podíl předního zrna jarního ječmene byly statisticky vyhodnoceny analýzou variance s pravděpodobností $\geq 95\%$ a jsou uvedeny v tabulce 14 a obrázcích 23-27.

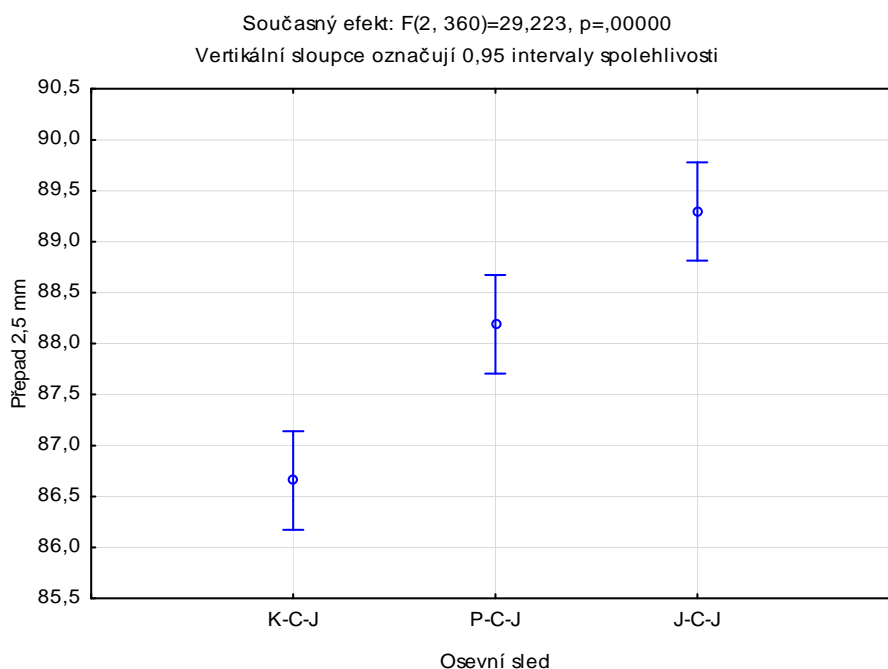
Tab. 14: Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na podíl předního zrna jarního ječmene

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupeň volnosti	Průměrný čtverec	F hodnota	Hladina významnosti
Abs. člen	3721081	1	3721081	386018,1	0,0000
Rok	45385	9	5043	523,1	0,0000
Osevní sled	563	2	282	29,2	0,0000
Zpracování půdy	2605	3	868	90,1	0,0000
Rok × Osevní sled	2085	18	116	12,0	0,0000
Rok × Zpracování půdy	13404	27	496	51,5	0,0000
Osevní sled × Zpracování půdy	250	6	42	4,3	0,0003
Rok × Osevní sled × Zpracování půdy	1604	54	30	3,1	0,0000
Chyba	3470	360	10		



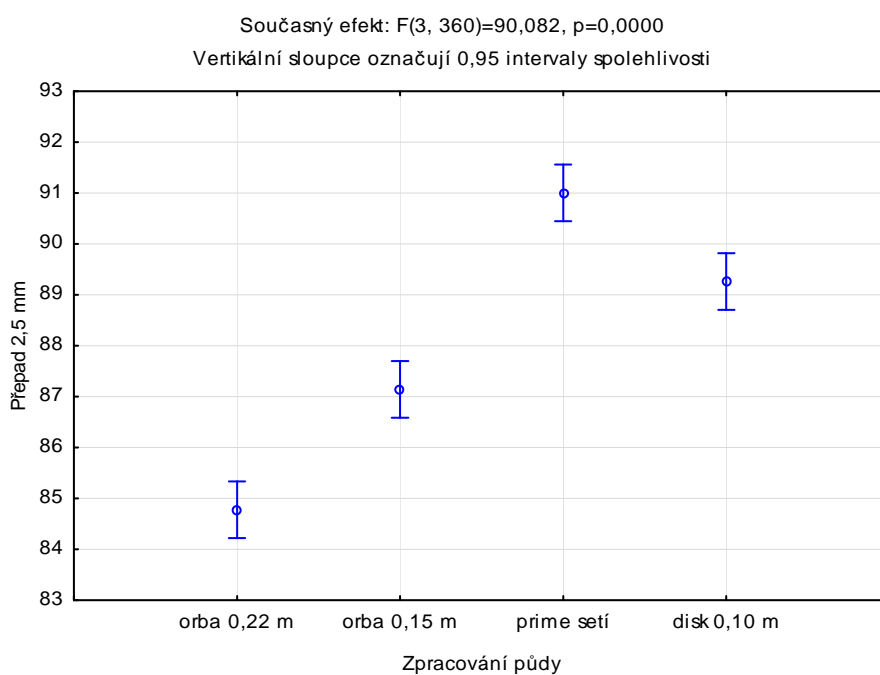
Obr. 23: Statistické vyhodnocení vlivu ročníku na podíl předního zrna jarního ječmene vyjádřeno v %

Vliv ročníku na podíl předního zrna byl statisticky významný. Nejnižší podíl předního zrna byl zaznamenán v roce 2008. Nejvyšší průměrný obsah předního zrna byl zaznamenán v roce 2011. V tomto roce byly dobré vláhové podmínky pro jarní ječmen.



Obr. 24: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu na podíl předního zrna jarního ječmene v (%)

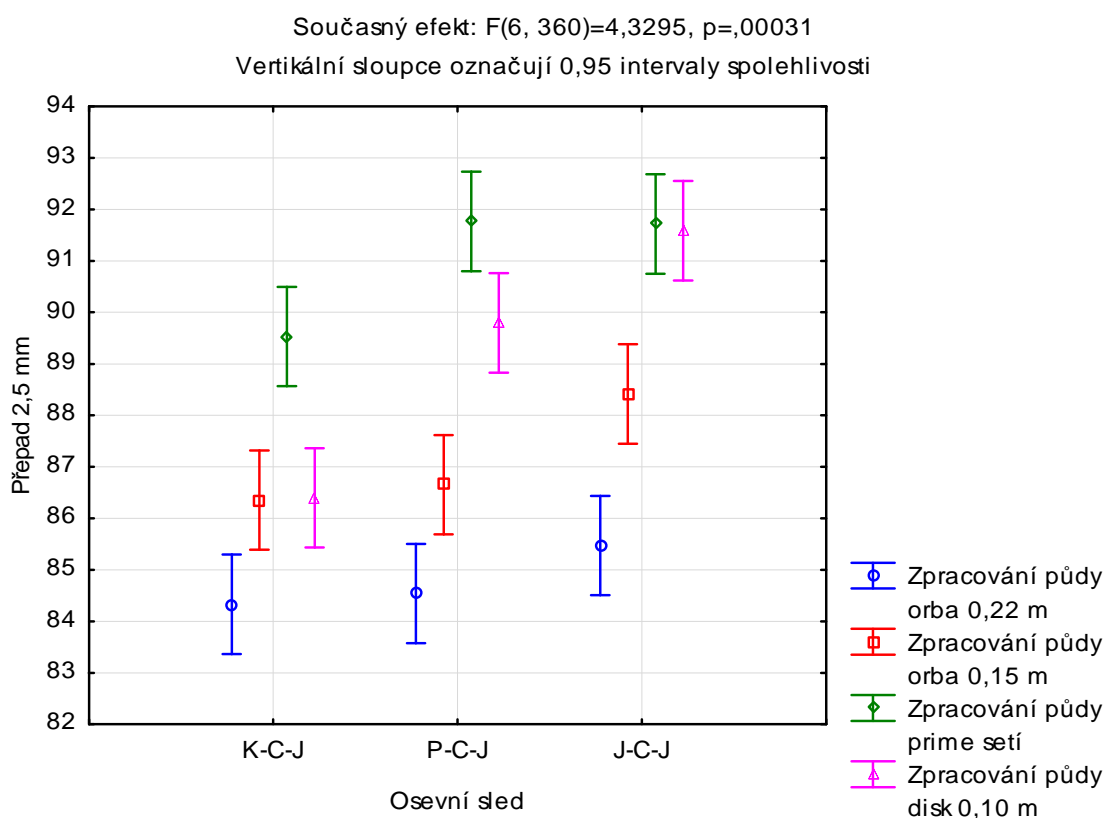
Vliv zařazení jarního ječmene do osevního sledu na podíl předního zrna byl statisticky významný. Nejvyšší podíl předního zrna byl zaznamenán v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen. Naopak nejnižší podíl předního zrna byl v osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen.



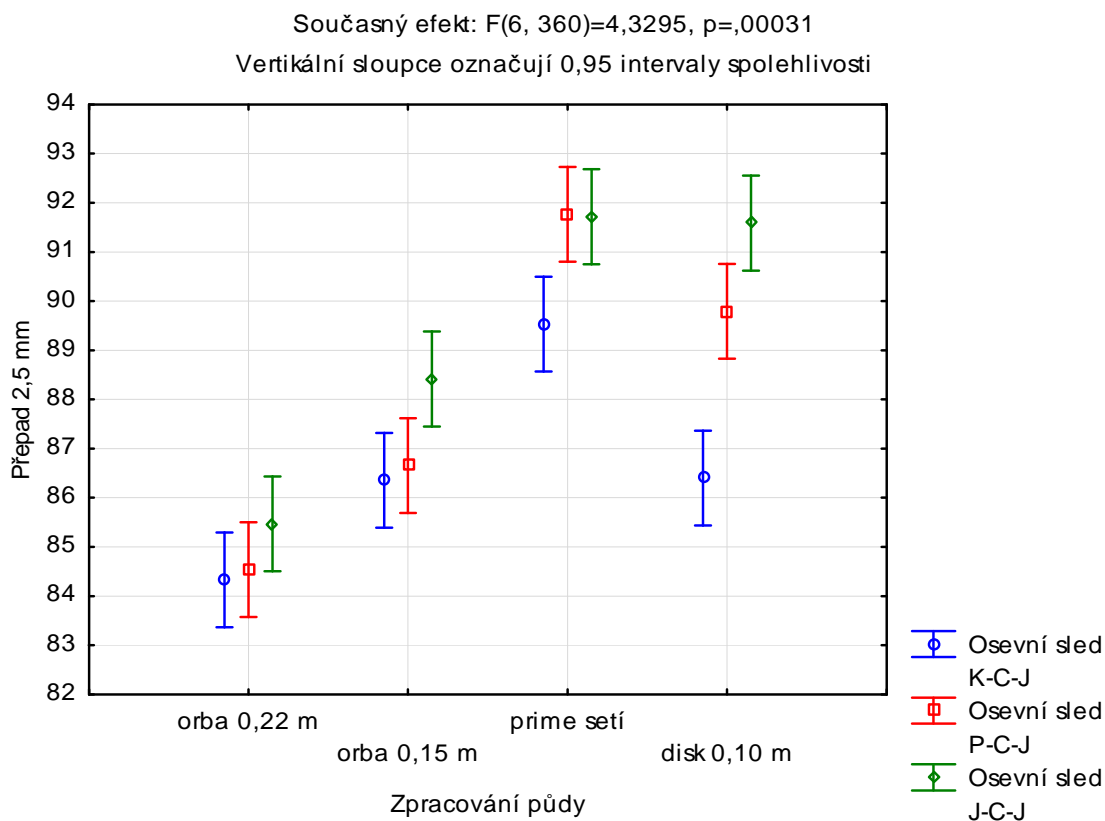
Obr. 25: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na podíl předního zrna jarního ječmene v (%)

Vliv různého zpracování půdy na podíl předního zrna byl statisticky významný. Se snižující se intenzitou zpracování půdy docházelo k významnému snižování hodnot podílu předního zrna. Nejvyšší podíl předního zrna byl zaznamenán na variantě s přímým setím do nezpracované půdy, dále na variantě ze zpracováním půdy talířovým nářadím na 0,10 m. S větším odstupem se snížil podíl předního zrna na variantě s orbou na 0,15 m a nejnižší podíl předního zrna byl zaznamenán na variantě s orbou na 0,22 m.

