

**Mendelova univerzita v Brně**

**Agronomická fakulta**

**Ústav agrosystémů a bioklimatologie**

---



**Stanovení množství posklizňových zbytků v osevním postupu v podmínkách  
hospodaření se živočišnou výrobou**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

Ing. Lubomír Neudert, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Tomáš Barteska

---

Brno 2015



## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Stanovení množství posklizňových zbytků v osevním postupu v podmínkách hospodaření se živočišnou výrobou** vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, 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:.....

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat panu Ing. Lubomíru Neudertovi, Ph.D. za pomoc při zadávání diplomové práce, za odborné vedení, cenné rady a trpělivost při jejím zpracování.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá problematikou posklizňových zbytků v osevním postupu. V práci je popsána metodika zakládání pokusu, měření, odběru a analýzy vzorků. Je uvedena i charakteristika a klimatické podmínky pokusné lokality. Množství posklizňových zbytků bylo sledováno u 3 plodin (pšenice ozimá po vojtěšce, pšenice ozimá po kukuřici a ječmen jarní po cukrovce) u třech variant zpracování půdy a ve třech hloubkách odběru. Z vybraných plodin nejvíce posklizňových zbytků  $24,98 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  zanechala pšenice ozimá pěstovaná po vojtěšce seté u varianty s přímým setím. Naopak nejmenší množství  $13,02 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  je u ječmene jarního po variantě minimalizační. Varianta orba u pšenice po vojtěšce a pšenice po kukuřici dosáhla v průměru  $17,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Průměrné množství zanechané podzemní biomasy po všech plodinách bez rozdílu variant zpracování v hloubce  $0 - 0,15 \text{ m}$  činilo  $10,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . V hloubce  $0,15 - 0,30 \text{ m}$  to bylo  $2,84 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a v hloubce  $0,30 - 0,45 \text{ m}$  –  $2,40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Celkové množství posklizňových zbytků (podzemní biomasa + sláma strniště) bylo u pšenice ozimé pěstované po vojtěšce –  $21,25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , pšenice ozimé po kukuřici –  $18,77 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  a ječmene jarního po cukrovce –  $13,45 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

Výsledky diplomové práce prokázaly značnou odlišnost od výsledků uvedených v literárních zdrojích. To mohlo být způsobeno vlivem ročníku, který byl mimořádně výnosný nebo také může být ovlivněno výběrem reprezentativního místa, protože odebraný vzorek zastupuje pouze malý úsek z celkové plochy.

**Klíčová slova:** posklizňové zbytky, technologie zpracování půdy, kořeny, strniště

## **ABSTRACT**

The dissertation focuses on issue of a post-harvest residues in the crop rotation. The paper describes methodology of setting up the experiment, measurements, collection and analysis of samples. Also available is a characteristics and climatic conditions of the experimental locality. The amount of post-harvest residues were followed up for 3 crops (winter wheat after alfalfa, winter wheat after maize and spring barley after sugar beet) for three variants of tillage and three sampling depths. From these selected the most post-harvest residues  $24.98 \text{ t.ha}^{-1}$ , was left by winter wheat grown after alfalfa sown variant with direct seeding. The smallest amount of  $13.02 \text{ t.ha}^{-1}$  was measured for spring barley after method of minimization. Option of plowing for wheat after alfalfa and wheat after corn reached was measured by average of  $17.5 \text{ t.ha}^{-1}$ . Average amount of underground biomass of all crops without distinction in processing variations was resulted at the depth of 0 - 0.15 m amount of  $10.03 \text{ t.ha}^{-1}$ . At a depth of 0.15 to 0.30 m, it was  $2.84 \text{ t.ha}^{-1}$  and at a depth of 0.30 to 0.45 m -  $2.40 \text{ t.ha}^{-1}$ . The total amount of post-harvest residues (underground biomass + straw stubble) Winter wheat was grown after alfalfa -  $21.25 \text{ t.ha}^{-1}$ , winter wheat after corn -  $18.77 \text{ t.ha}^{-1}$  and spring barley after sugar beat -  $13.45 \text{ t.ha}^{-1}$ . The results of dissertation showed a significant difference according the results listed in the literature sources. This could be due to the influence of the year, which was extremely profitable and may also be influenced by the selection of representative localities, because the sample taken represents only a small portion of the total area.

**Key words:** post-harvest residues, tillage technology, roots, stubble

## OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	CÍL PRÁCE.....	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	11
3.1	Půdní organická hmota a její bilance.....	11
3.1.1	Vliv osevního postupu .....	11
3.1.2	Technologie zpracování půdy .....	13
3.1.2.1	Technologie s orbou .....	14
3.1.2.2	Minimalizační technologie .....	14
3.1.3	Sláma .....	16
3.1.4	Řepný chrást .....	17
3.1.5	Kořenová hmota.....	17
3.1.6	Statková hnojiva .....	20
3.1.7	Zelené hnojení.....	20
3.2	Positivní i negativní vliv posklizňových zbytků.....	21
4	MATERIÁL A METODIKA .....	23
4.1	Charakteristika pokusné lokality .....	23
4.2	Klimatické podmínky .....	23
4.2.1	Průběh počasí v roce 2014 .....	24
4.3	Metodika polního pokusu AGRO 2 .....	26
4.3.1	Varianty pokusu .....	27
4.4	Odběr vzorků posklizňových zbytků .....	28
4.4.1	Charakteristika kořenového vrtáku .....	29
4.4.2	Metodika odběru vzorků .....	29
4.4.3	Rozbor vzorků.....	30
4.4.4	Výpočet a vyhodnocení .....	30
5	VÝSLEDKY .....	32
5.1.1	Podzemní organická hmota.....	32
5.1.1.1	Pšenice ozimá po vojtěšce .....	32
5.1.1.2	Pšenice ozimá po kukuřici .....	35
5.1.1.3	Ječmen jarní po cukrové řepě .....	39
5.1.1.4	Zhodnocení kořenové hmoty v rámci sledovaných obilnin .....	43
5.1.2	Nadzemní organická hmota sledovaných obilnin.....	49
5.1.3	Celkové množství posklizňových zbytků .....	50
6	DISKUSE .....	52

7	ZÁVĚR .....	54
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	55
9	SEZNAM TABULEK .....	60
10	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	62
11	PŘÍLOHY .....	63



# 1 ÚVOD

Od roku 1989 dochází v zemědělství ke změnám ve struktuře organizace podniků. Z ekonomických důvodů klesají počty hospodářských zvířat a přibývá podniků zabývajících se pouze rostlinnou výrobou, u které zároveň dochází k zjednodušení skladby plodin. Důsledkem toho klesá produkce stájových hnojiv, které měly nezastupitelnou úlohu v dodání organických látek do půdy. Dále roste zastoupení zvláště obilnin na orné půdě, čímž vzniká problém se zanechanými posklizňovými zbytky a slámou, která není využita v živočišné výrobě.

V současné době je potřeba se věnovat alternativním zdrojům organickým látek, zejména problematice hospodaření s posklizňovými zbytky. Posklizňové zbytky rostlin, především pak kořeny, mohou být právě tímto důležitým zdrojem. Množství a kvalita posklizňových zbytků je ovlivněna způsobem hospodaření na půdě, zejména pak správně sestaveným osevním postupem a dobře zvolenou technologií zpracování půdy, vhodnou pro dané podmínky.

Kořenům bývá věnována nedostatečná pozornost, jelikož jejich studie je oproti nadzemním orgánům rostlin mnohem náročnější. Kořeny však mají řadu nezastupitelných vlastností, čímž nabývají na důležitosti a neměly by být přehlíženy.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem diplomové práce bylo prostudovat odbornou literaturu zabývající se danou problematikou a seznámit se s přírodními a výrobními podmínkami pokusné lokality. Dalším úkolem bylo vypracovat metodiku a vybrat vhodné varianty polního pokusu a také dle metodiky provádět odběr a analýzy vzorků v laboratoři. Dále získané hodnoty zhodnotit a porovnat a vyhodnotit statisticky.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Půdní organická hmota a její bilance

Pojem půdní organická hmota zahrnuje komplex všech neživých organických látek vyskytujících se v půdě či na jejím povrchu (Kostelanský, 1997). Je výchozí látkou humusu a z velké části se mineralizuje. Z živin v půdní organické hmotě převládá půdní dusík asi 99 %, dále fosfor zastoupený 20 - 50 % a podstatná část draslíku (Krejčíř, 1990).

Jedním ze současných problémů zemědělství je sledování kvality organické hmoty a jejího množství v půdě (Hartman, Pokorný, 2000). Tato hmota ovlivňuje především biologické, fyzické a chemické vlastnosti půdy a tvoří tak základní faktor úrodnosti půdy (Kubát, Klír, 2000). Předpokladem trvale udržitelného hospodaření na zemědělské půdě je bilancování půdní organické hmoty a postupy k udržení množství a kvality humusu (Procházková a kol., 2001).

Odhad rozloženého množství v sušině se přibližuje  $3,5 - 4,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  organických látek v závislosti na půdních a povětrnostních podmínkách (Petříčková, Málek, 1997). Posklizňové zbytky v půdě a na povrchu půdy, v poměru přibližně 50 – 60 %, spolu s organickými hnojivy (sláma, řepný chrást, meziplodiny, statková hnojiva) zaujímajícími zbylých 40 – 50 %, tvoří příjmovou část bilance organických látek (Krejčíř, 1990).

Zde také plní svou úlohu hospodaření s organickou hmotou především osevní postup a způsob zpracování půdy.

#### 3.1.1 Vliv osevního postupu

Pod pojmem osevní postup rozumíme systematické střídání plodin, nezbytné z hlediska zachování úrodnosti půdy, na určitém pozemku a v určitém čase. Dále je třeba zohlednit záměr produkce a dané nároky plodin.

Při osevním postupu je třeba dbát na správné střídání plodin. Správným střídáním plodin se optimálně využívají přírodní podmínky, dochází ke zmírnění nepříznivého působení na životní prostředí vlivem zemědělské činnosti a zároveň působí pozitivně na ekonomiku podniku (Petříčková, Málek, 1997).

U střídání plodin musíme brát v potaz následující (Kohout, Škoda, Zitta, 1992):

- vztah k půdní struktuře

- vztah k živinám
- vztah k vodě
- vztah k plevelům, škůdcům a chorobám
- způsob zakořenění
- reakce na organické hnojení
- obohacování půdy posklizňovými zbytky
- délku mezíporostního období
- projevy únavy půdy.

Mezi cíle osevního postupu patří nepřetržitě zásobení půdy organickými látkami (Krejčíř, 1990). Jak již bylo uvedeno, jedním ze zdrojů organických látek, jenž se vrací do půdy, jsou posklizňové zbytky. U posklizňových zbytků hraje jejich kvalita a množství rozhodující roli pro hodnocení předplodinové hodnoty, podle které lze určit, jak která plodina obohacuje půdu o organickou hmotu a jak se podílí na bilanci organické hmoty v půdě. (Petříčková, Málek, 1997).

Množství i kvalita posklizňových zbytků se u jednotlivých plodin odlišují (Merendiak, Kopčanová, Leitgeb, 1987).

Dle Krejčíře (1990) bychom měli brát v potaz, že množství posklizňových zbytků kolísá v závislosti na mnoha faktorech a znesnadňuje tak objektivní hodnocení přísunu organické hmoty do půdy.

Množství posklizňových zbytků v půdě u jednotlivých rostlin v tunách na hektar (Petříčková, Málek, 1997):

víceleté píceřniny	6	–	8
obilniny	1	–	2,5
luskoviny a olejřniny	0,5	–	2
okopaniny	0,5	–	1,5.

Víceleté pícniny, mezi které řadíme například vojřtěšku, vykazují nejvyšší množství posklizňových zbytků, menší množství zbytků zaznamenáváme u obilovin, luskovin a olejřnin, nejmenší množství pak u okopanin.

V bilanci organické hmoty do půdy se pozitivně projevuje vyšší zastoupení víceletých pícnin, negativně se projevuje vyšší zastoupení okopanin (Kvěch a kol., 1985). Ale při hnojení okopanin statkovými hnojivy dochází k přířznivému působení na

bilanci organické hmoty. Obilniny a luskoviny vykazují ztrátovou bilanci organické hmoty (Krejčíř 1990).

Mezi důležitá kritéria patří kvalita posklizňových zbytků (vyjádřená poměrem C : N), množství zastoupení ligninu a celulózy a obsah ostatních živin hlavně P a K. Poměr C : N a množství zastoupení ligninu a celulózy se podílí na rychlosti rozkladu posklizňových zbytků. Jednotlivé plodiny nebo jejich směsky vykazují různé poměry uhlíku a dusíku. Jeteloviny, luskoviny a okopaniny mají příznivý poměr a to 17 – 23 : 1. Řepka ozimá, luskovinoobilné směsky na zelenou hmotu a obilniny sklizené na zelenou hmotu vykazují také příznivý poměr. Méně vhodný poměr dusíku a uhlíku mají obilniny na zrno a to 50 - 80 : 1 (Kvěch a kol., 1985).