Na obrázcích interakcí je uveden vliv kombinace zařazení jarního ječmene do osevního sledu a zpracování půdy podíl předního zrna.



Obr. 26: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu a intenzity zpracování půdy na podíl předního zrna jarního ječmene v (%).



Obr. 27: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na podíl předního zrna jarního ječmene v (%) ve třech osevních sledech

Ve všech třech osevních sledech byl zaznamenán nejnižší podíl předního zrna na variantě s orbou na 0,22 m a nejvyšší na variantě s přímým setím do nezpracované půdy.

V osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen byl nejvyšší podíl předního zrna na variantě s přímým setím do nezpracované půdy, dále následovalo zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 m, s malým odstupem následovalo zpracování půdy orbou na 0,15 m. Nejnižší podíl předního zrna byl na variantě s orbou na 0,22 m.

V osevním sledu ozimá pšenice – cukrovka – jarní ječmen byl nejvyšší podíl předního zrna na variantě s přímým setím do nezpracované půdy, dále následovalo zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 m. S odstupem následovalo zpracování půdy orbou na 0,15 m. Nejnižší podíl předního zrna byl na variantě s orbou na 0,22 m.

V rámci osevního sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen byl nejvyšší podíl předního zrna na variantě s přímým setím do nezpracované půdy, dále následovalo s nepatrným odstupem zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 m. S odstupem

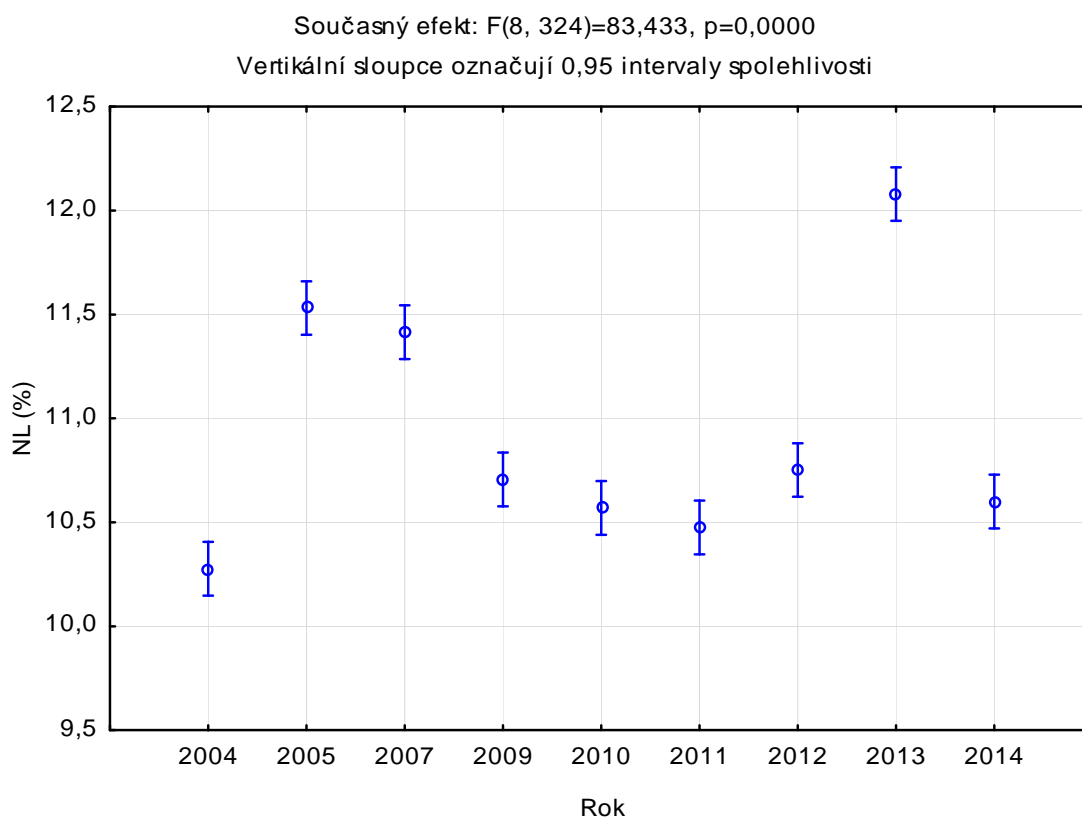
následovalo zpracování půdy orbou na 0,15 m. Nejnižší podíl předního zrna byl na variantě s orbou na 0,22 m.

5.2.3 Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na obsah dusíkatých látek v zrnu jarního ječmene

Výsledky sledování vlivu pokusných faktorů na obsah dusíkatých látek v zrnu jarního ječmene byly statisticky vyhodnoceny analýzou variance s pravděpodobností $\geq 95\%$ a jsou uvedeny v tabulce 15 a obrázcích 28-32.

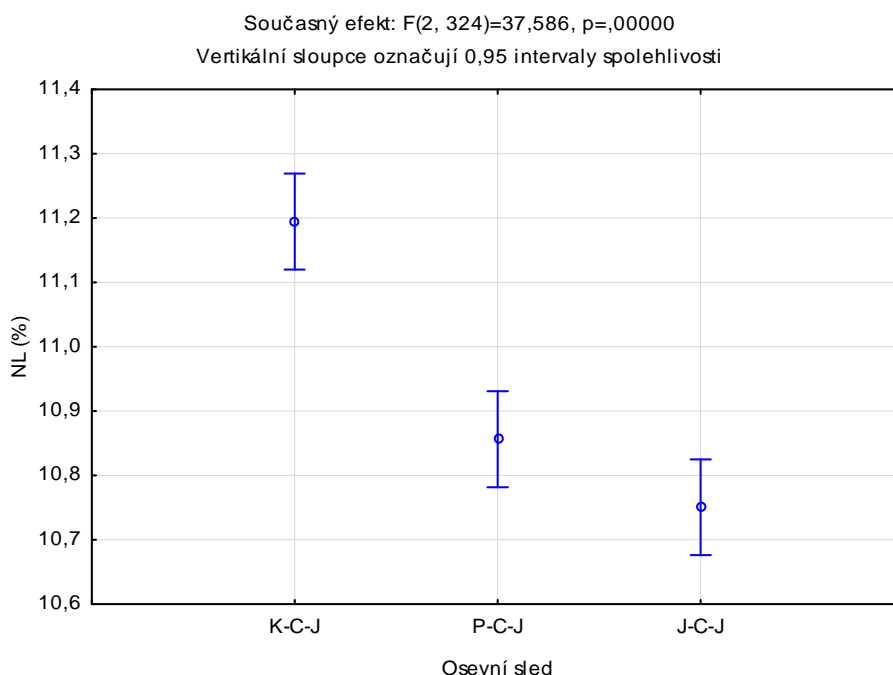
Tab. 15: Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na obsah dusíkatých látek v zrnu jarního ječmene

Zdroj variability	Součet čtverců	Stupeň volnosti	Průměrný čtverec	F hodnota	Hladina významnosti
Abs. člen	51644,31	1	51644,31	250127,9	0,0000
Rok	137,81	8	17,23	83,4	0,0000
Osevní sled	15,52	2	7,76	37,6	0,0000
Zpracování půdy	15,11	3	5,04	24,4	0,0000
Rok × Osevní sled	22,03	16	1,38	6,7	0,0000
Rok × Zpracování půdy	19,14	24	0,80	3,9	0,0000
Osevní sled × Zpracování půdy	4,55	6	0,76	3,7	0,0015
Rok × Osevní sled × Zpracování půdy	28,88	48	0,60	2,9	0,0000
Chyba	66,90	324	0,21		



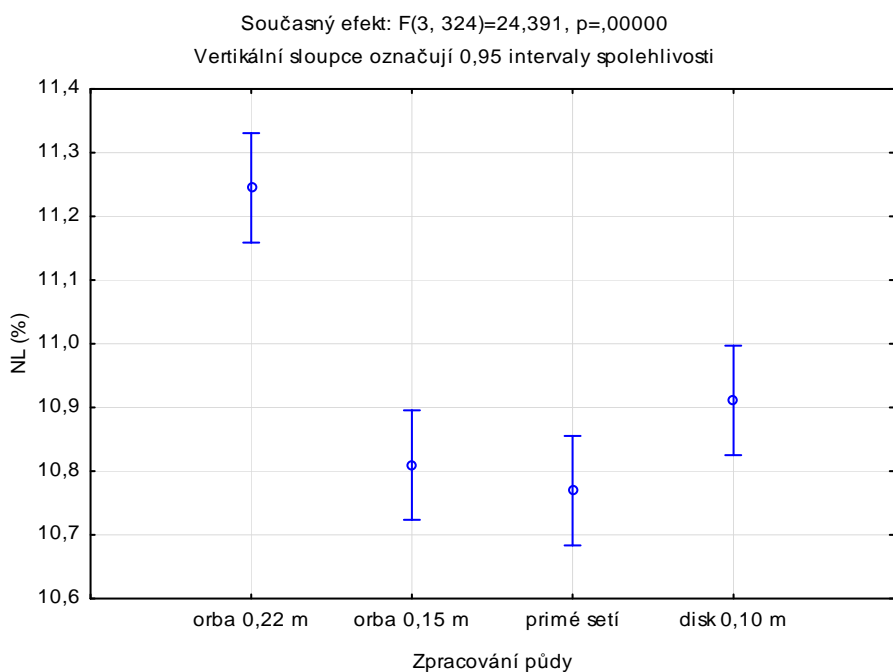
Obr. 28: Statistické vyhodnocení vlivu ročníku na obsah dusíkatých látek v zrní jarního ječmene v (%)

Vliv ročníku na obsah dusíkatých látek v zrní jarního ječmene byl statisticky významný. Nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek byl dosažen v roce 2013 (12,18 %). Nejnižší průměrný obsah dusíkatých látek byl dosažen v roce 2004 (10,26 %). Rok 2013 byl, co by do obsahu dusíkatých látek ze všech sledovaných roků nejvyšší a v průměru nevyhověl ani normě pro sladovnický ječmen, která uvádí, že: obsah dusíkatých látek v sušině jarního ječmene musí být nejméně 10 % a nejvýše 12 %.