Podle Petříčkové a Málka (1997) vyplývá z výše uvedených informací, že by bylo vhodné střídat plodiny, které vykazují vysokou produkci kvalitních posklizňových zbytků s plodinami s produkcí zbytků menší či střední a udržovat nebo zvyšovat vhodným střídáním plodin nadále úrodnost půdy.

### **3.1.2 Technologie zpracování půdy**

Od nároků pěstovaných plodin na půdní prostředí se odvíjí způsob zpracování půdy, při kterém je potřeba brát v potaz půdní klimatické podmínky i stávající stav půdy.

Technologie zpracování půdy by měla zajistit (Neudert, Procházková, 2009):

- hospodárné zacházení s půdou,
- příznivou strukturu půdy a zachování případně zvyšování úrodnosti půdy,
- aktivní biologickou funkci a fyzikální poměry v půdě vytvářením příznivých podmínek,
- ochranu rostlin před výskytem škodlivých činitelů,
- zabránění nepříznivým vlivům na půdě (eroze), či v půdní struktuře.

Rozdělení způsobů zpracování půdy (Hůla, Procházková a kol., 2008):

- technologie s orbou (konvenční)
- technologie bez orby (minimalizační)
  - minimalizace s kypřením půdy do zvolené hloubky
  - půdoochranné zpracování
  - přímé setí (setí do nezpracované půdy)

### **3.1.2.1 Technologie s orbou**

Při využití technologie s orbou se půda obrací, kypří, drobí a promíchává, k čemuž je využíván radličný pluh. Hloubka zpracování se odvíjí od charakteru pozemku a potřeb následné plodiny. Do půdy se během orby zapravují posklizňové zbytky předplodin, hmota meziplodin, výdrol a plevele a organická a minerální hnojiva (Hůla, Kovaříček, Vlášková, 2009). Kvalitní orba by měla být prováděna při optimální vlhkosti půdy. U lehkých půd je optimální vlhkost přibližně 5 - 10 %, u středně těžkých 15 – 22 %, u těžkých 20 - 30 % (Kostelánský, Procházková, 1997).

Pokud se zaměříme na fyzikální vlastnosti je oproti minimalizačním technologiím rozdíl zejména v objemové hmotnosti a pórovitosti (Šimon, Škoda, Hůla, 1999).

Javůrek, Vach (2008) prováděli srovnání v utužení půdy mezi vybranými technologiemi zpracování. Zjistili, že u konvenční technologie je nejnižší zhutnění v obdělávané vrstvě, ale pod hloubkou zpracování vzniká zhutnělé podbrázdí, jehož odstranění je značně finančně náročné. Při použití technologie přímého setí je půda nejvíce utužená v horní vrstvě. U minimálního zpracování je zřejmé mělké prokypření. Šimon, Škoda, Hůla (1999) uvádí, že během vegetace se rozdíl mezi různými způsoby zpracování vyrovnávají. Dále zmiňují problém utuženého podorničí, který můžeme použitím minimalizačních technologií omezit.

Konvenční technologii zpracování půdy je vhodné používat u půd nacházejících se ve vlhčích a chladnějších podmínkách a půd druhově těžších. Toto zpracování půdy je patřičné pro zachování nezbytné pórovitosti. Roli zde hraje zejména objem hrubých nekapilárních pórů, jež mají vliv na propustnost a aerační schopnost půdy (Neudert, Procházková, 2009).

Vyšší intenzitou zpracování se zvyšuje provzdušenost půdy což má také pozitivní vliv na mineralizaci organické hmoty (Šimon, Škoda, Hůla, 1999).

### **3.1.2.2 Minimalizační technologie**

V praxi se pro zakládání porostů plodin vedle konvenčních technologií s orbou prosazují minimalizační technologie. Minimalizační technologie jsou specifické redukcí hloubky a intenzitou zpracování půdy (počet mechanických zásahů do půdy) (Neudert, Procházková, 2009). Jeden z hlavních rozdílů v porovnání s technologií s orbou je zanechání rostlinných zbytků na povrchu půdy nebo ve vrchní vrstvě (Hůla a kol., 2010). Köller, Linke (2006) dodávají, že je možné dosáhnout až 50% úspory práce na

rozdíl od orby, což nám umožňuje včasné provádění zemědělských prací. V Tabulce 1 je uvedeno srovnání posklizňových zbytků na povrchu půdy při různém zpracování.

**Tabulka 1: Množství posklizňových zbytků na povrchu po zpracování půdy různými stroji (Šimon, Škoda, Hůla, 1999)**

Stroj	% posklizňových zbytků na povrchu půdy
Pluh	0 - 5
Dlátový kypřič s 5 cm širokými radličkami	75
Těžký talířový podmítač	60

Půdoochranné zpracování půdy se vyznačuje tím, že po zasetí je pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny minimálně 30 % povrchu půdy.

Dále lze použít technologie bez jakéhokoli zpracování půdy, jedná se o tzv. přímé setí. Tato technologie využívá speciální secí stroje, které jsou schopny uložit osivo do nezpracované půdy. Setí se nejčastěji provádí pomocí kotoučových secích botek, u nichž nedochází k tak častému ucpání slámou (Köller, Linke, 2006). Povrch půdy je po zasetí pokryt z 80 - 90 % rostlinnými zbytky (Šimon, Škoda, Hůla, 1999). Před secí botku se proto často montují pracovní orgány, jež mají za úkol dosažení lepší kvality práce např. hladké nebo ozubené disky a odhrnovače slámy (Köller, Linke, 2006).

Vach a Javůrek (2011) uvádí, že redukce hloubky a intenzita zpracování půdy může přispět ke zlepšení biologické aktivity, zlepšení strukturního stavu půdy a zvýšení kvality organické hmoty v půdě. Mimo jiné dochází k pozitivnímu hospodaření s půdní vláhou (např. zvyšování infiltrace vody do půdy) a k omezení vyplavování pohyblivých forem dusíku apod. Mezi další klady patří potlačení vodní a větrné eroze (Vach, Javůrek, 2011).

Řada autorů potvrdila ve svých studiích pozitivní vliv technologií hospodařících s posklizňovými zbytky na erozi půdy.

Použití bezorebné technologie při zakládání porostů kukuřice a sóji snižuje ze 40 a 65 % ztráty způsobené erozí (Basić a kol., 2004). Schuller a kol. (2007) dodávají, že technologie s managementem posklizňových zbytků mohou snižovat vodní erozi ze 100 % až 57 % a tím zabránit výrazným ztrátám živin. Javůrek a kol. (2008) v závěru své práce dospěli k tomu, že v průběhu vegetace je dopad vodní eroze díky vyššímu pokryvu posklizňových zbytků menší v porovnání s konvenční technologií.

### 3.1.3 Sláma

Jednou z možností jak značně uhradit nedostatečný přívod organických látek do půdy je hnojení slámou (Richter a kol., 2002).

Jednotlivé druhy slámy se liší chemickým složením, příklad je uveden v Tabulce 2. Složení závisí jak na druhu pěstované plodiny a obsahu přístupných živin v půdě, tak na úrovni hnojení. Celkové množství živin obsažené ve slámě je poměrně malé. Z hlavních živin je zde v hojném počtu zastoupený draslík. Fosfor a dusík se vyskytují v menší míře. Průměrné chemické složení slámy je uvedeno v tabulce. Sláma dokáže poměrně malým množstvím uhradit potřebu organických látek v půdě. Důvodem toho je, že je bohatá na tyto látky, jichž obsahuje 80 – 82 % (Procházková a kol., 2001).

Důležitým kvalitativním znakem u slámy je poměr C : N. Optimální poměr C : N (20 – 25:1) má sláma luskovin. Širokým poměrem (60 – 100:1) se vyznačuje sláma obilnin, kukuřice a řepky, u kterých se musí průměr upravit na požadované optimum. Upravením poměru by se mělo dosáhnout bezproblémové mineralizace mikrobiálními společenstvy a tím zabránit mikroflóře v odčerpání dusíku rostlinám. K úpravě je nutná aplikace minerálních nebo organických hnojiv v dávce 8 – 12 kg dusíku na 1 tunu slámy (Richter a kol., 2002).

Snížením dávky až na 5 kg N na 1 tunu slámy, může nastat situace, kdy intenzivně hnojíme dusíkem k obilnině na úrodných půdách. Aplikovaná hnojiva by měla být spíše kapalného charakteru, aby došlo k ovlhčení slámy a zároveň zajištění lepšího kontaktu hnojiva se slámou (Vach a kol., 2007).

Důležitým úkonem pro správný průběh mineralizačních i humifikačních procesů je rozstípaní, pořezání či podrcení slámy a její rovnoměrné rozmístění po strništi (Richter a kol., 2002). Dále pak následuje kvalitní zapravení do půdy, které se liší podle zvolené technologie zpracování (Procházková a kol., 2001). Nedodržením těchto podmínek se mohou vytvářet špatně rozložitelné shluky slámy a vznikají rizika týkající se nebezpečí špatného uložení osiva, tvorby inhibičních látek a hrozba rozšíření chorob a škůdců (Richter a kol., 2002).



**Tabulka 2: Průměrné chemické složení slámy v % (Richter a kol., 2002)**

Druh slámy	Sušina	Org. Látky	N	P	K	Ca	Mg	C : N
Obilnin	86	82	0,45	0,09	0,79	0,24	0,06	80-100
Kukuřičná	85	80	0,48	0,16	1,26	0,32	0,14	60-80
Řepková	84	80	0,56	0,11	0,85	0,81	0,16	60-80
Luskovin	86	80	1,33	0,16	1,07	0,91	0,16	20-25

### 3.1.4 Řepný chrást

Nynější hospodaření na zemědělské půdě vedlo k tomu, že už se řepný chrást nevyužívá ke krmení, ale plní významnou roli organického hnojení (Procházková a kol., 2001).

Co se týče živinového složení, obsahuje řepný chrást v sušině 2,5 % dusíku, 0,26 % fosforu, 3,7 % draslíku, 1,1 % vápníku a 0,4 % hořčíku (Hřivna, Richter 2000). V chrástu je z části obsažena i cukerná složka, jež se stává živným substrátem půdních mikrobů. Důvodem je pak vyšší obsah přístupných živin (Vach a kol., 2007).

Stejně jako u slámy je zde rovnoměrné rozprostření po pozemku už během sklizně důležitým předpokladem pro kvalitní zapravení řepného chrástu. Osvědčuje se zde spíše technologie mělkého zpracování, protože u orby dochází ve větší míře k uvolňování dusíku v pozdějších fázích vegetace, což může mít negativní vliv na plodinu (Procházková a kol., 2001).

### 3.1.5 Kořenová hmota

Kořenový systém je orgánem rostliny, na kterém se projevuje vnější prostředí, díky svým fyziologickým vlastnostem, významně citlivěji oproti nadzemní části rostliny. Podílí se na produkci humusu a půdy, struktuře mikroflóry a tvorbě oxidu uhlíku (Bláha, Vyvadilová, 2010).

Kořenová hmota se z velké části podílí na příjmu organické hmoty. Po sklizni tvoří její hlavní část. Už během vegetace poskytují poměrně dobře rozložitelný materiál, který je tvořen odumírajícími vlasovými kořínky, odpadávajícími povrchovými buňkami a kořenovými čepičkami. Další zdroj organických látek tvoří kořenová exudace (Vaněk a kol., 2006).

Tvorba půdní struktury spočívá v aktivním působení kořenů. Tyto kořeny se přímo nebo nepřímo podílí na tvorbě a stabilitě strukturních agregátů (Hůla a kol., 2010).

Fyziologické procesy, probíhající v kořenech, nabírají při současných trendech počasí na významu pro kvalitu semen a plodů i pro stabilitu výnosů.

Hlavní abiotické stresory ovlivňující kořenový systém v průběhu vegetace (Bláha, Vyvadilová, 2010):

- sucho,
- teplota,
- extrémní pH,
- zasolení,
- živiny,
- utužení půdy a kombinace uvedených vlivů.

Zhutněním půd je zapříčiněno množství změn v anatomické stavbě kořene. Změny se projevují zvyšováním tloušťky buněčné stěny, caspariho proužků a deformací centrálního válce. Následkem toho, je negativní ovlivnění příjmu a transportu živin, minerálních a jiných látek (Bláha, Vyvadilová, 2010). Kořeny reagují na zhutnění redukcí růstu, tedy omezením jejich prodlužování, a prorůstání do hlubších vrstev. Plodiny jako cukrovka a brambory nebo plodiny, které vytvářejí hlavní kulový kořen, jsou ve zhutnělých půdách ovlivněny nejvíce (Javůrek, 2008).