Obr. 29: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu na obsah dusíkatých látek v zrna jarního ječmene v (%)

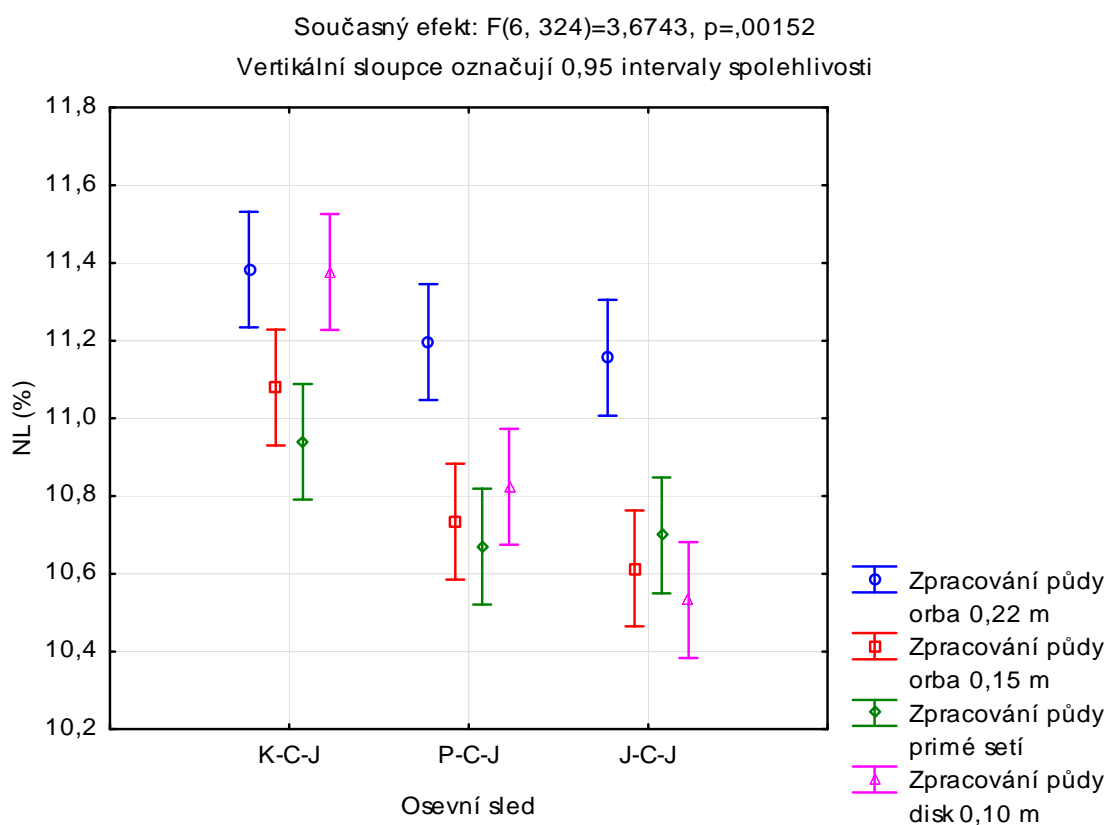
Vliv zařazení jarního ječmene do osevního sledu na obsah dusíkatých látek byl statisticky významný. Nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek byl dosažen v osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen. Nejnižší obsah dusíkatých látek byl dosažen v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen.



Obr. 30: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na obsah dusíkatých látek v zrna jarního ječmene v (%)

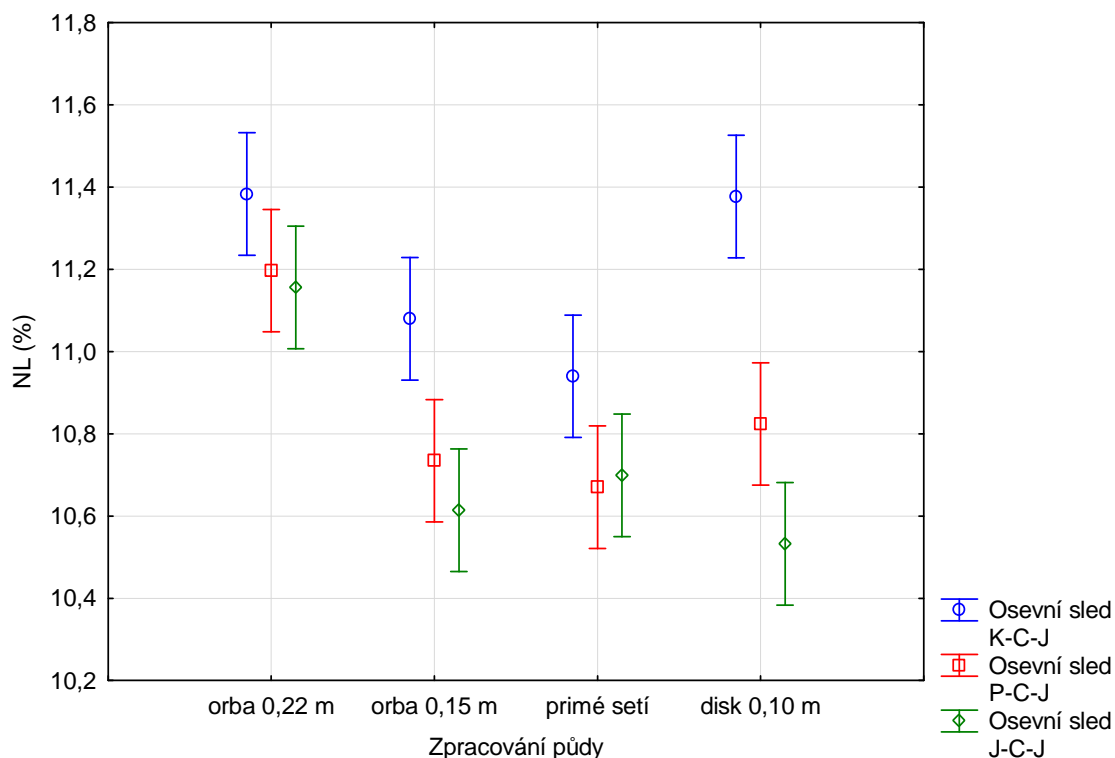
Vliv různého způsobu zpracování půdy na obsah dusíkatých látek byl statisticky významný. Nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek byl dosažen na variantě zpracování půdy orbou na 0,22 m (11,25 %). Nižší průměrný obsah dusíkatých látek byl na variantě zpracování půdy talířovým nářadím na 0,10 m (10,91 %), dále na variantě zpracování půdy orbou na 0,15 m (10,81%). Nejnižší průměrný obsah dusíkatých látek byl dosažen u přímého setí (10,78 %). Statisticky významný rozdíl byl zaznamenán mezi variantami zpracování půdy orbou na 0,22 m a technologií zpracování půdy přímým setím

Na obrázcích interakcí je uveden vliv kombinace zařazení jarního ječmene do osevního sledu a zpracování půdy na obsah dusíkatých látek v zrna jarního ječmene.



Obr. 31: Statistické vyhodnocení vlivu osevního postupu a různé intenzity zpracování půdy na obsah dusíkatých látek v zrna jarního ječmene v (%).

Současný efekt: $F(6, 324)=3,6743, p=,00152$
 Vertikální sloupce označují 0,95 intervaly spolehlivosti



Obr. 32: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na obsah dusíkatých látek v zrna jarního ječmene v (%) pěstovaného ve třech osevních sledech.

Ve všech třech osevních sledech byl dosažen nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek v zrna jarního ječmene na variantě zpracování půdy orbou na 0,22 m.

V osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen byl nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek (11,36 %) na variantě s orbou na 0,22 m. Nižší obsah byl při zpracování půdy kypřením na 0,10 m (11,29 %), dále následovalo zpracování půdy orbou na 0,15 m (11,15 %) a nejnižší obsah dusíkatých látek byl zaznamenán na variantě bez zpracování půdy (10,92 %). Ukazatel sladovnické kvality byl splněn na variantě bez orby, ostatní varianty splnily hodnotu jakostního ukazatele jarního ječmene dle ČSN 46 1100–5.

V osevním sledu ozimá pšenice – cukrovka – jarní ječmen byl nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek na variantě s orbou na 0,22 m (11,37 %), dále na variantě s kypřením půdy na 0,10 m (11,05 %) a na variantě bez zpracování půdy (10,81 %) a nejnižší obsah dusíkatých látek (10,78 %) vykazovala varianta s orbou na 0,15 m. V tomto osevním sledu byl splněn ukazatel sladovnické jakosti na variantě s orbou na

0,15 m a na variantě s přímým setím do nezpracované půdy. Další dvě varianty splnily jakostní ukazatel pro jarní ječmen dle ČSN 46 1100–5.

Při pěstování jarního ječmene v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen byl nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek na variantě s orbou na 0,22 m, dále následovalo přímé setí do nezpracované půdy (10,70 %). Nižší průměrný obsah dusíkatých látek (10,62 %) byl zaznamenán na variantě s orbou na 0,15 m a nejnižší na variantě s mělkým kypřením půdy na 0,10 m (10,53 %). V tomto osevním sledu byl splněn ukazatel sladovnické jakosti na variantách s kypřením půdy na 0,10 m, orbou na 0,15 m a bez zpracování půdy. Jakostní ukazatel dle ČSN 46 1100–5 pro jarní ječmen byl splněn na variantě zpracování půdy orbou na 0,22 m. V tomto osevním sledu byly dosaženy nejnižší průměrné obsahy dusíkatých látek v zrna jarního ječmene.

6 DISKUSE

Cílem disertační práce bylo vyhodnotit vliv variantních způsobů zpracování půdy a zařazení jarního ječmene do osevního postupu na výnos a vybrané kvalitativní parametry zrna. Sledování probíhalo v rámci dlouhodobého stacionárního polního pokusu vedeného v letech 1990–2014 na hlinité černozemní půdě v řepařské výrobní oblasti na pokusné stanici Výzkumného ústavu rostlinné výroby v.v.i. v Ivanovicích na Hané.

Jarní ječmen byl pěstován ve třech osevních sledech vždy po cukrovce, která byla zařazena po kukuřici na siláž, ozimé pšenici a jarním ječmeni. Hodnoceny byly čtyři varianty zpracování půdy: 1. orba na 0,22 m; 2. orba na 0,15 m; 3. přímé setí do nezpracované půdy a 4. zpracování půdy kypřením na hloubku 0,10 m. Vliv pokusných faktorů na výnosy jarního ječmene byl sledován v období let 1990–2014, na kvalitativní parametry zrna v období let 2004–2014. V hodnocení není zahrnut rok 2006, kdy byly porosty poškozeny nadměrnými srážkami.

Dlouhodobé sledování vlivu různých způsobů zpracování půdy a zařazení jarního ječmene do osevního postupu na produkci a kvalitu zrna jarního ječmene vytváří předpoklady pro spolehlivější hodnocení. Jak uvádí více autorů, z důvodů značné variability povětrnostních podmínek mezi roky a možných kumulativních efektů na půdní procesy je hodnocení vlivu různých způsobů zpracování půdy na výnosy pěstovaných plodin více exaktní v dlouhodobějších polních pokusech (Arshard, 1999; Hůla, Procházková et al., 2002; 2008; Köller a Linke, 2006; Kováč et al., 2010 a další).

Vliv ročníku na výnos a vybrané kvalitativní parametry zrna jarního ječmene byl v našich sledování statisticky významný. Nízké průměrné výnosy zrna v rámci celého souboru pokusu byly zaznamenány v roce 1993 ($3,44 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a především pak v roce 2012 ($2,44 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Negativní vliv na výši výnosů v obou letech mělo nedostatečné vláhové zabezpečení rostlin (v důsledku nedostatku srážek a vyšších teplot vzduchu) v období kritické termodynamické fáze jarního ječmene. Podle Kudrny (1979) spadá kritická termodynamická fáze jarního ječmene do období od dubna do června. Velmi špatné vláhové zabezpečení jarního ječmene v roce 2012 má i souvislost s nedostatkem vláhy v podzimním období předcházejícího roku. Nejvyšší průměrné výnosy jarního ječmene byly zaznamenány v letech 2011 ($9,33 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), 2009 ($8,84 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), 2001

(8,27 t.ha⁻¹), 2014 (8,27 t.ha⁻¹) a 2004 (8,24 t.ha⁻¹). Tyto roky se vyznačují velmi dobrým vláhovým zabezpečením rostlin v kritickém období růstu (v kritické termodynamické fázi). Výraznou závislost výše výnosu zrna jarního ječmene na srážkách a dále i teplotách v první polovině vegetace uvádí Zimolka et al., (2006) a Váňová et al., (2011).

Zpracování půdy patří k základním opatřením, která se významnou měrou podílejí na dosahování stálých a vysokých výnosů v systémech pěstování plodin. Z dlouhodobého hlediska lze považovat zpracování půdy za významné opatření v péči o půdu, ve vztahu k půdní úrodnosti. Půda patří mezi velmi důležitý a těžko obnovitelný přírodní zdroj. Za hlavní rizika pro půdu a její kvalitu jsou považovány: eroze, úbytek organické hmoty, omezení biologické aktivity půdy a zhutňování. Půda se má zpracováním upravit do takového stavu, aby poskytla plodinám dobré podmínky pro růst a vývoj a minimalizovaly se negativní dopady na stanoviště (Hůla, Procházková et al., 2008; Hůla et al., 2010; Křen et al., 2015; Smutný et al., 2015).

V současné době se vedle pracovně a energeticky náročných konvenčních technologií zpracování půdy s orbou stále více používají minimalizační technologie bez použití orby. Ty se vyznačují dvěma základními znaky, a to redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a mělkým zapravením rostlinných zbytků nebo jejich ponecháním na povrchu půdy. Hlavní důvody rozvoje a širšího používání minimalizačních technologií jsou v oblasti ekologické, ekonomické a technické. Od minimalizačních technologií se očekává, že přispějí ke zlepšení půdního a životního prostředí, zejména ke zlepšení strukturního stavu půdy, hospodaření s půdní vodou, stavu půdní organické hmoty, biologické činnosti půdy, k redukcí eroze a zhutnění půdy a k omezení vyplavování živin. Redukované zpracování půdy přináší úspory práce a energie. Nezbytným předpokladem pro dosažení úspor prostřednictvím snížení nákladů na zpracování půdy je podmínka, že výnosy plodin, a tím i tržby na jednotku plochy zůstanou zachovány nebo pokles příjmů bude nižší než ušetřené náklady. Rozvoj a širší uplatnění minimalizačních technologií umožňují nová konstrukční řešení strojů a nářadí. V současné době se minimalizační technologie používají v různých modifikacích a různém rozsahu po celém světě. Jsou všeobecně považovány za významnou alternativu ke konvenčním technologiím s orbou. V České republice jsou minimalizační technologie používány především u obilnin i u dalších úzkořádkových plodin (ozimá

řepka, mák, hrách). V posledním období se začínají uplatňovat i u plodin pěstovaných v širších řádcích (kukuřice, cukrovka). Podle odborných odhadů jsou minimalizační technologie v ČR využívány na více než 40-ti % orné půdy (Hůla, Procházková et al., 2008; Hůla et al., 2010; Procházková et al., 2011; Křen et al., 2015).

Využívání minimalizačních technologií může být přínosem ke zvyšování efektivity rostlinné produkce. V podmínkách České republiky mají minimalizační technologie významný potenciál z hlediska ekonomiky a ekologicky vhodného hospodaření na půdě. Výhodou jsou zde větší půdní celky, které umožňují využití strojů a náradí s vysokou plošnou výkonností. Vhodnost používání minimalizačních technologií ve větších zemědělských podnicích potvrzuje i průzkum ekonomické efektivity, který byl prováděn v suchých oblastech Španělska. Tento výzkum ukázal, že nejvyšší ekonomický přínos má aplikace minimalizačních technologií na větších plochách, použití systémů zpracování půdy bez orby bylo rentabilnější na farmách s výměrou 400 a více hektarů (Sánchez-Girón et al., 2007).

Celkově je ale potřeba zdůraznit, že při využívání minimalizačních technologií je současně nutné mít na paměti i možná rizika spojená s využíváním těchto postupů v různých podmínkách hospodaření zemědělských podniků.

Systémy zpracování půdy a zakládání porostů jsou důležitou složkou pěstebních technologií obilnin. Ovlivňují základní prvky struktury porostu, tj. budoucí podmínky pro tvorbu výnosu a jeho kvalitu. U jarních obilnin je možnost kompenzace špatného založení porostu dalšími agrotechnickými zásahy velmi malá, proto je správné založení porostu základem jejich úspěšného pěstování. Pro jarní ječmen je v současné době široký výběr technologických postupů zpracování půdy a zakládání porostů. Volbu pracovních postupů je potřeba přizpůsobit stanovištním podmínkám, zařazení ječmene do osevního postupu včetně managementu posklizňových zbytků předplodiny, stavu půdy po sklizni předplodiny, vybavení podniku technikou i dalším faktorům. K jarnímu ječmeni je možné využít jak tradiční, tak i minimalizační technologie zpracování půdy. Tradiční technologie s orbou je využitelná prakticky ve všech stanovištních podmínkách i po všech předplodinách. Vhodná je zejména tam, kde je potřeba zapravit větší množství posklizňových zbytků do půdy. Nevýhodou tradiční technologie je vyšší energetická a pracovní náročnost. Možnosti uplatnění minimalizačních technologií jsou závislé především na stanovištních podmínkách. Nejvhodnější podmínky pro tyto

technologie jsou obecně na středně těžkých, strukturních půdách s vyšší přirozenou úrodností v řepařské a kukuřičné výrobní oblasti (Zimolka et al., 2006; Míša, 2010; 2015; Klem et al., 2011; Procházková et al., 2011).

Vliv pokusných faktorů na výnosy i na sledované kvalitativní parametry zrna jarního ječmene pěstovaného na hlinité černozemní půdě v řepařské výrobní oblasti po cukrovce byl v našich sledování statisticky významný. Nejvyšší průměrný výnos zrna byl dosažen v osevním sledu – jarní ječmen, cukrovka, jarní ječmen a nejnižší v osevním sledu - kukuřice na siláž, cukrovka, jarní ječmen, kdy po sobě následovaly dvě na vodu náročné plodiny.

Ve všech třech osevních sledech byl zaznamenán nejvyšší průměrný výnos na variantě s orbou na 0,15 m a nejnižší na variantě s orbou na 0,22 m. Minimalizační technologie (mělké zpracování půdy kypřením a přímé setí do nezpracované půdy) zaujímaly střední postavení.

Pro kvalitativní hodnocení zrna byl stanoven obsah dusíkatých látek, hmotnost tisíce zrn a podíl předního zrna (přepad nad sítem 2,5 mm) – viz. tabulka Přílohy III. Statisticky významně nejvyšší obsah dusíkatých látek byl zaznamenán při pěstování jarního ječmene v osevním sledu – kukuřice na siláž, cukrovka, jarní ječmen, dále v osevním sledu ozimá pšenice, cukrovka, jarní ječmen a nejnižší v osevním sledu jarní ječmen, cukrovka, jarní ječmen. Nejvyšší průměrný obsah dusíkatých látek vykazovala ve všech třech osevních sledech varianta s orbou na 0,22 m. Významně nižší hodnoty byly zaznamenány na variantách s nižší intenzitou zpracování půdy - po orbě na 0,15 m, po přímém setí do nezpracované půdy (10,80 %) a mělkém zpracování půdy kypřením na 0,10 m. Hmotnost tisíce zrn i podíl předního zrna byly nejvyšší v osevním sledu - jarní ječmen, cukrovka, jarní ječmen a nejnižší v osevním sledu - kukuřice na siláž, cukrovka, jarní ječmen. Ve všech třech sledech docházelo se snižující se intenzitou zpracování půdy k významnému zvyšování hodnot hmotnosti tisíce zrn i podílu předního zrna.

Jak uvádí Míša (2014) výsledky polních pokusů zůstávají i dnes cennými podklady pro rozhodování o vhodných způsobech zpracování půdy k jarnímu ječmeni. V dlouhodobém polním pokusu vedeném v letech 1969-1993 na černozemní půdě v kukuřičné výrobní oblasti zabezpečovalo mělké zpracování půdy i setí do nezpracované půdy obdobné výnosy obilnin (ozimé pšenice a jarního ječmene

pěstovaného po cukrovce) jako orba (Suškevič, 1994; 1995; 2000). Rovněž výsledky dalších pokusů vedených v letech 1989-1994 ve stejných agroekologických podmínkách ukazují na možnost využití minimalizačních způsobů zpracování půdy u ozimé pšenice i jarního ječmene (Procházková et al., 1998). Také Rotrekl et al. (2001) zaznamenali v pokusech vedených v letech 1996-2000 na hnědozemní půdě v řepařské výrobní oblasti pozitivní výnosovou reakci jarního ječmene na sníženou intenzitu zpracování půdy. V sedmiletých polních pokusech s různými variantami využití organické hmoty a s přímým setím do nezpracované půdy nebyly při pěstování hlavních obilnin (ozimé pšenice a jarního ječmene) na hlinitých úrodných půdách v řepařské výrobní oblasti patrné rozdíly ve výnosu mezi konvenčním a půdoochranným zpracováním půdy (Javůrek, 2001). Naopak v dlouhodobém pokusu vedeném v letech 1980-1994 na kambizemi v bramborářské výrobní oblasti vedlo u jarního ječmene použití mělkého zpracování půdy a zejména přímého výsevu do nezpracované půdy ve srovnání s orbou ke snížení výnosů (Kňákal a Procházková, 1997). Výsledky dlouhodobého sledování (1974-2000) vlivu různého zpracování půdy (orba na 0,22; mělké kypření půdy na 0,12-0,15m) na výnosy jarního ječmene pěstovaného na fluvizemi glejové v kukuřičné výrobní oblasti v monokultuře uvádí Procházková et al., (2002). V průměru za sledované roky byly při dlouhodobém opakované pěstování dosaženy významně vyšší výnosy jarního ječmene po orbě na 0,22m. V rámci sledování vlivu různého zpracování půdy (orba na 0,18-0,22 m; mělké zpracování půdy na hloubku 0,10-0,12 m) na výnosy a kvalitativní parametry jarního ječmene pěstovaného na černozemi v řepařské výrobní oblasti po předplodinách, které zanechávají větší množství posklizňových zbytků (po ozimé pšenici, ozimé řepce, máku a kukuřici na zrno) zaznamenal Míša (2010) lepší výsledky na variantě s orbou, a to jak u výnosových, tak i u kvalitativních parametrů. Míša (2014) dále uvádí výsledky sledování vlivu variantních způsobů zpracování půdy na výnosy a kvalitu jarního ječmene pěstovaného na jílovitohlinité fluvizemi v kukuřičné výrobní oblasti po cukrovce a kukuřici na zrno v letech 2002-2004. Výsledky ukázaly na vhodnost mělkého zpracování půdy k jarnímu ječmeni pěstovanému po cukrovce (s mělkým zapravováním řepného chrástu do půdy). Po kukuřici na zrno se naopak ukázalo jako vhodnější hlubší zapravení kukuřičné slámy do půdy orbou. Smutný et al. (2015) uvádí ze stejných stanovištních podmínek výsledky sledování vlivu předplodiny a zpracování půdy na výnosy jarního ječmene pěstovaného v letech 2011, 2013 a 2014. Po cukrovce i po kukuřici na zrno byl zde dosažen vyšší

výnos zrna po mělkém zpracování půdy. Rozdíl ve výnosu mezi mělkým zpracováním půdy a orbou činil u jarního ječmene pěstovaného po kukuřici na zrna 0,37 t.ha⁻¹, výraznější rozdíl ve prospěch mělkého zpracování půdy byl zaznamenán po cukrovce (0,53 t.ha⁻¹).