Na kořeny mají dále vliv živiny. Prokazatelně delší kořenový systém měly rostliny, které byly hnojeny. Rostliny s delším kořenovým systémem se stávaly i odolnější vůči suchu. Hnojení dusíkem u obilnin na počátku růstu přispívá k hlubšímu a výraznějšímu zakořeňování. Důvodem se ukazuje být zvětšená listová plocha a významná adaptace růstů kořenů (Bláha, Vyvadilová, 2010). Odrůdy pšenice i ječmene s výraznějším a hlubším prokořeněním dosáhly vyššího výnosu. Plodiny měly více asimilátu a méně dusíkatých látek, jak se stává v suchých podmínkách při závlaze (Paynter, Young, 2004). King a kol. (2013) dodávají, že výnos obilnin je spíše ovlivněn větším množstvím jemných kořenů v hlubších vrstvách, než při povrchu půdy.

U většího kořenového systému také dosáhneme podle Středy, Hajzlera a Chloupka (2013) menší kontaminace prostředí nevyužitými živinami (fosforem, dusíkem a dalšími). Takový systém má funkci lépe tyto živiny vázat.

K podstatným abiotickým stresorům řadíme sucho. Během suchého období je schopností rostlin změnit morfologii kořenů. Tato vlastnost patří mezi velice důležité. Dochází ke změně poměru ve prospěch kořenového systému vůči nadzemní části. Touto schopností disponují i některé obilniny v době kvetení, které tím posilují toleranci vůči

suchu. Typickou reakcí na sucho je prodloužení hlavního kořene, ale zároveň omezení růstu postranních kořenů (Bláha, Vyvadilová, 2010). V raných růstových fázích může stres suchem stimulovat vývoj kořenového systému. To se může kladně projevit na růstu rostliny, pokud se vrátí vlhkostní podmínky na normální stav. Příčinou je dostatek půdní vláhy pro více rozvinutý kořenový systém (Pareek a kol., 2010). Stupeň prokořenění u rostlin pšenice v letech, kdy panovalo sucho ve srovnání s ročníky bohatými na srážkové úhrny, byl vyšší (Hamblin a kol., 1990).

U nízkého pH je rozhodující zda se jedná o kyselost půdy do pH 5,5 nebo hodnoty pH pod 4,5, kdy už se uvolňují toxické ionty hliníku. Ovlivnění zakládání postranních kořenů u rostlin následkem nízkého pH je nižší. Mírně může být inhibováno prodlužování hlavního kořene, ale k tomu dochází zejména u citlivějších druhů. Pokud pH klesne pod 4,5, začnou se uvolňovat již zmiňované ionty hliníku, které působí negativně na růst kořenů. Dochází k tloušťnutí, krácení, redukci rhizodermis a nevytváří se kořenová čepička, což má za následek i změnu transportu živin v kořenech (Bláha, Hnilička, 2006).

Faktor zasolení působí na zkracování a zpomalování růstu buněk. Ovšem v našich podmínkách zaujímá minoritní podíl mezi stresory.

Další z faktorů, které mají vliv na kořeny, je teplota. Ovlivněn teplotou je růst, větvení, směr růstu a rychlost růstu kořenu půdou (Kaspar, Bland, 1992).

Vysoká teplota zodpovídá za redukci větvení a množství bočních kořenů (Bláha, Vyvadilová, 2010). Na teplotu výrazně nižší než je teplotní optimum, reagují kořeny sníženou absorpcí vody a živin. Kořeny jsou pak obvykle menší a méně rozvětvené (Mcmichael, Burke, 2002). Distribuce kořenů v půdním profilu je často odvislá od průběhu teplot během sezóny (Kaspar, Bland, 1992).

Jackson a kol., (1996) uvádí, že pokud se zaměříme na distribuci a biomasu kořenů napříč různými typy vegetací, nachází se 30 % kořenů do 10 cm, 50 % do 20 cm a 75 % se nalézá v hloubce do 40 centimetrů. Dále Středa, Hajzler, Chloupek (2013) v závěru své práce tvrdí, že ve vrstvě do 20 cm bylo u obilnin nalezeno 70 % kořenového systému. To ale nemusí být pravidlem, v některých letech a lokalitách se vyšší biomasa kořenů nacházela i v hlubších vrstvách půdy. Domnívají se, že důvody transformace spočívají buď ve změnách v půdních horizontech anebo v reakci na technologii zpracování půdy.

### **3.1.6 Statková hnojiva**

Pro zemědělsky hospodařící podnik by měla být statková hnojiva nedílnou součástí v koloběhu látek. Kvalita a množství těchto hnojiv se odvíjí od použité technologie, druhu a počtu hospodářských zvířat v živočišné výrobě (Škarda, 1982).

Pozitivní vliv statkových hnojiv na půdní úrodnost nám ukazují četné výsledky dlouhodobých pokusů. Mezi druhy statkových hnojiv existují rozdíly v jejich působení. Hnůj přináší do půdy již částečně stabilizované složky nepodléhající rychlé mineralizaci, jejichž obsah podstatně ovlivňuje množství organických látek v půdě. Naproti tomu intenzivněji působí kejda a močůvka. Dochází ke zvýšené mineralizaci, tudíž nenavýšení organických látek v půdě. V některých případech mohou dokonce snižovat obsah celkového uhlíku v půdě (Vaněk a kol., 2006).

### **3.1.7 Zelené hnojení**

Zemědělsky hospodařící podnik je v současné době vlivem ekonomických podmínek nucen ke značnému zjednodušení struktury plodin a u řady z nich došlo i k omezení stavu hospodářských zvířat. Následkem toho je pěstování především tržních plodin, omezení ploch jetelovin a jetelotravních směsí a snížená produkce statkových hnojiv. Tento negativní vliv na úrodnost a organickou hmotu v půdě částečně řeší zařazení vhodných meziplodin na zelené hnojení (Procházková a kol., 2001).

Zaoráním meziplodin na zelené hnojení dochází k značnému obohacení půdy o lehce rozložitelné organické látky a živiny. Dochází tím k významné podpoře mikrobiální činnosti. Při opakovaném použití může docházet i k rozkladu humusových látek v půdě, což může mít negativní vliv na jejich obsah (Richter a kol., 2002).

### **3.2 Pozitivní i negativní vliv posklizňových zbytků**

Vliv posklizňových zbytků vyskytujících se na povrchu půdy je zejména ve zvýšení zasakování vody do půdy a snížení výparu. Dále v omezení eroze půdy a zabránění poškození strukturního stavu. Ovlivněn posklizňovými zbytky je i tepelný režim. Tato skutečnost může vést v chladnějších podmínkách ke snížení výnosu, kde pod mulčem dochází k nedostatečnému prohřátí půdy (Kaspar a kol., 1990). Různé vlivy posklizňových zbytků jsou uvedeny v Tabulce 3.

Köller, Linke (2006) uvádí, že pokud je při rozkladu zbytků dostatečný přístup kyslíku, nevznikají žádné fytotoxické produkty, které by omezovali klíčení a následný růst plodiny. Jiná situace může nastat při zapravení zbytků do hlubších vrstev, kdy v prostředí chudém na kyslík vznikají látky, jež negativně ovlivňují růst rostlin.

**Tabulka 3: Funkce a působení posklizňových zbytků (Köller, Linke, 2006).**

Oblast	Funkce	Působení
Půda	Ochrana před erozí Ochrana před zabahněním  Zdroj humusu	Menší ztráty půdy a živin Žádné zabahnění Vyšší průnik vody Menší odtok po povrchu Stabilizace struktury - vyšší stabilita agregátů - menší hustota - menší sklon k zhutňování - větší únosnost - lepší prorůstání kořenů
Spodní voda	Ochrana před odpařováním	Větší obsah vody Menší výkyvy obsahu vody Více vody pro rostliny
Teplota	Izolace	Menší teplotní výkyvy Pomalejší ohřívání půdy Větší odolnost mrazu
Chemie půdy	Zdroj humusu  Fytotoxické látky	Větší kapacita výměny kationtů Nárazník Adsorpce živin Negativní vliv na klíčení
Živiny	Zdroj humusu Zdroj živin	Změna objemu živin Přizpůsobení hnojení Snížení ztrát živin
Půdní život (Edafon)	Základ výživy Ochrana před: - vysušením - zářením (UV) - predátory, škůdci	Větší četnost druhů a biomasy - vyšší biologická aktivita - větší enzymatická aktivita - změna ve zpracování živin - rychlejší rozklad pozůstatku sklizně - biogenní hrubé póry
Plevelé	Stínění Fytotoxické látky Fixace herbicidů	Potlačení plevelů Zabránění rozvoje plevelů Omezený výběr aktivních látek
Choroby	Podpora půdního života Infekční posklizňové zbytky	Změna spektra chorob
Škůdci	Zdroj výživy Ochrana Místo pro kladení vajíček	Výhodnější poměr škůdci/prospěšní

## **4 MATERIÁL A METODIKA**

### **4.1 Charakteristika pokusné lokality**

Pokus byl založen na polní pokusné stanici Mendelovy univerzity v lokalitě Žabčice vzdálené 25 km jižně od města Brna (s.z.š. 49°01'v.z.d. 16°16'). Jedná se kukuřičnou výrobní oblast, která spadá do podoblasti K2. Tato lokalita leží v nadmořské výšce 179 m, v jihomoravské suché oblasti s typickým vnitrozemským klimatem a řadí se mezi nejteplejší oblasti České republiky. Větry v této oblasti stupňují suchost daného klimatu a dále se podílí na velkém výparu půdní vláhly.

Dle BPEJ se jedná o klimatický okrsek velmi teplý a suchý. Hodnota Langova dešťového faktoru se pohybuje okolo 57; tato charakteristika řadí pokusnou lokalitu k nejsušším regionům.

Na pozemcích polní pokusné stanice je podle taxonomického klasifikačního systému půd České republiky (NĚMEČEK et al., 2001) půdním typem fluvizem glejová - FM<sub>G</sub>.

Vznik Fluvizemě je na nivních (aluviálních) sedimentech řeky Svratky. Jedná se o půdy bez výrazných diagnostických horizontů, pod nevýrazným humusovým horizontem se nachází matečný substrát tvořený naplaveným materiálem. Charakteristické jsou projevy glejového procesu, které se nachází od hloubky 60 cm. Během roku se podzemní voda pohybuje mezi hodnotami 80 – 250 cm pod povrchem. Podle zrnitostního složení se jedná o půdu těžkou až velmi těžkou.

### **4.2 Klimatické podmínky**

Dle hodnot dlouhodobých teplotních a srážkových normálů (1961 – 1990) je průměrná roční teplota 9,2 °C, červenec s průměrnou denní teplotou vzduchu 19,3 °C je nejteplejším měsícem v roce. S průměrnou teplotou – 2,0 °C se leden stává nejchladnějším měsícem. Jak již bylo uvedeno, jedná se o suchou oblast, kde průměrný roční úhrn srážek činí 480 mm. Do dané oblasti též zasahuje srážkový stín. Pro vegetační období je typické značně nerovnoměrné rozložení srážek. Nejbohatší na srážky je měsíc červen s 68,6 mm. Měsíc březen s průměrem srážek 23,9 mm patří k nejhudším. Délka slunečního svitu se pohybuje od 1800 do 2000 hodin za rok.

Pro měření meteorologických prvků během roku 2014 byla využita agroklimatická automatická meteostanice v areálu pokusných ploch. Měření je vedeno podle příslušných předpisů ČHMÚ. Teplota a vlhkost vzduchu (2m – meteorologická budka) se měří kombinovaným čidlem firmy Vaisala HMP 35, resp.45. Srážky jsou měřeny srážkoměrem typu DELTA-T a MET-One. Čidla jsou připojena na vyhodnocovací datalogger firmy Campbell Scientific - typ CR 10X.

#### **4.2.1 Průběh počasí v roce 2014**

S naměřenou průměrnou teplotou vzduchu 1,0°C a měsíčním srážkovým úhrnem 22 mm, byl leden 2014 teplotně nadnormální a srážkově normální (88,7% normálu). Zaznamenáno bylo 23 dnů mrazových, z toho 6 dnů ledových. Minimální teplota vzduchu byla naměřena 26.ledna a dosáhla hodnoty -12,2°C. Se srážkami bylo 18 dní. Sněhová pokrývka byla zaznamenána pouze v podobě poprašku a to v období 28.1. až 1.2.

Jako teplotně „ještě“ normální lze hodnotit únor 2014. Průměrná měsíční teplota vzduchu dosáhla hodnoty 2,7°C, tedy o 2,5°C více než je normál pro měsíc únor. Naměřeno bylo 26 mrazových avšak žádný ledový den. Srážkově byl tento měsíc podnormální. Během jedenácti srážkových dní bylo naměřeno pouze 12,6 mm srážek, což představuje 50,6% únorového normálu.