Hřivna (2011) uvádí, že minimalizační technologie mohou ovlivňovat kvalitativní parametry zrna ječmene především prostřednictvím vlivu na rozklad posklizňových zbytků a uvolňování minerálního dusíku. U minimalizačních technologií dochází na jaře k pomalejšímu prohřívání půdy a menšímu provzdušnění, které zpožďuje uvolňování minerálního dusíku. To se následně může projevat na zvyšování obsahu dusíkatých látek v zrna. Autor uvádí výsledky monitoringu, které danou skutečnost potvrzují. Naopak Prugar et al. (1977) udává, že se snižující se intenzitou zpracování půdy klesá obsah N-látek v zrně jarního ječmene. Hrubý (1986) tento poznatek potvrdil s tím, že při použití minimalizačních technologií se snížil obsah N-látek v zrně v průměru o 0,3-0,4 %. Dudáš (1994) zaznamenal vyšší kvalitu zrna jarního ječmene pěstovaného v monokultuře po mělkém zpracování půdy ve srovnání s tradičním zpracováním s použitím orby. Z hlediska výnosu i kvality zrna může být při pěstování jarního ječmene po cukrovce problémem se zapravováním chrástu do půdy. Pokud půda na podzim velmi brzy zamrzne, pozdě rozmrzne a jaro je suché, posouvá se uvolňování dusíku mineralizací do druhé poloviny vegetace jarního ječmene, což nepříznivě ovlivňuje obsah dusíkatých látek v zrně následného pěstovaného jarního ječmene. Z řady ověřovaných technologií zapravování chrástu do půdy se nejlépe osvědčuje mělké zpracování půdy, neboť se stoupající hloubkou orby se zvyšuje množství uvolňovaného dusíku v pozdějších fázích vegetace jarního ječmene s negativními důsledky na výnos zrna i jeho kvalitu (Míša a Onderka, 1998; Zimolka, 1998).

Výsledky sledování obecně ukazují, že vliv různého zpracování půdy na výnos a kvalitu zrna jarního ječmene se do značné míry projevuje v souvislosti se stanovištními podmínkami, ročníkem a vlivem předplodiny. Používání minimalizačních technologií zpracování půdy po plodinách, které zanechávají větší množství posklizňových zbytků, může vést ke snížení výnosu i kvality zrna jarního ječmene. Výsledky ukazují na vhodnost použití snížené intenzity zpracování půdy k jarnímu ječmeni pěstovanému po cukrovce na půdách s vyšší přirozenou úrodností v podmínkách kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Výsledky našich sledování jsou

v souladu s výše uvedenými zjištěními. Ukazují, že snížení intenzity zpracování půdy je v příznivých agroekologických podmínkách při pěstování jarního ječmene po cukrovce vhodnou alternativou k tradičnímu způsobu zpracování půdy.

7 ZÁVĚR

V disertační práci byl hodnocen vliv různé intenzity zpracování půdy a zařazení jarního ječmene do osevního postupu na výnos a vybrané kvalitativní parametry zrna (obsah dusíkatých látek, hmotnost tisíce zrn a podíl předního zrna). Sledování probíhalo v dlouhodobém stacionárním polním pokusu. Pokus byl veden v letech 1990–2014 na hlinité černozemní půdě v řepařské výrobní oblasti na pokusné stanici Výzkumného ústavu rostlinné výroby v.v.i. v Ivanovicích na Hané.

Jarní ječmen byl pěstován ve třech osevních sledech po cukrovce, která byla zařazena po kukuřici na siláž, ozimé pšenici a jarním ječmeni. Sledovány byly čtyři varianty zpracování půdy. 1. orba na 0,22 m; 2. orba na 0,15 m; 3. přímé setí do nezpracované půdy a 4. zpracování půdy kypřením na hloubku 0,10 m. Vliv pokusných faktorů na výnosy jarního ječmene byl sledován v období let 1990–2014, na kvalitativní parametry zrna v období let 2004–2014. V hodnocení není zahrnut rok 2006, kdy byly porosty v období zrání poškozeny nadměrnými srážkami.

Vliv pokusných faktorů na výnos i na sledované kvalitativní parametry zrna jarního ječmene byl statisticky významný. Nejvyšší průměrný výnos zrna byl dosažen v osevním sledu – jarní ječmen, cukrovka, jarní ječmen ($6,74 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), dále ve sledu – ozimá pšenice, cukrovka, jarní ječmen ($6,61 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a nejnižší ve sledu – kukuřice na siláž, cukrovka, jarní ječmen ($6,51 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$), kdy po sobě následovaly dvě na vodu náročné plodiny.

Ve všech třech osevních sledech byl dosažen nejvyšší výnos zrna jarního ječmene na variantě s orbou na 0,15 m (v průměru $6,68 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a nejnižší na variantě s orbou na 0,22 m ($6,54 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$). Minimalizační technologie s přímým setím do nezpracované půdy ($6,64 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a kypřením půdy na hloubku 0,10 m ($6,62 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) zaujímaly střední postavení.

V rámci kvalitativního hodnocení zrna jarního ječmene byl zaznamenán nejvyšší obsah dusíkatých látek v zrnu při pěstování jarního ječmene v osevním sledu – kukuřice na siláž, cukrovka, jarní ječmen (11,18 %), dále ve sledu ozimá pšenice, cukrovka, jarní ječmen (11,0 %) a nejnižší ve sledu jarní ječmen, cukrovka, jarní ječmen (10,75 %).

Nejvyšší obsah dusíkatých látek byl ve všech třech osevních sledech zaznamenán na variantě s orbou na 0,22 m (v průměru 11,33 %). Statisticky významně nižší hodnoty

byly zjištěny na variantách s nižší intenzitou zpracování půdy a to po orbě na 0,15 m (10,83 %), po přímém setí do nezpracované půdy (10,80 %) a mělkém zpracování půdy kypřením na 0,10 m (10,93 %).

Hmotnost tisíce zrn i podíl předního zrna byly nejvyšší u jarního ječmene pěstovaného v osevním sledu - jarní ječmen, cukrovka, jarní ječmen (45,0 g; 89,3 %), dále ve sledu ozimá pšenice, cukrovka, jarní ječmen (44,6 g; 88,2 %) a nejnižší ve sledu kukuřice na siláž, cukrovka, jarní ječmen (43,8 g; 86,6 %).

Ve všech třech osevních sledech docházelo se snižující se intenzitou zpracování půdy k významnému zvyšování hodnot hmotnosti tisíce zrn i podílu předního zrna. Hmotnost tisíce zrn byla v průměru po orbě na 0,22 m 43,60 g, po orbě na 0,15 m 43,97 g, po kypření na 0,10 m 44,73 g a po přímém setí 45,53 g. Podíl předního zrna byl v průměru po orbě na 0,22 m 84,83 %, po orbě na 0,15 m 87,10 %, po kypření na 0,10 m 89,27 % a po přímém setí 90,93 %.

Výsledky dlouhodobého sledování vlivu variantních způsobů zpracování půdy na výnosy a vybrané kvalitativní parametry zrna jarního ječmene pěstovaného v příznivých půdně-klimatických podmínkách po cukrovce ukazují na vhodnost využití technologických postupů s nižší intenzitou zpracování půdy.

Praktické doporučení: Volbu způsobu zpracování půdy a založení porostu jarního ječmene je nutné provádět s ohledem na stanovištní podmínky a předplodinu. Tradiční předplodina pro jarní ječmen cukrovka vytváří dobré podmínky pro tvorbu výnosu i kvalitu zrna jarního ječmene. Dlouholeté výsledky pokusů i zkušenosti pěstitelů ukazují, že jarní ječmen pěstovaný po cukrovce v relativně sušších a teplejších podmínkách řepařské oblasti reaguje pozitivně na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. Toto příznivé působení lze dát do souvislosti zejména s lepšími vlhkostními poměry půdy a tím i lepším vláhovým zabezpečením rostlin a rovněž i s lepšími podmínkami pro rozklad řepného chrástu.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

ARSHAD M.A., 1999: Tillage and soil quality: Tillage practices for sustainable agriculture and environmental quality in different agroecosystems. *Soil & Tillage Research*, 53(1): 1-2. ISSN 0167-1987. [Cit. 19-08-2016] Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0167198799000719/1-s2.0-S0167198799000719-main.pdf?_tid=3f982e90-7b1a-11e6-bffc-00000aacb362&acdnat=1473926514_c0b85d8c3fc04ab08b6a6c33c6dbd542

AGROKROM, 2011: *Zpracování půdy* [online], aktual. 2011, [cit. 2014-03-01]. Dostupné na WWW:<http://www.agrokrom.cz/texty/METODIKY/Radce_hospodare/radce_zpracovani_pudy.pdf>

BASAŘOVÁ G., et al., 1992: *Pivovarsko-sladařská analytika*. Praha: Merkanta s.r.o., Praha, 388 s.

BENADA J., et al., 2001: *Metodika pěstování jarních obilnin: ječmen jarní, oves, pšenice jarní*. Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav, 143 s. ISBN 8090254543

BENEŠ P., 2010: Moderní technologie zpracování půdy. *Farmář*, 16(7): 30-33. ISSN 1210-9789

BENEŠ P., 2011: Pluh versus kypřič. *Farmář*, 17(2): 50-53. ISSN 1210-9789

BRENNDÖRFER M., 1994: Bodenbearbeitung and Bestellung – Stand und neue Erkenntnisse. In *Wettberbsfähige und umweltvertragliche Landwirtschaft*, KTBL – Arbeitspapier, 210: 37-44.

BRUNOTTE et al., 1996: Nutzen-Kosten-Vergleich zum Erosionsschutz mit Mulchsaatverfahren. *Landtechnik*, 51: 12-13.