Klimatologická zima (1.12.- 28.2.) 2013-2014 byla v Žabčicích, s průměrnou teplotou 2,0°C, pátou nejteplejší zimou za období od roku 1961. (Dosud teplejší byly zimy 2006-2007: 3,6°, 1997-1998: 2,3°C a 1973-1974 a 1988-1989: shodně 2,1°C). Srážkový úhrn 40,8 mm by tuto zimu zařadil na šesté místo na pomyslném žebříčku „suchých zim“(1963-1964: 15,2 mm, 1998-1999: 26,4 mm, 2001-2002: 35,3 mm, 1990-1991: 35,8 mm a 2010-2011: 37,1 mm).

Březen 2014 přepisoval rekordy. S průměrnou měsíční teplotou 8,5°C (břežnový normál je 4,3°C) byl nejen teplotně mimořádně nadnormální, ale zároveň nejteplejším březnem od roku 1961. Přitom bylo ještě v březnu zaznamenáno 11 mrazových dnů. Na druhé straně však již prvním březnem byla zahájena souvislá řada průměrných denních teplot vyšších než 5,0°C, tedy „velké vegetační období“. (V obdobích 16.3. až 22.3. a 27.3. až 8.4. průměrná denní teplota vzduchu překračovala hodnotu 10,0°C). Maximální teploty vzduchu ve dvou metrech, v meteorologické budce, ve dnech 2.3. (15,8°C) a 14.3. (20,3°C) jsou nejvyššími naměřenými hodnotami pro tyto dny za sledované



období od roku 1961. Srážkově byl březen 2014 silně podnormální, vyskytlo se pouze 5 srážkových dní a měsíční srážkový úhrn 5,6 mm představuje pouze 23,4% březnového normálu. Méně srážek bylo v březnu zaznamenáno jen v letech 2012 (2,4 mm), 2003 (3,0 mm) a 1974 (5,3 mm). Nadprůměrné teploty v březnu spolu s nízkými srážkami umožnily brzké setí, ale dlouhé vzcházení.

Duben 2014 byl teplotně nadnormální. Průměrná teplota vzduchu dosáhla hodnoty 11,8°C, což je o 2,2°C více než dubnová normálová hodnota. Zaznamenány byly dva dny mrazové 11. a 18.4. (minimální teplota vzduchu ve výšce 2 m nad zemí -1,6°C resp. -3,4°C) a na druhé straně i dva dny letní 28. a 30.4. kdy maximální teplota vzduchu dosáhla na 25,2°C resp. 25,5°C. Srážkově však byl i duben silně podnormální. Počet srážkových dnů dosáhl 14, avšak měsíční srážkový úhrn 11,2 mm představuje pouhých 33,7% normálu pro tento měsíc.

Květen 2014 byl v porovnání s normálovým obdobím teplotně i srážkově normální. Průměrná teplota vzduchu 14,5°C je o pouhých 0,1°C nižší než hodnota květnového normálu. Zaznamenány byly ještě dva dny mrazové. 5. a 6. května minimální teplota vzduchu ve dvou metrech klesla pod bod mrazu a to na -0,89°C, resp. -0,94°C. Na druhé straně však bylo naměřeno 9 dní letních, z toho jeden den (23.5.) tropický. Dnů se srážkami bylo sedmnáct a měsíční srážkový úhrn 62,8 mm je shodný s normálovou hodnotou pro tento měsíc.

Červen 2014 byl s průměrnou teplotou vzduchu 18,8°C, tedy o 1,1°C vyšší než je hodnota červnového normálu, teplotně nadnormální. Naměřeno bylo 18 letních dní a z toho 8 dní tropických. Maximální teplota vzduchu 36,79°C, naměřená 10.6. byla maximální teplotou letošního léta a průměrná denní teplota 26,6°C, naměřená následující den 11.6., byla maximální denní průměrnou teplotou léta 2014.

Měsíční srážkový úhrn 43,4 mm představuje 63,3% normálu a klasifikuje jako srážkově podnormální. Dnů se zaznamenanými srážkami bylo pouze pět, z toho čtyři až v poslední dekádě měsíce. Za zmínku stojí, že 15,2 mm srážek, tedy 35% měsíčního srážkového úhrnu, spadlo v průběhu 20-ti minut v podobě přivalové srážky 29.6.

Teplotně silně nadnormální byl červenec 2014. Průměrná měsíční teplota vzduchu dosáhla hodnoty 21,5°C, což je o 2,2°C více než je normál pro tento měsíc. 28 dní bylo letních, z toho 13 dní tropických. Maximální hodnoty naměřené v červnu však překonány nebyly. Srážkově byl tento měsíc nadnormální. Zaregistrováno bylo 14 dní se srážkami. Měsíční srážkový úhrn 85,0 mm představuje 148,9 % normálu pro

červenec. Na srážky nejbohatší byl 21. červenec, kdy v průběhu dvou hodin spadlo 30,0 mm srážek.

Na rozdíl od předchozích měsíců, byl srpen letošního roku teplotně podnormální. Průměrná teplota vzduchu byla 17,9°C, tedy o 0,7°C nižší než je normál. Tento měsíc bylo naměřeno pouze 12 letních dní, z toho pouze 3 dny tropické. Poslední srpnový letní den byl zaznamenán 18.8., poslední tropický den již 9.8.2014. Srážkově byl tento měsíc silně nadnormální. S úhrnem 113,6 mm, což představuje 209,2 % srpnového normálu, byl čtvrtým na srážky nejbohatším srpnem od roku 1961. Zaznamenáno bylo 16 dní se srážkami.

Teplotně normální avšak srážkově mimořádně nadnormální bylo září 2014. Měsíční průměrná teplota vzduchu dosáhla hodnoty 15,6°C, to je o 0,9°C více oproti normálu. Zaregistrováno bylo ještě 8 letních dní, poslední 21.9. Měsíční srážkový úhrn činil 116,2 mm (327,3 % srážkového normálu pro září). Dní se srážkami bylo 17. Celkem bylo naměřeno 55,4 mm srážek během dvou dnů a to 11.a 12.9.

Teplotně i srážkově nadnormální byl říjen letošního roku. Průměrná měsíční teplota vzduchu 11,5°C, je o 2°C vyšší než říjnový normál a tento měsíc se tak stal pátým nejteplejším říjnem od roku 1961. Zaznamenány byly čtyři dny mrazové, v poslední dekádě měsíce (26.-29.10.).

Nejvyšší denní srážkový úhrn 27,2 mm byl naměřen hned první den měsíce. Celkem bylo zaznamenáno 12 dnů se srážkami, deset z nich až ve druhé polovině měsíce.

### **4.3 Metodika polního pokusu AGRO 2**

Cílem pokusu je ověření sledovaných technologií zpracování půdy při hospodaření s živočišnou výrobou. Mezi sledované technologie patří klasické konvenční, redukované a půdoochranné zpracování půdy. Sestaven byl sedmi honný osevňovací postup, který je charakteristický vysokým zastoupením obilnin a píce pro podmínky živočišné výroby.

Osevní postup AGRO 2:

- Vojtěška
- Vojtěška
- Ozimá pšenice
- Kukuřice setá (silážní)
- Ozimá pšenice
- Cukrovka
- Ječmen jarní

#### 4.3.1 Varianty pokusu

Klasické zpracování půdy (orba)

- Podmítka je provedena co nejdříve po sklizni do hloubky cca 10 cm dlátovým podmítačem od firmy Kverneland. Pokud dojde k nadměrnému vzejití výdrolu celá operace se opakuje kvůli následnému lepšímu zapravení orbou.
- Orba se realizuje oboustranným otočným pluhem na střední hloubku (20 – 24 cm).
- Setí je prováděno podle druhu plodiny. Obilniny a vojtěška se sejí secí kombinací Accord. U kukuřice a cukrové řepy je nejdříve provedena předset'ová příprava půdy secí kombinací Accord na hloubku setí. K samotnému setí je využíván stroj s možností nastavení přesného výsevku Kleine.

Minimalizace zpracování půdy (mini)

- Podmítka je také realizována co nejdříve po sklizni dlátovým podmítačem. Následuje mělké kypření půdy. U setí kukuřice a cukrové řepy dochází v případě podmítky i k zapravení chlévského hnoje.
- Setí provedeno stejnou technologií jako v případě klasického zpracování půdy.

Minimalizace zpracování půdy (DS)

- Přímé setí pomocí secího stroje Accord je provedeno u obilnin a vojtěšky. Před přímým setím kukuřice a řepy se z důvodu zapravení chlévského hnoje volí mělké kypření, což je stejné jako u předchozí minimalizační varianty.

#### 4.4 Odběr vzorků posklizňových zbytků

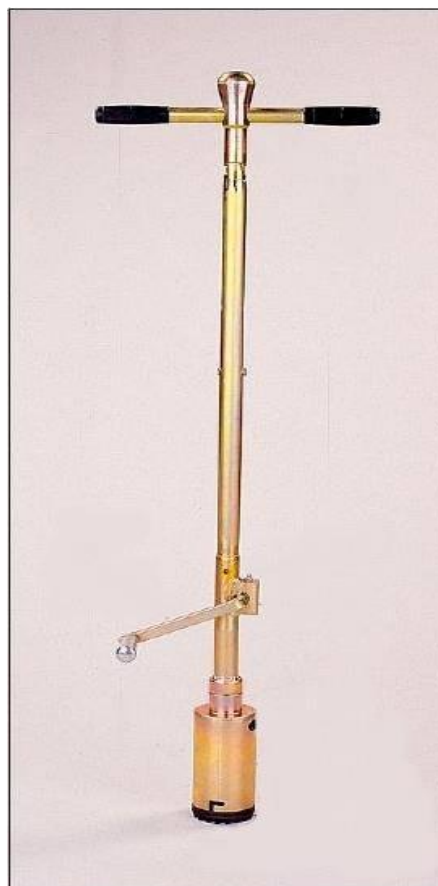
Odběr vzorků se prováděl dle metodiky Ústavu agrosystému a bioklimatologie na Agronomické fakultě Mendelovy univerzity v Brně. Metodika byla dále doplněna údaji od firmy Eijkelkamp. Pro odběr půdních vzorků byla zvolena metoda monolitů dle Böhma (1979). U metody došlo k úpravě podle potřeb našich podmínek. Jednalo se o úpravy, které se týkaly množství odebíraného materiálu, způsobu odběru a vyhodnocení vzorků. Odběr se uskutečňoval pomocí kořenového vrtáku firmy Eijkelkamp.

Dne 24.7.2014 po sklizni plodin došlo k odebrání vzorků rostlinných zbytků. Jednalo se o vzorky pšenice ozimé (*Triticum aestivum*) po vojtěšce (*Medicago sativa*), pšenice ozimé (*Zea mays*) po kukuřici a ječmene jarního (*Hordeum vulgare*) po cukrové řepě (*Beta vulgaris* var. *altissima*). U obilnin došlo k odběru u všech technologií zpracování půdy. V každé variantě zpracování půdy byly odebrány tři vzorky ze tří hloubek (0–0,15 m, 0,15–0,30 m, 0,30–0,45 m).

#### 4.4.1 Charakteristika kořenového vrtáku

Kořenový vrták se skládá z několika částí, mezi které řadíme: spodní část s vrtákem, standardní horní díl se snímací rukojetí a krátký horní díl s klepací hlavou. K dalšímu příslušenství patří klika, speciální kladivo na zatloukání, prodlužovací tyč.

Pomocí kořenového vrtáku o průměru 80 mm, délce 150 mm a objemu 750 ccm dochází k odběru jednotných, neporušených vzorků půdy. Vzorky lze po 150 mm odebírat až do hloubky 1 m. Pokud použijeme nadstavec, tak se tato délka prodlouží až na 2 m. Půdy by se měli vyznačovat pokud možno nepřilíš velkým odporem proti vniknutí. Neporušené vzorky jsou určeny pro stanovení podzemní biomasy v půdách. Ve válci kořenového vrtáku se nachází vytlačovací lis, který je ovládán pomocí kliky.



Obrázek 1: Kořenový vrták (Eijkelkamp, 2015)

#### 4.4.2 Metodika odběru vzorků

Na polním pokusu Agro 2 se z daných parcellek náhodně vybralo místo odběru. Na zvoleném místě o rozměrech 50 x 50 cm se jako první pomocí zahradních nůžek ostříhala těsně při povrchu sláma střiště, která se uložila do patřičně označených polyetylenových sáčků. Dále se pokračovalo v odběru půdních vzorků pomocí kořenového vrtáku. Vrták se umístil kolmo k povrchu půdy. U lehkých půd bývá vrták zašroubován do půdy, kde dojde k vyříznutí půdy i s kořeny pomocí ozubené vrtné koruny. V našem případě se jednalo o těžkou půdu a vrták musel být zatlučen pomocí speciálního kladiva. S vrtákem, který je zatlučen na požadovanou hodnotu je potřeba otočit. Tím dojde k odříznutí válce půdy a zamezení ztrát. Při vytahování musíme zatlučený vrták vytáčet, aby došlo ke snížení tření a ulehčení práce. Po vytažení vrták otočíme klepací hlavou dolů, vložíme kliku a pomocí ní vytlačíme vzorek půdy z válce rovnou do polyetylenového, řádně označeného sáčku. Jedna půdní sonda obsahovala vzorky odebrané z hloubek 0 – 0,15 m, 0,15 – 0,30 m a 0,30 – 0,45 m. U všech

odebraných vzorků došlo k následnému zamrazení a pak k postupnému rozboru v laboratoři.

#### **4.4.3 Rozbor vzorků**

Rozbor vzorků probíhal v laboratoři Ústavu agrosystémů a bioklimatologie. Laboratoř je vybavena strojem na promývání půdních vzorků a izolaci biologického materiálu od zeminy a jiných příměsí. Po předchozích zkušenostech kolegů jsem se rozhodl tento stroj nevyužít a uchýlit se rovnou k ruční metodě plavení. Důvodem tohoto rozhodnutí byla minimálně půl hodinová úspora času. Při použití stroje trvalo plavení jednoho vzorku více než hodinu.

Před tím než došlo k samotnému plavení, bylo zapotřebí vzorky rozmrazit a rozplavit. K rozmrznutí se každý vzorek uložil do samostatné nádoby napuštěné vodou. Po určitém čase se již dalo se vzorky pracovat, daly se rozmíchat, čímž došlo k homogenizaci. Na řadu mohlo přijít vlastní plavení pod proudem tekoucí vody za použití síta s průměrem ok 0,5 mm. K promývání bylo v laboratoři určeno umyvadlo s odkalovací nádržkou, aby nedocházelo k ucpání potrubí zeminou. Rozmíchaný vzorek se pomalu vléval na síto a byl přitom promýván vodou. Pomocí síta a krouživých pohybů docházelo pod proudem vody k odplování zeminy. Na sítu po čase setrvaly organické zbytky spolu s menším množstvím kamínků. To vše bylo ze síta spláchnuto do připravené nádoby. Kamínky klesly ihned na dno a organický materiál plaval na hladině. Poté znovu došlo k přelití z nádoby na proplavovací síto, ale tak aby všechny kamínky zůstaly v nádobě a organický materiál na sítě. To bylo prováděno několikrát opakovaně, dokud na sítu nezůstaly opravdu pouze organické látky a v nádobě kamínky. Dále byl tento materiál spláchnut k jednomu okraji síta a pak pomocí stříčky nebo pinzety přemístěn na filtrační papír. Takto se nechal v laboratoři za přirozených podmínek sušit několik dní.

#### **4.4.4 Výpočet a vyhodnocení**

Vzorky byly zváženy a výsledné hodnoty zapsány ihned jak došlo k vysušení na konstantní hmotnost v laboratorních podmínkách.

Množství kořenové hmoty na  $1\text{m}^2$  vypočítáme prostřednictvím koeficientu K (Hron, Kohout, 1967). A to tak, že koeficientem K vynásobíme navážené množství posklizňových zbytků v gramech. Tuto hodnotu pak následně přepočítáme na hektar a převedeme na tuny.

Výpočet koeficientu K:

$$K = \frac{10000}{P}$$

$$P = \pi \times \frac{D^2}{4}$$

$$K = \frac{10000}{50,24}$$

$$P = \pi \times r^2$$

$$K = 199,04$$

$$P = 3,14 \times 16$$

$$P = 50,24 \text{ cm}^2$$

Dosažené výsledky byly statisticky zpracovány v počítačovém programu Statistica 12 CZ. Ke zkoumání statisticky průkazného rozdílu mezi znaky, byla použita jedno a více faktorová analýza variance (ANOVA). Následně byl použit LSD test při hladině statistické významnosti 95 %, kterým byly dokázány statisticky průkazné rozdíly.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1.1 Podzemní organická hmota

#### 5.1.1.1 Pšenice ozimá po vojtěšce

V Tabulce 4 byl hodnocen faktor zpracování půdy, hloubky a interakce mezi uvedenými faktory na množství podzemní hmoty. U všech uvedených faktorů byl zjištěn statisticky významný vliv na množství podzemní biomasy. Následně u nich byl proveden LSD test.

**Tabulka 4: Vícerozměrné testy významnosti pro hmotnost sušiny v [t.ha<sup>-1</sup>] (pšenice po vojtěšce)**

Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	1008,384	1	1008,384	360,2628	0,000000
zpracování	29,026	2	14,513	5,1851	0,016661
hloubka	481,64	2	240,82	86,0371	0,000000
zpracování*hloubka	141,697	4	35,424	12,656	0,000045
Chyba	50,382	18	2,799		

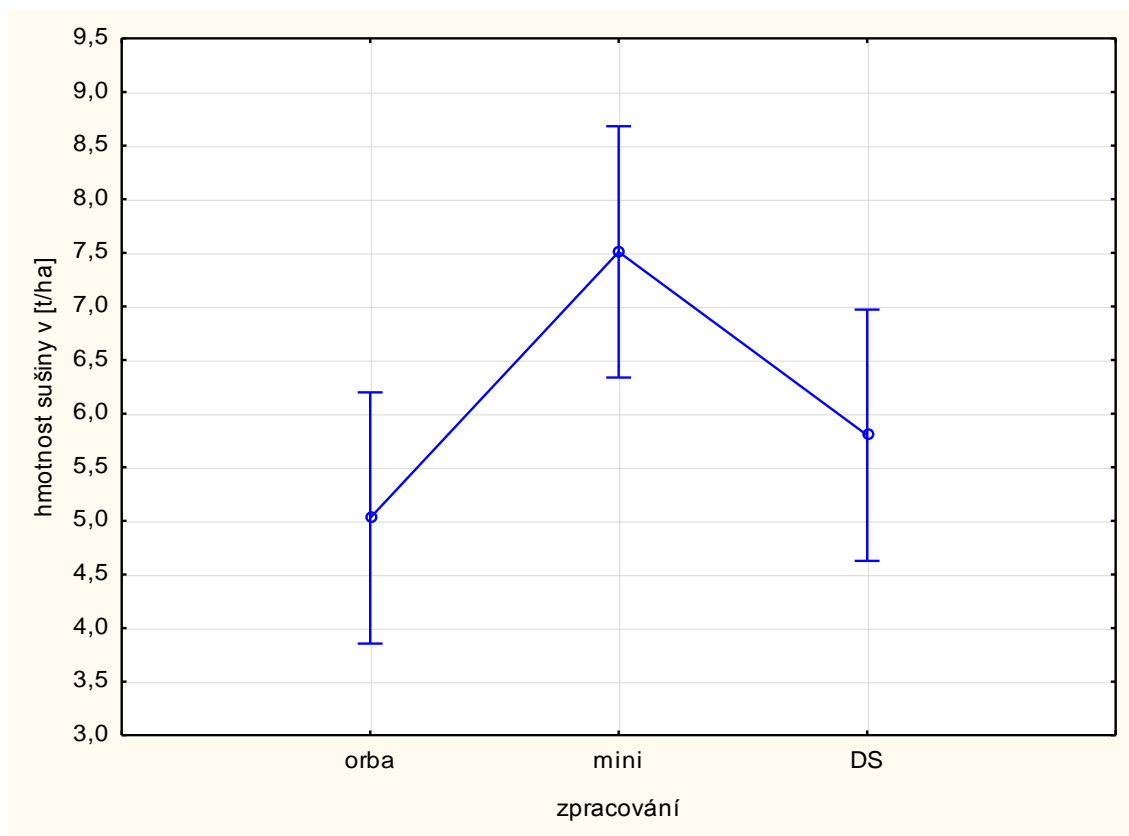
Pomocí LSD testu u zpracování se prokázal statisticky významný rozdíl mezi variantou minimalizačního zpracování (mini) oproti orbě a přímému setí. Po variantě minimalizační dosáhla průměrná hmotnost sušiny ze všech tří hloubek 7,51 t.ha<sup>-1</sup>. Nejnižší hmotnost 5,03 t.ha<sup>-1</sup> podzemní biomasy byla zaznamenána u technologie s orbou. Tyto hodnoty jsou zaznamenány v Tabulce 5 a Obrázku 2.

**Tabulka 5: LSD test - zpracování půdy (pšenice po vojtěšce)**

zpracování	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
orba	5,03 <sup>a</sup>
DS	5,80 <sup>a</sup>
mini	7,51 <sup>b</sup>

Různé indexy (<sup>a, b</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině p<0.05





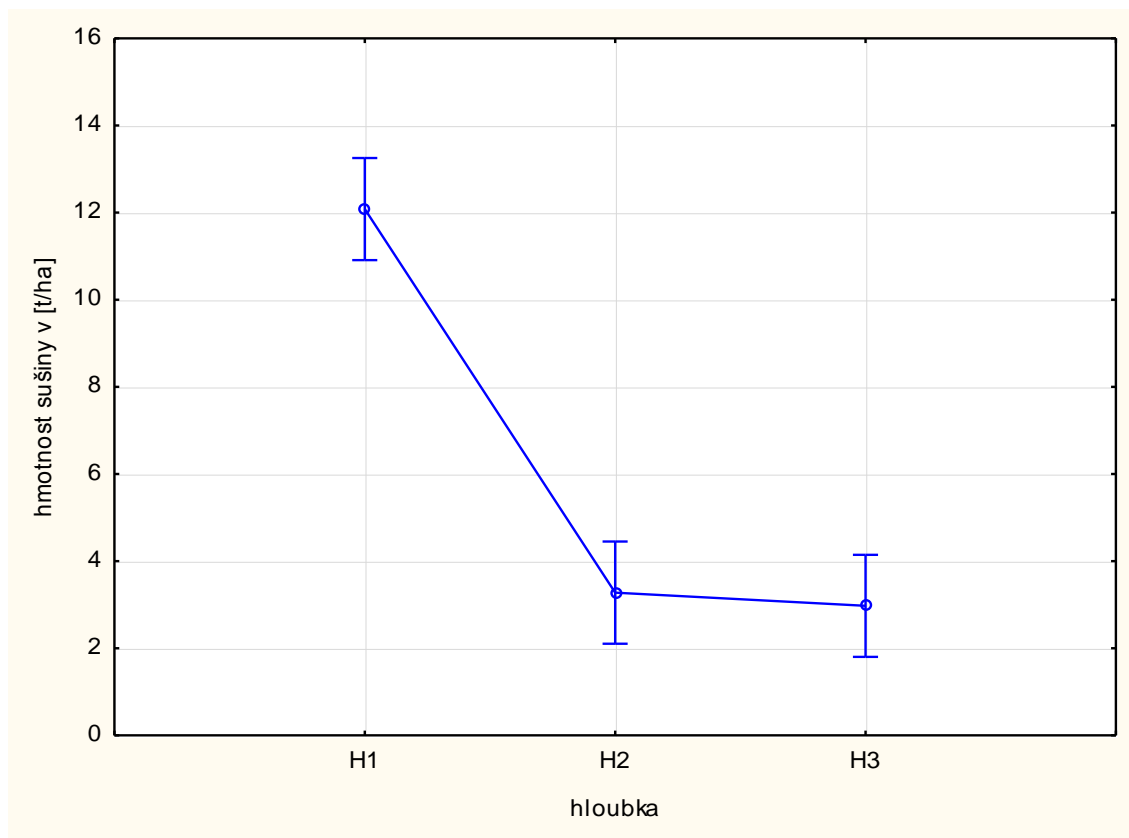
**Obrázek 2: Vliv technologie zpracování na množství podzemní biomasy (pšenice po veltěšce)**

Z Tabulky 6 a Obrázku 3 je patrný statisticky průkazný rozdíl mezi hloubkou 0 až 0,15 m (H1) a ostatními hloubkami v množství podzemní hmoty. Množství v hloubce 0,15 až 0,30 m (H2) se statisticky průkazně neliší od hloubky 0,30 až 0,45 m (H3).