CANNEL R.Q., HAWES J.D., 1994: Trend and Tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil & Tillage Research*, 30(2-4): 245-282. ISSN 0167-1987. [Cit. 19-08-2016] Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/0167198794900078/1-s2.0-0167198794900078-main.pdf?_tid=f3574574-8001-11e6-98c3-00000aab0f27&acdnat=1474465834_9db4eea8e7b175c91fa800c6e27bab4d

- CERKAL R., HRSTKOVÁ P., STŘEDA T., 2007: *Obiloviny*. Výuková prezentace. Brno: MZLU v Brně, [cit. 5.3.2007]. Dostupné na: <http://old.mendelu.cz/upsr/prezentace/obilniny/>
- ČERNÝ L., et al., 2007: *Jarní sladovnický ječmen: pěstitelský rádce*. České Budějovice: Kurent, 39 s.
- ČSÚ, 2014: *Vývoj ploch a výnosů jarního ječmene* [online]. ČSÚ, [cit. 15. 7. 2015]. Dostupné na <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=statistiky#katalog=30840>
- ČSN 46 1200-3. Obilí krmné - část 3: Ječmen krmný. Vyd. 1994.
- ČSN 46 1100-5. Obiloviny potravinářské - část 5: Ječmen sladovnický. Vyd. březen 2005.
- DOMZAL H., 1997: Foreward the 14th Conference of the International Soil Tillage Research Organization. In *Proceedings of 14th ISTRO Conference „Agroecological and ecological aspects of soil tillage“*. Pulawy (Poland): ISTRO, s. 9-10.
- DUDÁŠ F., 1992: *Vliv hnojení a způsobu hospodaření se slámou na výnos, jakost zrna a sladu ječmene jarního v monokultuře a po předplodině cukrovce*. Brno: VSŽ, 62 s.
- DUDÁŠ F., 1994: Kvalita sladu odrůdy ječmene Perun při různých agrotechnických opatřeních. *Acta Univ. Agric., Fac. Agr.*, 42: 161-169.
- DUDÁŠ F., 2004. In PELIKÁN M., DUDÁŠ F., MÍŠA D.: *Technologie kvasného průmyslu*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 135 s.
- FAMĚRA O., JUREČKA D., PAŘÍZEK P., 1996: Pěstitelské požadavky jarního ječmene a význam odrůd. In *Sborník z konference „Zamyšlení nad rostlinnou výrobou“*. Praha: VŠZ Praha, s. 47-55.
- FAMĚRA O., 2004: Jarní ječmen je náročný na agrotechniku. *Úroda*, 52(12): 7-9. ISSN 0139-6013.
- FRANČÁKOVÁ H., TÓTH Ž., 2005: *Sladovnictvo a pivovarnictvo*. Nitra: SPU Nitra, 147 s. ISBN 80-8069-544-X
- HANG A., OBERT D., GIRONELLA A.I.N., BURTON C.S., 2007: Barley amylose and β -glucan: Their relationships to protein, agronomic traits, and environmental factors. *Crop Sci.*, 47(4): 1754-1760.

- HLAVÁČEK F., LHOTSKÝ A., 1966: *Pivovarnictví*. Praha: SNTL, 483 s.
- HLAVÁČEK F., LHOTSKÝ A., 1972: *Pivovarnictví*. Praha: SNTL, 540 s.
- HRUBÝ J., 1986: Vliv intenzity zpracování půdy na technologickou jakost odrůd jarního ječmene. *Rostl. Výr.*, 32(11): 1177-1185. ISSN 0370-663X
- HRUBÝ J., 2001: Vliv zaorávání chrástu cukrovky na kvalitu sladovnického ječmene. *Úroda*, 49(1): 6-7. ISSN 0139-6013
- HŘIVNA L., 2011: Racionální výživa jarního ječmene. *Úroda*, 59(2): 10-16. ISSN 0139-6013
- HŮLA J., MAYER V., 1999: Technologické systémy a stroje pro zpracování půdy. In *Ječmenářská ročenka*, 2002, s. 154-159.
- HŮLA J., 2000: *Půdochranné technologie zakládání porostů plodin (Technika v půdochranných technologiích)*. Studijní informace, č. 3/2000. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 46 s.
- HŮLA J., PROCHÁZKOVÁ B., et al., 2002: *Vliv minimalizačních a půdochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku*. Zemědělské informace, č. 3/2002. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 104 s. ISBN 80-7271-106-7
- HŮLA J., PROCHÁZKOVÁ B., KOVAŘÍČEK P., et al., 2004: *Minimalizační a půdochranné technologie*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha, 58 s. ISBN 80-86884-01-5
- HŮLA, J. PROCHÁZKOVÁ, B., et al., 2008: *Minimalizace zpracování půdy*. 1. vyd. Praha, Profi Press, s. r. o., 248 s. ISBN 978-8086726-28-1
- HŮLA J., et al., 2010: *Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí*. Uplatněná certifikovaná metodika. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2010, 58 s. ISBN 978-80-86884-53-0.
- JAVŮREK M., 2001: Půdochranné a produkční aspekty způsobů zakládání porostů polních plodin. *Agromagazín*, 8: 22-25. ISSN 1211-7919
- KŇÁKAL Z., PROCHÁZKOVÁ B., 1997: Soil conservation systems under different agroecological conditions of the Czech Republic. In *Proceedings of 14th ISTRO Conference „Agroecological and ecological aspects of soil tillage“*. Pulawy (Poland): ISTRO, s. 379-382.

- KLEM K., HŘIVNA L., RYANT P., MÍŠA P., 2011: *Využití diagnostických metod pro rozhodovací procesy v pěstební technologii jarního ječmene*. Certifikovaná metodika. 1. vyd. Kroměříž: Agrotest fyto, s.r.o., 88 s. ISBN 978-80-904597-0-3
- KOHOUT V., et al., 2002: *Zemědělské soustava*. Skriptum. Praha: ITSZ ČZU, 81 s.
- KÖLLER K., 1999: Bodenbearbeitungs-verfahren heute. DLG-Merkblatt, 275:12.
- KÖLLER K., LINKE CH., 2006: *Úspěch bez pluhu*. Přeložil KYNCL P. z německého originálu Erfolgreicher Ackerbau ohne Pflug. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ZT, 192 s. ISBN 80-87002-00-8
- KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., et al., 2000: *Technologie výroby sladu a piva*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 398 s. ISBN 80-902658-6-3
- KOSAŘ K., PROKEŠ J., PSOTA V., ONDERKA M., VAŇKOVÁ M., 1997: *Kvalita sladovnického ječmene a technologie jeho pěstování*. Metodiky pro zemědělskou praxi. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 45 s. ISBN 80-86153-02-9
- KOSTELANSKÝ F., et al., 1997: *Obecná produkce rostlinná*. Skriptum. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 212 s. ISBN 80-7157-245-8
- KOSTELANSKÝ F., et al., 2004: *Obecná produkce rostlinná*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 212 s. ISBN 978-80-7157-765-2.
- KOVÁČ K., NOZDROVICKÝ L., MACÁK M., et al., 2010: *Minimalizačné a pôdochranné technológie*. Nitra: AGROINŠTITÚT NITRA, 142 s. ISBN 978-80-7139-139-5
- KREISZ S., 2009: *Malting*. In EßLINGER H.M.: *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*. Weinheim: WILEY-WCH, s. 147-164. ISBN 1337-0960
- KŘEN J., NEUDERT L., PROCHÁZKOVÁ B., SMUTNÝ V., HŮLA, J., 2015: *Obecná produkce rostlinná – 2. část: Zpracování půdy, Herbologie*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 152 s. ISBN 978-80-7509-327-1
- KŘEN J., BENADA J., FLAŠAROVÁ J., HUBÍK J., KRYŠTOF Z., MACHÁŇ F., MÍŠA P., ONDERKA M., POKORNÝ E., STRÁLKOVÁ R., VÁŇOVÁ M., 1998: *Metodika pěstování jarních obilnin*. *Obilnářské listy*, 6: 113-130.
- KTBL, 1993: *Ergebnisse von Versuchen zur Bodenbearbeitung und Bestellung*. KTBL, Arbeitspapier, 190.

- KUDRNA K., 1979: Zemědělské soustavy. 1. vyd. Praha: SZN, 708 s.
- KŮST F., POTMĚŠILOVÁ J., 2014: *Situační a výhledová zpráva 2014: Obiloviny*. [Online]. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR, 2014, [cit. 17. 6. 2016]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/365762/SVZ_Obiloviny_12_2014.pdf.
- LI Y., SCHWARZ P.B., BARR J.M., HORSLEY R.D., 2008: Factors Predicting Malt Extract withing a Single Barley Cultivar. *Journal of Cereal Science*, 48(2): 531-538. ISSN 0733-5210
- LIU K.S., MOREAU R.A., 2008: Concentrations of functional lipids in abraded fractions of hulless barley and effect of storage. *Journal of Food Science*, 73(8): 569-576. ISSN 1750-3841
- MacGREGOR A.W., FINCHER G.B., 1993: Carbohydrates of the Barley Grain, s. 73-130. In MacGREGOR A.W. and BHATTY R.S. (Eds): *Barley Chemistry and Technology*. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc., 486 s.
- MAŠEK J., 2005: *Půda a její zpracování. Moderní technika pro hospodáře*, č. 2, s. 4-8.
- MAŠEK J., 2011: Zpracování půdy a setí na jaře. *Farmář*, 17(2): 58-62. ISSN 1210-9789
- MÍŠA P., 2010: Jarní ječmen – zpracování půdy a ošetření slámy předplodin. *Úroda*, 58(3): 26-31. ISSN 0139-6013
- MÍŠA P., 2014: Zpracování půdy k jarnímu ječmeni. *Úroda*, 62(2): 60-63. ISSN 0139-6013
- MÍŠA P., ONDERKA M., 1998: Vliv zaorávky chrástu cukrovky na výnos a kvalitu jarního ječmene. *Úroda*, 46(2): 44-45. ISSN 0139-6013
- MORRISON W.R., 1993: Barley lipids, s. 199-246. In MacGREGOR A.W. and BHATTY R.S. (Eds): *Barley Chemistry and Technology*. Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc., 486 s.
- MUCHA M., NOVOTNÝ R., 2008: *Jarní ječmen od A do Z*. Praha:, Bayer CropScience, 31 s.
- MUNKHOLM L.J., HECK R.J., DEEN B., 2013: Long-term rotation and tillage effects on soil structure and crop yield. *Soil & Tillage Research*, 127 (Special issue: Applications of Visual Soil Evaluation): 85-91. ISSN 0167-1987. [Cit. 19-08-2016]

Dostupné z: http://ac.els-cdn.com/S0167198712000554/1-s2.0-S0167198712000554-main.pdf?_tid=f599ffcc-800e-11e6-9914-00000aacb35f&acdnat=1474471422_dd1e48b1cae57bd313a491361c0a8306

NEWMAN R.K., NEWMAN C.W., 2008: *Barley for Food and Health*. New Jersey (U.S.A.): John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, 245 p.

ONDERKA M., MÍŠA P., PROKEŠ J., ZIMOLKA J., RICHTER R., POKORNÝ E., PERCIVAL J., 1921: *The wheat plant*. A monograph. Duckworth and Co., London.