**Tabulka 6: LSD test - hloubka půdy (pšenice po veltěšce)**

hloubka	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
H3	2,97 <sup>a</sup>
H2	3,27 <sup>a</sup>
H1	12,08 <sup>b</sup>

Různé indexy (<sup>a, b</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině  $p < 0.05$



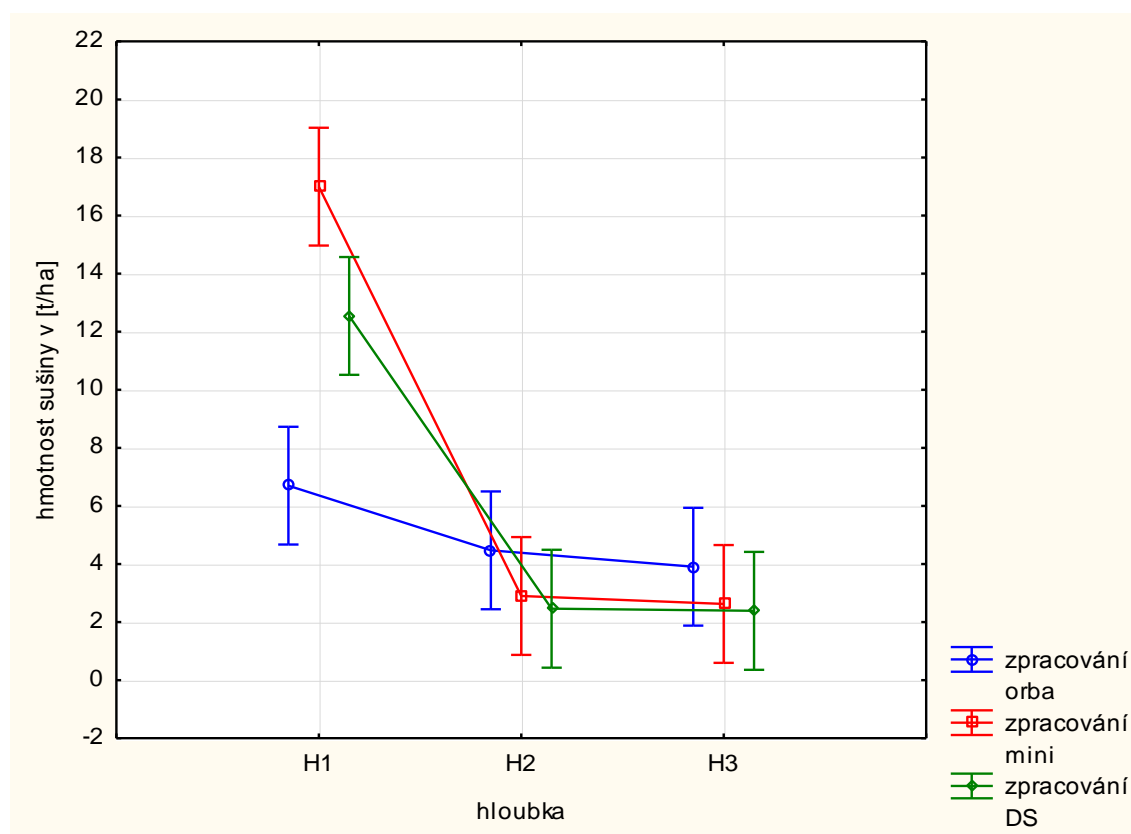
**Obrázek 3: Vliv hloubky na množství podzemní biomasy (pšenice po vojtěšce)**

Interakce zpracování půdy a hloubky na množství podzemní hmoty nám přinesla zajímavé výsledky, jak je zřejmé z Tabulky 7 a Obrázku 4. Statisticky významný rozdíl byl v hloubce H1 u technologií zpracování bez orby oproti orbě v hloubce H1 a hloubkám H2, H3 u všech technologií. Také při srovnání minimalizace (mini) a přímého setí (DS) byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Zajímavé je zde sledovat množství podzemní biomasy a její rozdělení v jednotlivých hloubkách u technologie s orbou. Podzemní biomasa je zde rozdělena rovnoměrně v celém profilu, ale pouze u hloubky H1 oproti ostatním hloubkám byl zjištěn statisticky významný rozdíl. Nejvyšší množství podzemní biomasy  $17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  jsme zaznamenali u minimalizačního zpracování v H1. Naopak nejnižší množství  $2,39 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  bylo charakteristické pro H3 u varianty přímého setí.

**Tabulka 7: LSD test - Interakce zpracování a hloubky na množství podzemní hmoty (pšenice po vojtěšce)**

zpracování	hloubka	Průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
DS	H3	2,39 <sup>a</sup>
DS	H2	2,46 <sup>a</sup>
mini	H3	2,63 <sup>a</sup>
mini	H2	2,90 <sup>a</sup>
orba	H3	3,91 <sup>ab</sup>
orba	H2	4,47 <sup>ab</sup>
orba	H1	6,70 <sup>b</sup>
DS	H1	12,55 <sup>c</sup>
mini	H1	17,00 <sup>d</sup>

Různé indexy (<sup>a, b, c, d</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině p<0.05



**Obrázek 4: Interakce hloubky a zpracování půdy na množství podzemní biomasy (pšenice po vojtěšce)**

### 5.1.1.2 Pšenice ozimá po kukuřici

Výsledky Tabulky 8 nám ukazují, že vícerozměrnými testy se u hloubky a při vzájemném působení zpracování a hloubky prokázala významnost uvedených znaků na množství podzemní hmoty. U zpracování nebyl prokázán statisticky významný vliv.

**Tabulka 8: Vícerozměrné testy významnosti pro hmotnost sušiny v [t.ha<sup>-1</sup>] (pšenice po kukuřici)**

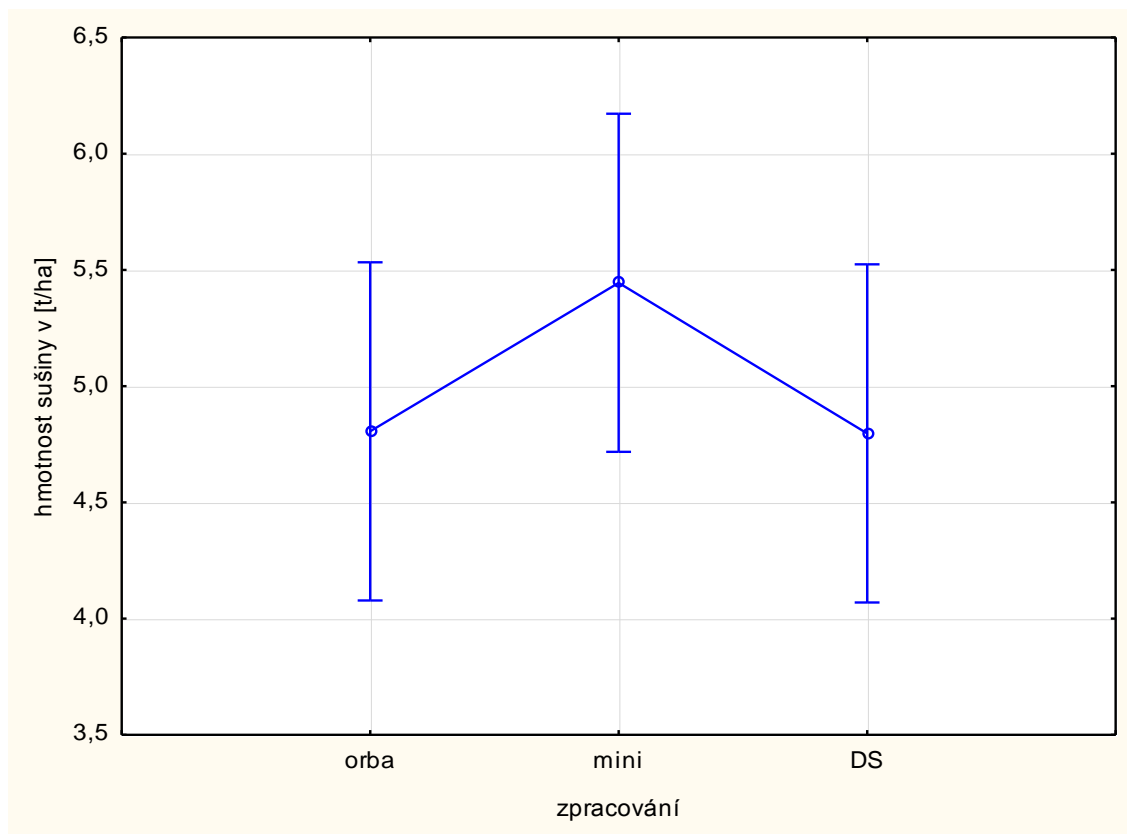
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	679,2749	1	679,2749	629,7446	0,000000
hloubka	316,1452	2	158,0726	146,5465	0,000000
zpracování	2,4854	2	1,2427	1,1521	0,338210
zpracování*hloubka	24,1284	4	6,0321	5,5923	0,004171
Chyba	19,4157	18	1,0787		

Jak lze z Tabulky 9 a Obrázku 5 vyčíst minimalizace s průměrnou hodnotou podzemní hmoty z hloubek H1,H2 a H3 5,44 t, dosáhla nejvyššího výsledku. Varianta orby v porovnání s přímým setím vykazovala téměř shodné výsledky.

**Tabulka 9: LSD test - zpracování půdy (pšenice po kukuřici)**

zpracování	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
DS	4,80 <sup>a</sup>
orba	4,81 <sup>a</sup>
mini	5,44 <sup>a</sup>

Různé indexy (<sup>a,b</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině p<0.05



**Obrázek 5: Vliv technologie zpracování na množství podzemní biomasy (pšenice po kukuřici)**

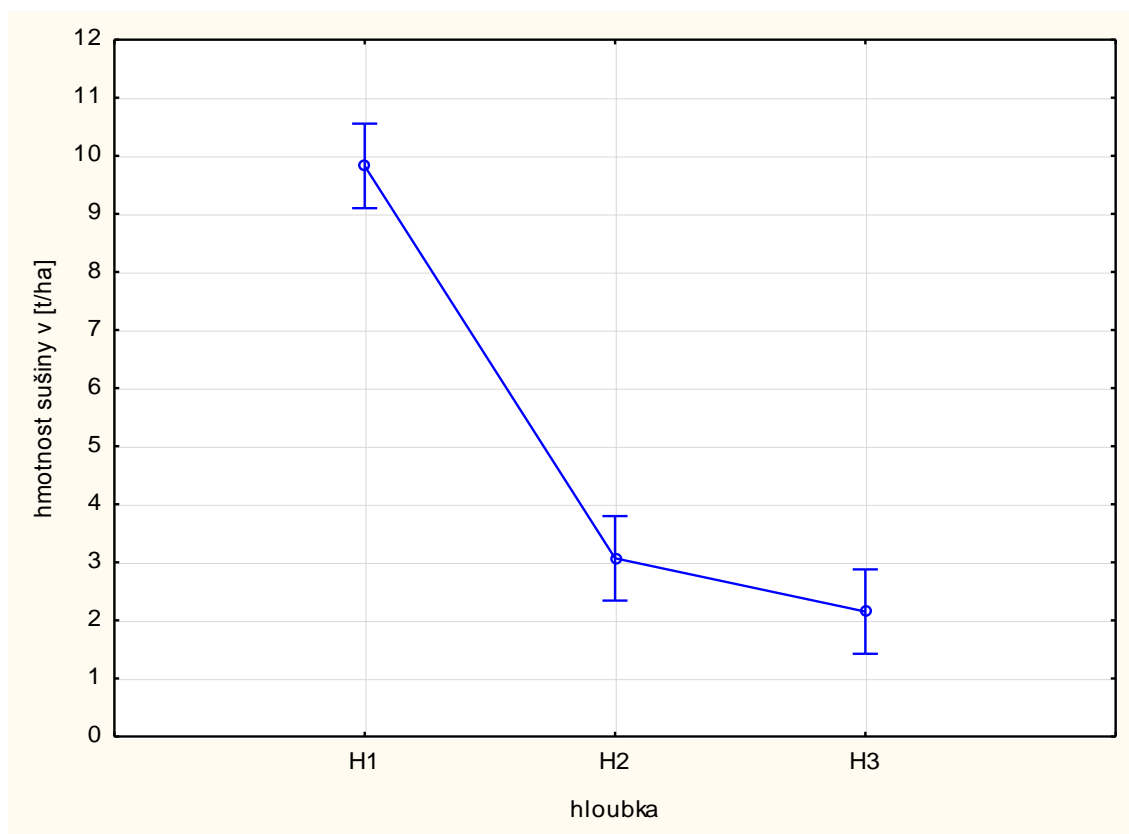
Po provedení následného LSD testu, vyšel statisticky průkazný rozdíl mezi hloubkou H1 vůči ostatním hloubkám. Tento statisticky průkazný rozdíl se mezi hloubkami H2 a H3 nepotvrdil. Výsledky jsou uvedeny v Tabulce 10 a graficky znázorněny v Obrázku 6.

**Tabulka 10: LSD test hloubka půdy**

hloubka	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
H3	2,15 <sup>a</sup>
H2	3,07 <sup>a</sup>
H1	9,83 <sup>b</sup>

Různé indexy (<sup>a, b</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině  $p < 0.05$

U Obrázku 6 můžeme pozorovat strmý pokles organické hmoty hlavně mezi hloubkou 0 – 15 cm a 15 – 30 cm. Mezi hlubšími vrstvami k tak strmému úbytku nedošlo.

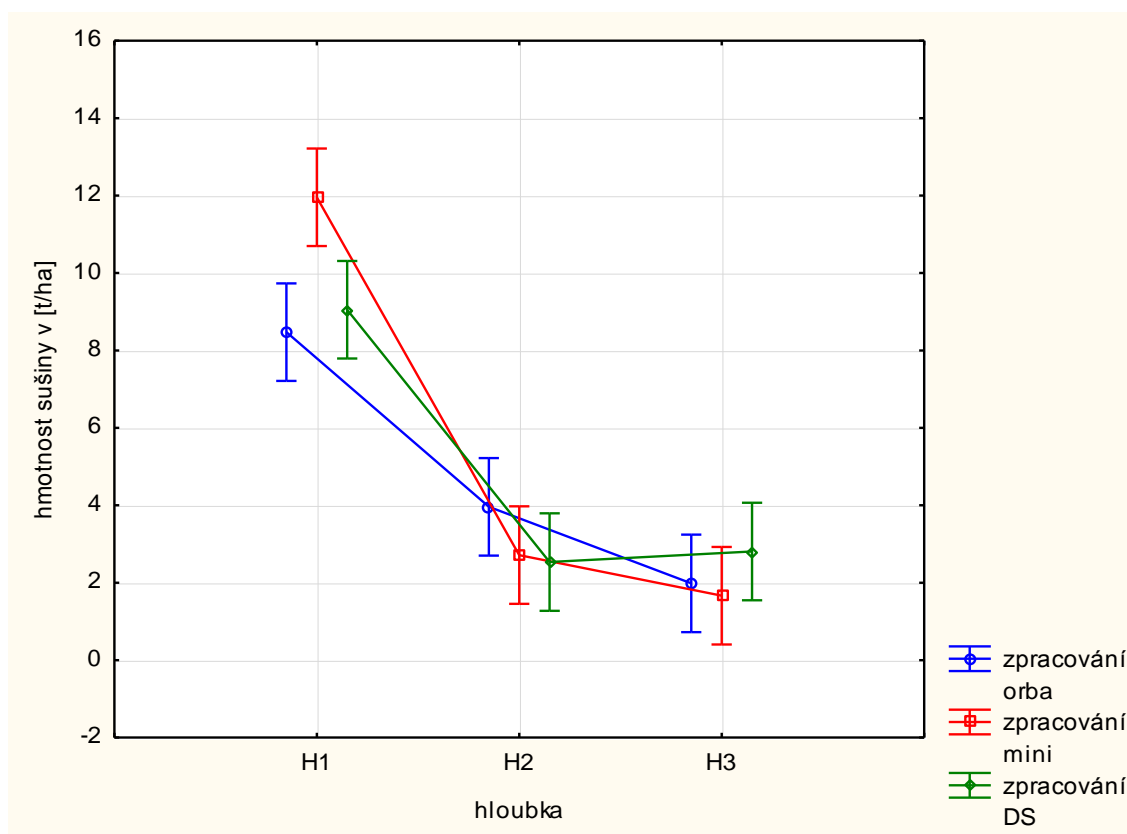


**Obrázek 6: Vliv hloubky na množství podzemní biomasy (pšenice po kukuřici)**

**Tabulka 11: LSD test - Interakce zpracování půdy a hloubky na množství podzemní hmoty (pšenice po kukuřici)**

hloubka	zpracování	Průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
H3	mini	1,67 <sup>a</sup>
H3	orba	1,98 <sup>a</sup>
H2	DS	2,53 <sup>ab</sup>
H2	mini	2,71 <sup>ab</sup>
H3	DS	2,81 <sup>ab</sup>
H2	orba	3,96 <sup>b</sup>
H1	orba	8,47 <sup>c</sup>
H1	DS	9,05 <sup>c</sup>
H1	mini	11,96 <sup>d</sup>

Různé indexy (a, b, c, d) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině p<0.05



**Obrázek 7: Interakce hloubky a zpracování půdy na množství podzemní biomasy (pšenice po kukuřici)**

Stejně jako v případě pěstované pšenice po vojtěšce tak i zde největší množství podzemní hmoty zanechala minimalizační technologie (mini) v hloubce 0 – 0,15 m, což bylo statisticky průkazné vzhledem ke všem hloubkám a zpracováním. Zároveň byl prokázán statisticky významný rozdíl u všech technologií zpracování v hloubce H1 vůči ostatním hloubkám a technologiím. Při porovnání orby a přímého setí (DS) nebyl v H1

zjištěn statisticky průkazný rozdíl. U orby a k ní připadajícím hloubkám je viditelný statisticky významný rozdíl. Všechny tyto výsledky jsou zahrnuty v Tabulce 11 a Obrázku 7.

### 5.1.1.3 Ječmen jarní po cukrové řepě

Analýzou rozptylu byla určena významnost jednotlivých faktorů a výsledné hodnoty jsou uvedeny v Tabulce 12.

**Tabulka 12: Vícerozměrné testy významnosti pro hmotnost sušiny v [t.ha<sup>-1</sup>] (ječmen po cukrovce)**

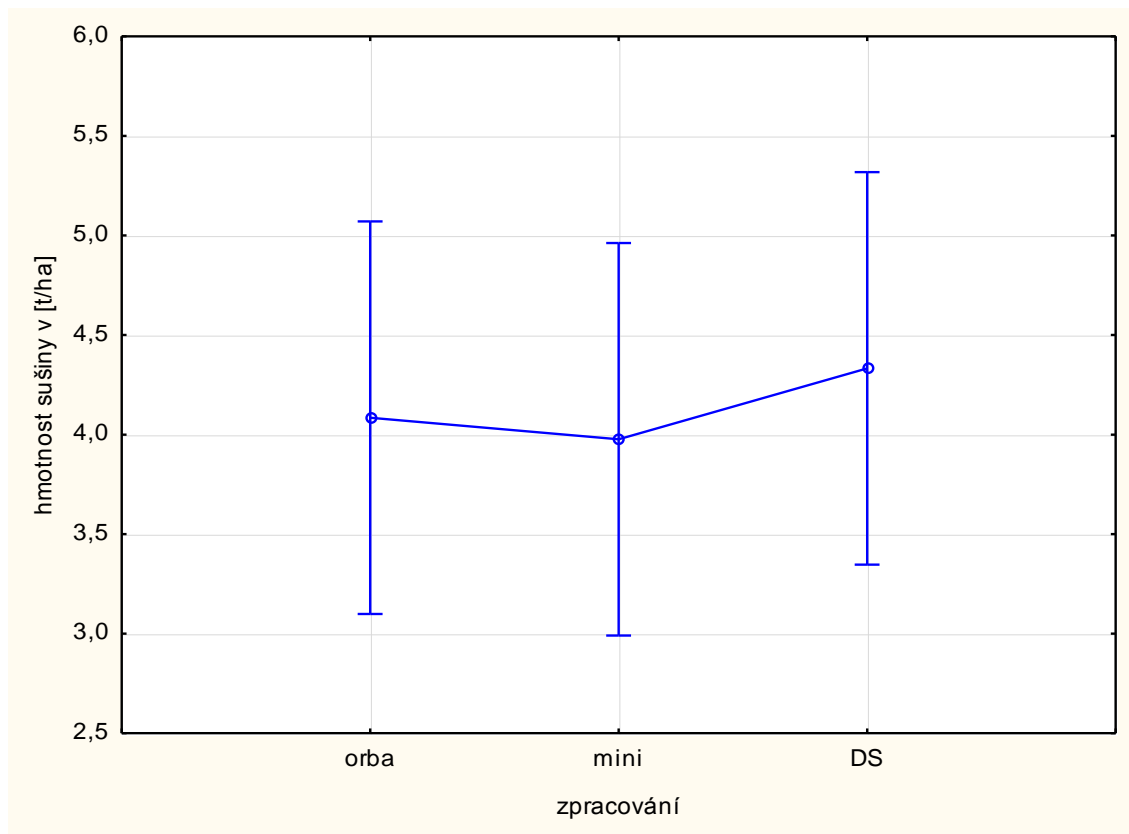
Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	460,8008	1	460,8008	232,6421	0,000000
zpracování	0,5996	2	0,2998	0,1514	0,860617
hloubka	220,6814	2	110,3407	55,7071	0,000000
zpracování*hloubka	41,7175	4	10,4294	5,2654	0,005483
Chyba	35,6531	18	1,9807		

Faktor zpracování neměl statisticky významný vliv na množství podzemní biomasy. Množství se po různých způsobech zpracování u ječmene pěstovaném po cukrové řepě téměř nelišilo, jak lze vyčíst z Tabulky 13 a Obrázku 8.

**Tabulka 13: LSD test - zpracování půdy (ječmen po cukrovce)**

zpracování	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
mini	3,98 <sup>a</sup>
orba	4,08 <sup>a</sup>
DS	4,33 <sup>a</sup>

Různé indexy (<sup>a, b</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině p<0.05



**Obrázek 8: Vliv technologie zpracování na množství podzemní biomasy (ječmen po cukrovce)**

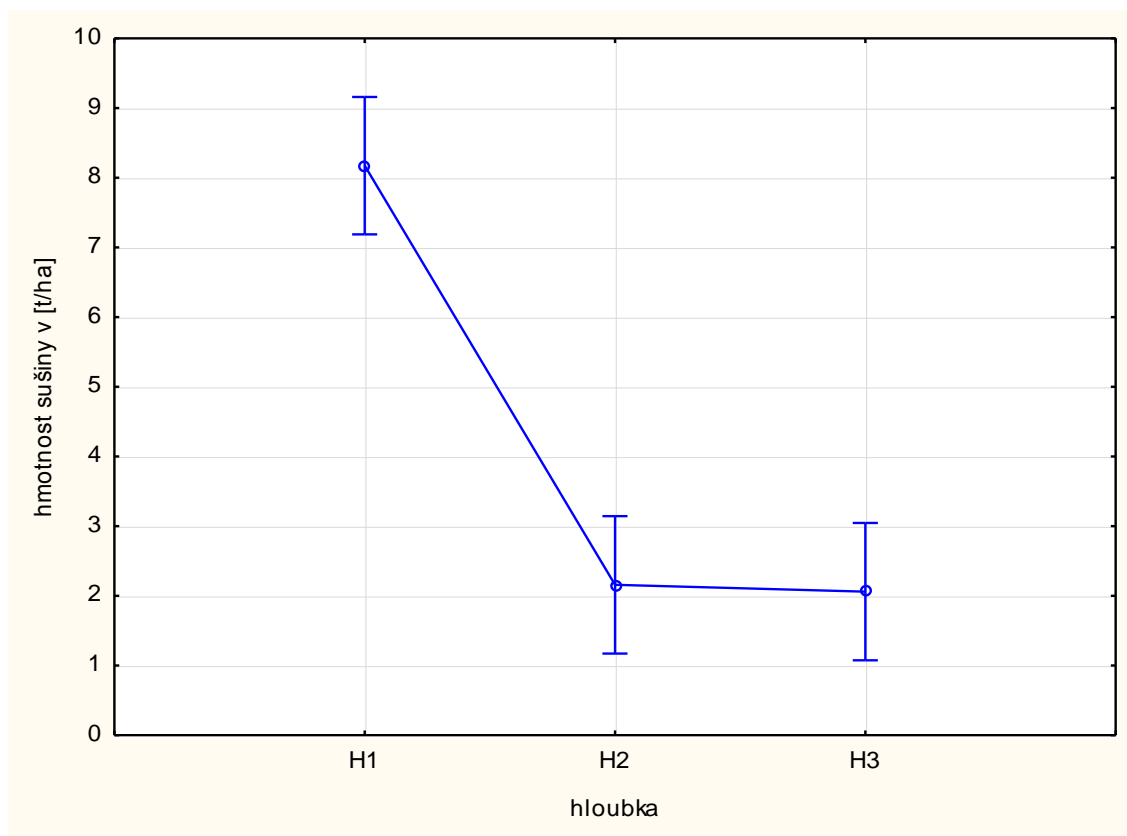
U faktoru hloubky byl zjištěn statisticky významný rozdíl zřejmý z Tabulky 14 a Obrázku 9. Statisticky se liší hloubka 0 – 0,15 m od hloubek 0,15 – 0,30 m a 0,30 – 0,45 m, které nevykazují statisticky rozdíl. Co se týče množství zanechaných zbytků, tak 65,9 % se nacházelo v hloubce 0 – 0,15 m. V hloubce 0,15 – 0,30 m bylo 17,4 %. Hloubka 0,30 – 0,45 m se na tomto množství podílela z 16,6 %.