PETR J., 2004: *Postavení a problémy pěstování jarního ječmene v českém obilnářství* [online], vyd. 3. 3. 2004, [cit. 2. 3. 2015]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/140254>

PETR J., LEIBL M., LANGER I., 2001: Odrůdy jarního ječmene pro ekologické zemědělství. *Úroda*, 49(4): 22-23. ISSN 0139-6013

POLÁK B., VAŇKOVÁ N., ONDERKA M., 1998: *Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene*. Praha: IVV Ministerstva zemědělství České republiky, 38 s. ISBN 80-7105-166-7

PROCHÁZKOVÁ B., HRUBÝ J., KŇÁKAL Z., 1998: Nové trendy ve zpracování pudy. *Úroda*, 46(1): 4-5. ISSN 0139-6013

PROCHÁZKOVÁ B., DOVRTĚL J., VRKOČ F., PROCHÁZKA J., PELIKÁN J., HRUBÝ J., BADALÍKOVÁ B., 2001: *Organické hnojení při hospodaření bez živočišné výroby*. Zemědělské informace č. 14/2001. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 29 s.

PROCHÁZKOVÁ B., MÁLEK J., DOVRTĚL J., 2002: Effect of different straw management practices on yields of continuous barley. *Rostl. Výr.*, 48(1): 27-32.

PROCHÁZKOVÁ B., DOVRTĚL J., HŮLA J., 2004: Minimalizační technologie zpracování pudy k obilninám. *Úroda*, 52(2): 46-49. ISSN 0139-6013

PROCHÁZKOVÁ B., et al., 2011: *Minimalizační technologie zpracování pudy a možnosti jejich využití při ochraně pudy a krajiny*. Uplatněná certifikovaná metodika. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 39 s. ISBN 978-80-7375-524-9

PROKEŠ J., HELÁNOVÁ A., 2008: Monitoring jakosti ječmene sklizně 2007 podle odrůd a okresů v Česku. *Kvasný průmysl*, 54(3): 80-82. ISSN 0023-5830

PROKEŠ J., PSOTA V., PELIKÁN M., HŘIVNA L., 1997: Jakostní požadavky na surovinu z hlediska sladařského. In *Sborník referátů ze semináře Aktuální otázky pěstování, šlechtění, hodnocení jakosti a obchodu se sladovnickým ječmenem*. Brno: MZLU Brno, s. 61-67.

PRUGAR J., et al., 1977: *Kvalita rostlinných produktů*. Praha, SZN, 302 s.

PRUGAR J., et al., 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: VÚPS, a.s. ve spolupráci s ČAZV, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2

PSOTA J., 2006: Hodnocení sladovnického ječmene. In ZIMOLKA J., et al.: *Ječmen – formy a užitkové směry v ČR*. Praha: Profi Press, s.r.o., 200 s. ISBN 80-86726-18-5

PSOTA J., EHRENBERGEROVÁ J., 2008: *Ječmen*. In PRUGAR J., et al., 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: VÚPS, a.s. ve spolupráci s ČAZV, s. 116-132. ISBN 978-80-86576-28-2

PSOTA V., KOSAŘ K., 1997: Hodnocení odrůd sladovnického ječmene. In KOSAŘ K., PROKEŠ J., PSOTA V., ONDERKA M., VÁŇOVÁ M.: *Kvalita sladovnického ječmene a technologie jeho pěstování*. Metodika pro zemědělskou praxi, č. 3/1997. Praha: ÚZPI, 37-43 s.

PSOTA V., KOSAŘ K., 2002: Ukazatel sladovnické kvality. *Kvasný průmysl*, 48(6), 142-148. [Cit. 26-08-2016] Dostupné z: <http://www.kvasnyprumysl.cz/pdfs/kpr/2002/06/01.pdf>

PSOTA V., ŠEBÁNEK J., 1999: *Role fytohormonů v klíčení a sladování*. Studijní informace. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 53 s.

PSOTA V., VEJRAŽKA K., 2006: Fyzikální vlastnosti obilek ječmene a zrn sladu. *Kvasný průmysl*, 52(5): 148-150. Dostupné z: DOI: 10.18832/kp2006013

ROTREKL J., et al., 2001: *Nové systémy zakládání a ochrany vybraných plodin*. Zemědělské informace č. 17/2001. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 30 s.

SÁNCHEZ-GIRÓN V., SERRANO A., SUÁREZ M., HERNANZ J.L., NAVARRETE L., 2007: Economics of reduced tillage for cereal and lagume production on rainfed farm enterprises of different sizes in semiraid conditions. *Soil & Tillage Research*, 95(1-2): 149-160. Doi:10.1016/j.still.2006.12.007. [Cit. 23-08-2016] Dostupné z:

http://ac.els-cdn.com/S0167198707000062/1-s2.0-S0167198707000062-main.pdf?_tid=bc855d30-7b2c-11e6-b607-00000aab0f27&acdnat=1473934455_4f3f9c6f6f7cf01eac77ee8345684078

SOMMER C., 1997: *Bodenbearbeitung*. In KELLER E.R., et al.: *Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 242-276 s.

SPOUSTA J., 2015: *Hodnocení agrokomodity ječmen jarní z hlediska využití na trhu*. Bakalářská práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 49 s.

SMUTNÝ V., et al., 2015: *Význam technologií zpracování půdy a dalších agrotechnických opatření při pěstování obilnin*. Certifikovaná metodika. 1.vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 56 s. ISBN 978-80-7509-369-1

SUŠKEVIČ M., 1994: Dlouhodobé působení minimálního zpracování půdy k jarnímu ječmeni a ozimé pšenici na výnosy a výrobnost osevního postupu. *Rostl. Výr.*, 40(9): 817-823. ISSN 0370-663X

SUŠKEVIČ M., 1995: Dlouhodobý vliv různého zpracování půdy na výnosy zrna kukuřice a ozimé pšenice. *Rostl. Výr.*, 41(2): 55-58. ISSN 0370-663X

SUŠKEVIČ M., PROCHÁZKOVÁ B., 2000: Konvenční technologie zpracování půdy k obilovinám. *Úroda*, 48(2): 28-29. ISSN 0139-6013

ŠEBÁNEK J., et al., 1983: *Fyziologie rostlin*. Praha: SZN Praha, 550 s.

ŠIMON J., ŠKODA V., HŮLA J., 1999: *Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi*. Praha: Agrospoj, 78 s.

ŠKODA V., 1995: Současné a nové trendy ve zpracování půdy. *Příspěvek z odborné konference*, s. 1-7. [Cit. 31-08-2016] Dostupné na:
http://www.agris.cz/Content/files/main_files/63/141178/skoda.pdf

ŠPUNAROVÁ M., NESVATBA Z., PSOTA V., 2007: Současné trendy a perspektivy šlechtění sladovnického ječmene. *Úroda*, 55(2): 27-29. ISSN 0139-6013

ÚKZÚZ, 2014a: *Analýza rostlinného materiálu. Jednotné pracovní postupy*. 3. vyd. Brno: ÚKZÚZ, národní referenční laboratoř Brno.

ÚKZÚZ, 2014b: *Seznam doporučených odrůd 2014. Obilnin a luskovin 2014*. Brno: ÚKZÚZ, národní odrůdový úřad. ISBN 978-80-7401-089-7

- ULLRICH S.E., CLANCY J.A., ESLICK R.F., LANCE R.C.M., 1986: β -glucan content and viscosity of extracts from waxy barley. *J. CerealSci.*, 4(3): 279-285.
- VAKALI CH., ZALLER G. J., KÖPKE U., 2011: Reduced tillage effects on soil properties and growth of cereals and associated weeds under organic farming. *Soil & Tillage Research*, 111: 133-141. Dostupné z: DOI: 10.1016/j.still.2010.09.003
- VÁŇOVÁ M., PALÍK S., JIRSA O., 2011: Vliv předplodiny, ročníku, intenzity pěstování a odrůdy na výnos a jakostní parametry jarního ječmene. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 127(9-10): 298-303. ISSN 1805-9708 (Online). [Cit. 22-08-2016] Dostupné z: http://www.cukr-listy.cz/on_line/2011/PDF/298-303.pdf
- ZAVŘELOVÁ M., 2014: Složení zrna ječmene z hlediska potravinářského využití. *Kvasný průmysl*, 60(5): 127-130. Dostupné z: DOI: 10.18832/kp2014013
- ZIMOLKA J., 1998: Zaorávání řepného chrástu negativně působí na sladovnický ječmen. *Úroda*, 46(7): 24. ISSN 0139-6013
- ZIMOLKA J., et al., 2006: *Ječmen – formy a užitkové směry v České republice*. 1. vyd. Praha: Profi Press, s. r. o., 200 s. ISBN 80-86726-18-5
- ZRUBEC F., 1984: Pedologické aspekty spracovania pôdy. *Úroda*, 22(9): 413-415.

9 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Osevní plochy obilnin v ČR v letech 1980–2014.....	12
Obr. 2: Struktura osevu obilovin v roce 2014.....	13
Obr. 3: Vývoj ploch a výnosů jarního ječmene	13
Obr. 4: Řez obilkou ječmene	15
Obr. 5: Průměrné měsíční teploty vzduchu v Ivanovicích na Hané	47
Obr. 6: Průměrné roční teploty vzduchu v Ivanovicích na Hané v letech 1990–2014 .	48
Obr. 7: Průměrné měsíční úhrny srážek v Ivanovicích na Hané, průměr za období 1990–2014	48
Obr. 8: Roční úhrny srážek v Ivanovicích na Hané v letech 1990–2014	49
Obr. 9: Výnos zrna jarního ječmene pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen	54
Obr. 10: Výnos zrna jarního ječmene pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu ozimá pšenice – cukrovka – jarní ječmen	56
Obr. 11: Výnos zrna jarního ječmene pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen	58
Obr. 12: Průměrný výnos zrna zrna jarního ječmene pěstovaného v letech 1990–2014 v jednotlivých osevních sledech	60
Obr. 13: Statistické vyhodnocení vlivu ročníku na výnos zrna jarního ječmene.....	62
Obr. 14: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu na výnos zrna jarního ječmene	63
Obr. 15: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na výnos zrna jarního ječmene.....	63
Obr. 16: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu a způsobu zpracování půdy na výnos zrna jarního ječmene	64
Obr. 17: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na výnos jarního ječmen ve třech osevních sledech	65
Obr. 18: Statistické vyhodnocení vlivu ročníku na HTZ (g) jarního ječmene.....	72

Obr. 19: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu na HTZ (g) jarního ječmene	73
Obr. 20: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na HTZ (g) jarního ječmene.....	73
Obr. 21: Statistické vyhodnocení vlivu osevního postupu a intenzity zpracování půdy na HTZ (g) jarního ječmene	74
Obr. 22: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na HTZ (g) jarního ječmene ve třech osevních sledech.....	75
Obr. 23: Statistické vyhodnocení vlivu ročníku na podíl předního zrna jarního ječmene vyjádřeno v (%).....	77
Obr. 24: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu na podíl předního zrna jarního ječmene v (%).....	78
Obr. 25: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na podíl předního zrna jarního ječmene v (%).....	78
Obr. 26: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu a intenzity zpracování půdy na podíl předního zrna jarního ječmene v (%).	79
Obr. 27: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na podíl předního zrna jarního ječmene v (%) ve třech osevních sledech.....	80
Obr. 28: Statistické vyhodnocení vlivu ročníku na obsah dusíkatých látek v zru jarního ječmene v (%)	82
Obr. 29: Statistické vyhodnocení vlivu osevního sledu na obsah dusíkatých látek v zru jarního ječmene v (%)	83
Obr. 30: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na obsah dusíkatých látek v zru jarního ječmene v (%)	83
Obr. 31: Statistické vyhodnocení vlivu osevního postupu a různé intenzity zpracování půdy na obsah dusíkatých látek v zru jarního ječmene v (%).	84
Obr. 32: Statistické vyhodnocení vlivu různé intenzity zpracování půdy na obsah dusíkatých látek v zru jarního ječmen v (%) pěstovaného ve třech osevních postupech.....	85

10 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Chemické složení zrna ječmene	17
Tab. 2: Hodnoty jakostních ukazatelů jarního ječmene.....	19
Tab. 3: Ukazatele sladovnické jakosti	24
Tab. 4: Osevni postupy	49
Tab. 5: Výnos zrna jarního ječmene (t.ha-1) pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu kukuřice na siláž – cukrovka – jarní ječmen (K-C-J).....	53
Tab. 6: Výnos zrna jarního ječmene (t.ha-1) pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu ozimá pšenice – cukrovka – jarní ječmen (-o-C-J).....	55
Tab. 7: Výnos zrna jarního ječmene (t.ha-1) pěstovaného v letech 1990–2014 v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen (J-C-J)	57
Tab. 8: Průměrný výnos zrna jarního ječmene (t.ha-1) pěstovaného v letech 1990–2014 v jednotlivých osevních sledech	59
Tab. 9: Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na výnos zrna jarního ječmene	61
Tab. 10: Výnosové prvky a kvalitativní parametry jarního ječmene v letech 2004–2014 v osevním sledu kukuřice – cukrovka – jarní ječmen	66
Tab. 11: Výnosové prvky a kvalitativní parametry jarního ječmene v letech 2004–2014 v osevním sledu ozimá pšenice – cukrovka – jarní ječmen.....	68
Tab. 12: Výnosové prvky a kvalitativní parametry jarního ječmene v letech 2004–2014 v osevním sledu jarní ječmen – cukrovka – jarní ječmen.....	69
Tab. 13: Statistické vyhodnocení pokusných faktorů na HTZ jarního ječmene.....	71
Tab. 14: Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na podíl předního zrna jarního ječmene.....	76
Tab. 15: Statistické vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na obsah dusíkatých látek v zrnu jarního ječmene	81

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I Teplota (°C) na výzkumné stanici v Ivanovicích na Hané v letech 1990–2014

Příloha II Měsíční úhrny srážek (mm) v letech 1990–2014

Příloha III Vliv pokusných faktorů na výnos a kvalitativní parametry zrna jarního ječmene-souhrn výsledků

Příloha. I: Teplota (°C) na výzkumné stanici v Ivanovicích na Hané v letech 1990–2014

Rok	Měsíc												Průměr
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	
1990	-0,60	3,64	6,96	8,18	14,84	17,00	17,75	19,00	12,32	9,44	4,57	-0,57	9,38
1991	-0,49	-4,71	5,51	7,92	10,64	16,39	20,26	18,73	15,73	7,85	3,66	-2,01	8,29
1992	-0,09	2,05	4,01	8,73	14,49	18,38	20,71	23,26	14,85	7,48	3,55	-0,79	9,72
1993	-0,89	-1,70	2,20	10,50	16,80	17,40	18,3	19,00	14,20	9,10	0,37	1,14	8,87
1994	2,21	-0,54	6,40	9,67	14,30	17,80	21,99	20,49	16,14	7,38	4,74	0,67	10,10
1995	-1,18	3,70	3,13	9,60	13,81	16,72	21,73	18,86	13,32	10,37	1,17	-1,85	9,12
1996	-4,65	-5,34	-0,50	8,94	15,24	17,97	17,55	18,36	11,44	10,18	5,71	-4,70	7,52
1997	-5,00	0,91	4,28	6,41	15,13	17,99	18,00	19,86	14,08	6,57	3,75	1,07	8,59
1998	0,73	2,71	3,01	11,13	14,61	18,74	19,84	19,71	14,04	8,88	0,53	-2,40	9,29
1999	-0,65	-0,75	5,80	10,50	14,78	17,54	20,43	18,33	17,62	9,79	2,95	-0,57	9,65
2000	-2,53	2,85	4,55	12,58	16,31	19,24	17,32	20,64	13,94	12,62	7,16	1,01	10,47
2001	-0,97	1,39	4,51	8,10	16,14	16,30	20,31	20,66	12,71	12,14	2,16	-4,06	9,12
2002	-1,38	3,94	5,66	9,30	17,79	19,30	21,24	20,45	13,89	7,97	6,24	-3,59	10,07
2003	-2,02	-2,73	4,12	9,03	17,06	21,11	20,43	21,78	14,46	6,76	5,88	0,02	9,66
2004	-3,60	1,13	3,76	11,04	13,65	17,42	19,30	20,11	14,67	10,75	4,03	-0,18	9,34
2005	-0,18	-2,53	1,59	10,00	14,27	17,19	19,68	17,59	15,41	9,63	2,42	-1,17	8,66
2006	-7,11	-2,86	0,99	10,33	14,51	18,45	22,47	16,92	16,32	10,75	6,34	2,65	9,15
2007	-1,79	0,24	3,67	9,51	14,83	17,71	19,76	19,38	14,53	9,34	3,57	-0,70	9,17
2008	-1,20	0,50	4,03	9,64	15,01	17,85	19,83	19,58	14,37	9,23	3,46	-0,75	9,30
2009	-1,20	0,55	4,15	9,67	14,96	17,95	19,84	19,61	14,33	9,27	3,80	-0,70	9,35
2010	-4,69	-1,23	4,25	9,43	13,14	18,17	21,14	18,78	13,01	6,80	6,50	-4,29	8,42
2011	-0,76	-1,47	4,63	11,49	14,39	18,40	18,14	19,87	16,14	8,71	2,42	1,88	9,49
2012	0,31	-4,49	5,99	10,17	15,93	18,79	20,33	20,16	15,32	8,82	6,10	-2,00	9,62
2013	-2,03	-0,25	0,83	9,62	14,01	17,33	20,76	19,63	13,02	9,97	5,20	1,85	9,16
2014	0,77	2,89	7,48	10,73	13,88	17,66	20,60	17,35	15,27	10,50	7,08	1,70	10,49
Průměr	-1,60	-0,10	4,00	9,70	14,80	17,90	19,90	19,50	14,50	9,20	4,10	-0,70	9,27

Příloha. II: Měsíční úhrny srážek (mm) v letech 1990–2014

Rok	Měsíc												
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Suma
1990	1,90	45,70	10,10	79,50	66,70	151,50	50,20	25,90	59,30	45,30	49,90	22,00	608,00
1991	9,60	13,40	14,90	25,40	105,40	68,80	59,70	47,60	39,60	10,40	106,90	24,00	526,50
1992	4,50	14,90	92,30	38,40	36,20	74,30	55,30	48,60	30,30	56,00	27,00	40,40	518,20
1993	12,50	12,00	10,80	1,50	22,70	72,80	70,10	36,90	66,20	47,20	40,20	62,50	455,40
1994	24,60	14,10	25,40	59,70	93,20	39,60	40,40	138,50	49,10	54,20	13,60	35,00	587,40
1995	26,70	15,90	45,40	26,20	71,20	69,20	39,40	122,70	77,10	2,10	32,90	37,90	566,70
1996	37,50	47,80	22,30	50,30	90,90	58,70	47,50	81,60	50,70	48,50	53,20	25,60	614,60
1997	21,30	19,80	25,10	22,30	53,50	66,20	208,50	33,80	61,20	23,60	78,90	31,40	645,60
1998	15,10	2,80	10,20	37,60	38,50	108,90	47,40	32,70	108,20	120,40	24,20	10,90	556,90
1999	9,80	27,10	29,20	53,90	49,00	106,90	75,60	17,80	45,00	8,60	50,20	23,50	496,60
2000	43,50	13,40	69,10	8,10	45,40	18,10	136,30	51,10	23,10	27,40	69,10	35,50	540,10
2001	39,10	10,70	60,80	48,20	47,90	41,20	106,20	77,80	125,20	17,10	22,30	29,30	625,80
2002	12,40	30,60	9,40	21,00	31,00	55,10	60,10	107,90	43,90	75,10	41,90	38,40	526,80
2003	31,00	3,20	4,10	26,50	52,40	13,10	82,00	11,90	28,90	65,50	34,60	8,00	361,20
2004	31,50	31,50	45,40	12,50	16,40	98,60	39,10	29,00	40,00	60,70	56,60	14,90	476,20
2005	20,30	56,40	11,90	49,50	108,30	49,90	96,70	86,90	21,90	5,90	32,10	56,40	596,20
2006	37,20	31,20	42,00	77,10	70,00	120,60	55,90	156,80	14,30	13,30	22,60	18,20	659,20
2007	23,10	23,30	29,20	36,00	59,30	75,10	75,40	66,20	50,80	38,30	41,40	30,10	548,20
2008	23,70	23,30	32,30	35,40	59,80	71,90	73,20	66,70	53,60	38,30	41,50	29,60	549,30
2009	23,40	21,50	33,50	37,00	61,00	70,10	70,00	65,10	55,60	38,80	41,30	29,10	546,40
2010	78,80	29,40	13,30	45,90	210,20	90,20	91,40	127,50	67,30	8,00	38,10	25,70	825,80
2011	13,30	1,50	35,00	31,50	58,80	84,50	91,20	57,20	26,80	23,50	0,10	15,40	438,80
2012	30,70	6,80	3,00	29,50	21,80	93,60	62,40	73,80	48,80	66,10	21,80	23,30	481,60
2013	20,10	44,10	47,10	32,00	83,40	109,20	2,40	88,70	63,50	32,20	18,50	9,70	550,90
2014	25,10	9,70	6,50	19,90	52,60	31,00	106,10	93,50	87,90	47,10	19,70	21,30	520,40
Průměr	24,67	22,00	29,13	36,20	64,22	73,56	73,70	69,85	53,53	38,94	39,14	27,96	552,91

Příloha. III: Vliv pokusných faktorů na výnos a kvalitativní parametry jarního ječmene-souhrn výsledků

Varianta zpracování půdy	Parametr	K-C-J	P-C-J	J-C-J	Průměr
Orba na 0,22m	HTZ	43,40	43,60	43,80	43,60
	přední z.	84,50	84,50	85,50	84,83
	N látky	11,40	11,40	11,20	11,33
Orba na 0,15 m	HTZ	43,60	43,80	44,50	43,97
	přední z.	86,20	86,70	88,40	87,10
	N látky	11,10	10,80	10,60	10,83
Přímé setí do nezp. půdy	HTZ	44,70	46,00	45,90	45,53
	přední z.	89,30	91,80	91,70	90,93
	N látky	10,90	10,80	10,70	10,80
Kypření na 0,10 m	HTZ	43,40	45,00	45,80	44,73
	přední z.	86,40	89,80	91,60	89,27
	N látky	11,30	11,00	10,50	10,93
Průměr	HTZ	43,80	44,60	45,00	44,47
	Přední z.	86,60	88,20	89,30	88,03
	N látky	11,18	11,00	10,75	10,98