**Tabulka 14: LSD test - hloubka půdy (ječmen po cukrovce)**

hloubka	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
H3	2,06 <sup>a</sup>
H2	2,16 <sup>a</sup>
H1	8,17 <sup>b</sup>

Různé indexy (<sup>a, b</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině  $p < 0.05$





**Obrázek 9: Vliv hloubky na množství kořenné hmoty (ječmen po cukrovce)**

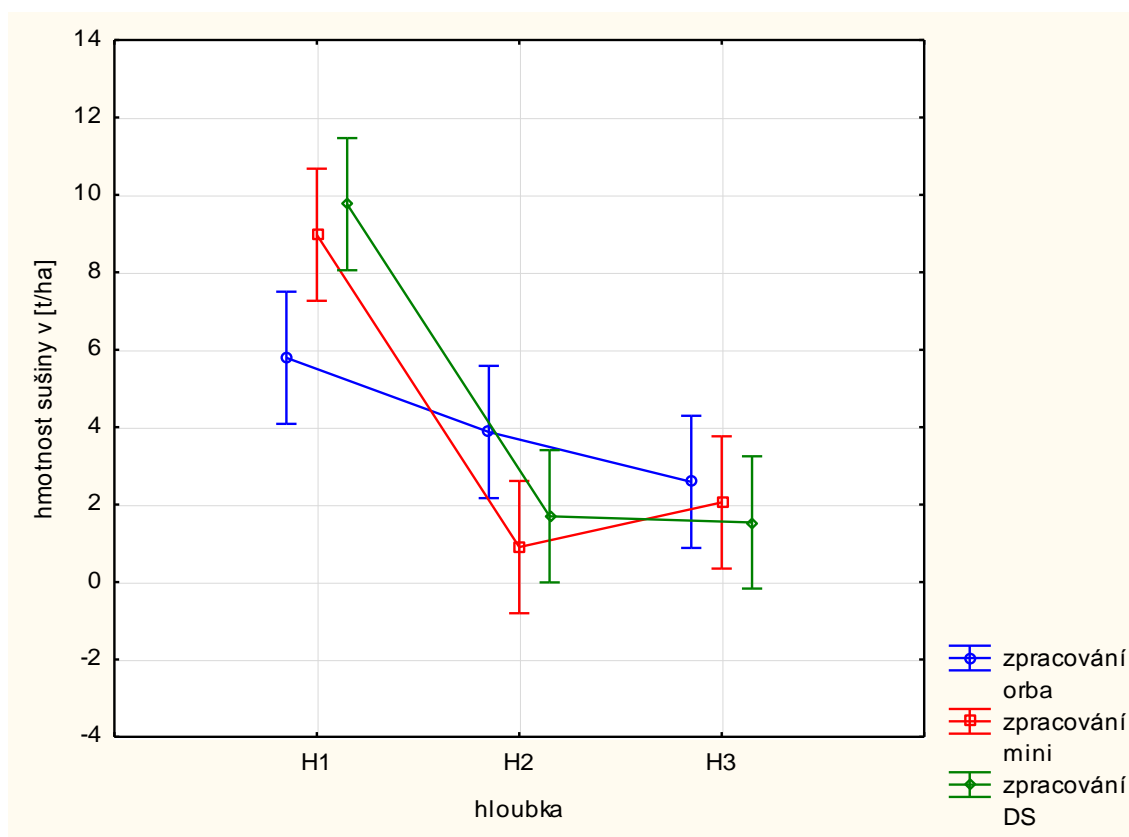
**Tabulka 15: LSD test - Interakce zpracování půdy a hloubky na množství podzemní hmoty (ječmen po cukrovce)**

zpracování	hloubka	Průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
mini	H2	0,90 <sup>a</sup>
DS	H3	1,54 <sup>ab</sup>
DS	H2	1,70 <sup>ab</sup>
mini	H3	2,06 <sup>ab</sup>
orba	H3	2,59 <sup>ab</sup>
orba	H2	3,87 <sup>bc</sup>
orba	H1	5,79 <sup>c</sup>
mini	H1	8,97 <sup>d</sup>
DS	H1	9,76 <sup>d</sup>

Různé indexy (<sup>a, b, c, d</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině  $p < 0.05$

Testováním interakce mezi hloubkou a zpracováním na množství podzemní hmoty viz Tabulka 15, bylo zjištěno, že přímé setí (DS) a minimalizace (mini) v hloubce 0 – 0,15 m (H1) prokazovaly statisticky rozdíl proti orbě v hloubce 0 – 0,15 m (H1). U varianty s orbou v hloubce 0 – 0,15 m není statisticky průkazný rozdíl oproti hloubce 0,15 – 0,30 m (H2) a hloubka H2 se statisticky neliší od hloubky 0,30 – 0,45 m (H3),

což potvrzuje hypotézu, že orbou jsou posklizňové zbytky zapraveny do větší hloubky. Dále je interakce hloubky a zpracování graficky zachycena v Obrázku 10.



**Obrázek 10: Interakce hloubky a zpracování půdy na množství podzemní biomasy (ječmen po cukrovce)**

#### 5.1.1.4 Zhodnocení kořenové hmoty v rámci sledovaných obilnin

Pro zhodnocení sledovaných obilnin byly provedeny vícerozměrné testy významnosti pro hmotnost sušiny. V Tabulce 16 jsou uvedeny faktory i vybrané interakce mezi nimi a určena jejich významnost. Statisticky významné se ukázali být všechny zkoumané faktory až na vzájemné působení plodiny a zpracování půdy.

**Tabulka 16: Vícerozměrné testy významnosti pro hmotnost sušiny v [t.ha<sup>-1</sup>] (zhodnocení sledovaných obilnin)**

Efekt	SČ	Stupně volnosti	PČ	F	p
Abs. člen	2095,33	1	2095,33	1072,987	0,000000
plodina	53,13	2	26,565	13,603	0,000016
zpracování půdy	14,1	2	7,05	3,61	0,033760
hloubka	991,395	2	495,697	253,839	0,000000
plodina*zpracování půdy	18,011	4	4,503	2,306	0,069920
zpracování půdy*hloubka	156,395	4	39,099	20,022	0,000000
Chyba	105,451	54	1,953		

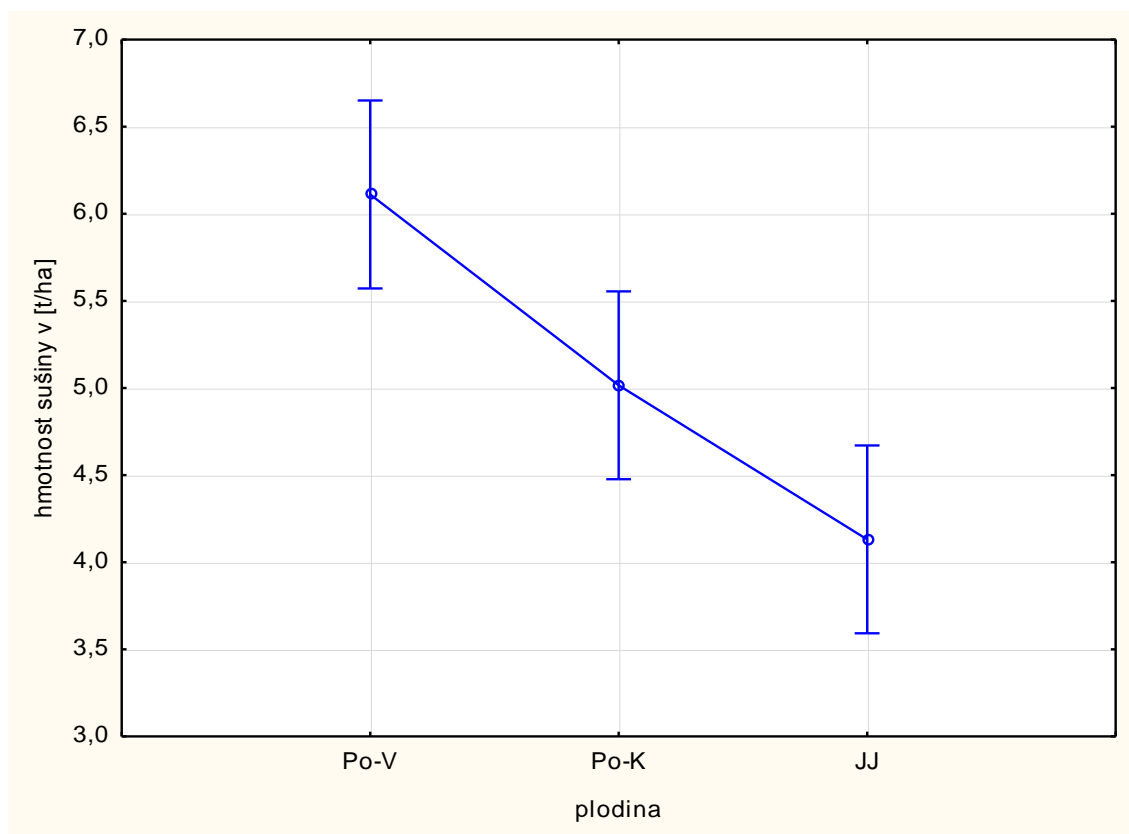
Rozdíl v průměru hmotnosti sušiny podzemní hmoty ze všech tří sledovaných hloubek jak lze vyčíst z Tabulky 17 byl u všech plodin statisticky průkazný. Pšenice ozimá, jejíž předplodinou byla vojtěška setá, dosáhla v průměru 6,11 t.ha<sup>-1</sup>. Nejmenším množstvím 4,13 t.ha<sup>-1</sup> podzemní hmoty se vyznačoval ječmen jarní pěstovaný po cukrové řepě.

**Tabulka 17: LSD test – plodina (zhodnocení sledovaných obilnin)**

plodina	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
JJ	4,13 <sup>a</sup>
PO-K	5,02 <sup>b</sup>
PO-V	6,11 <sup>c</sup>

Různé indexy (<sup>a, b, c</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině p<0.05

Statistiky průkazný rozdíl je patrný i z grafického znázornění u Obrázku 11.



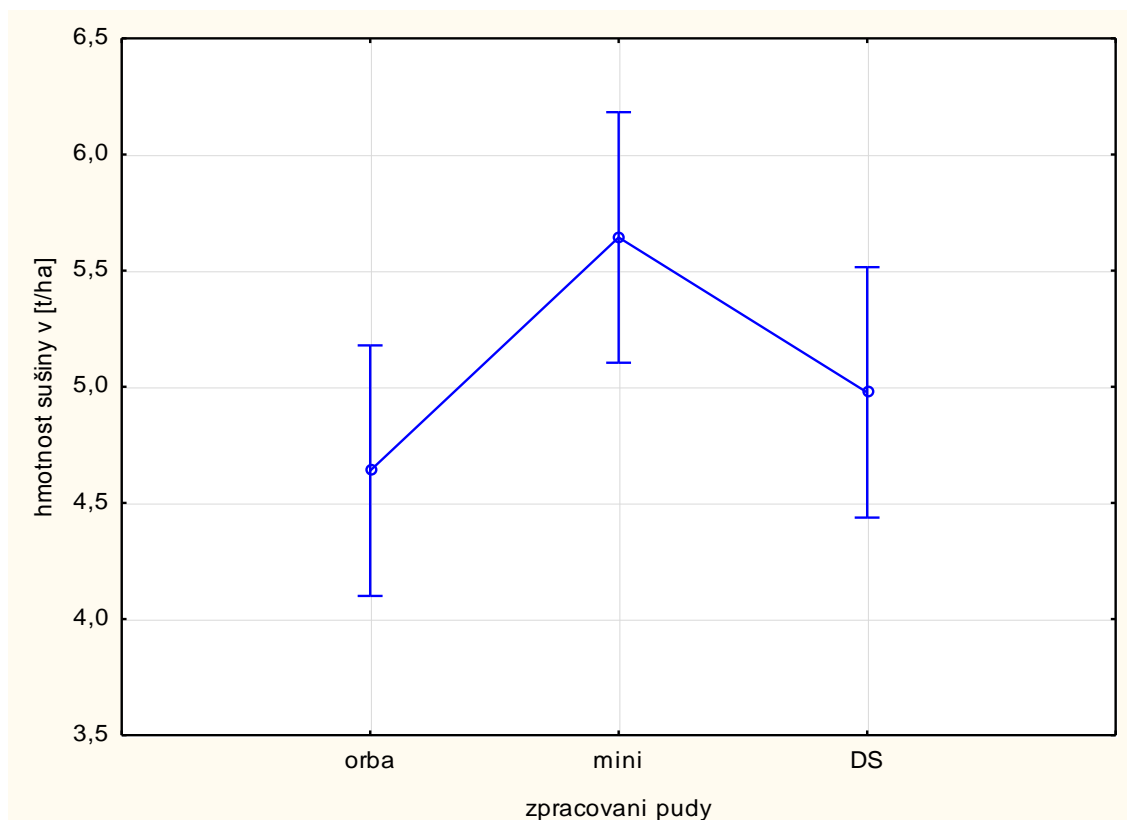
**Obrázek 11: Vliv plodiny na množství podzemní biomasy**

Z Tabulky 18, Obrázku 12 vyplývá statisticky průkazný rozdíl mezi orbou a minimalizací v hmotnosti sušiny podzemní biomasy. Mezi orbou a přímým setím ani u minimalizace a přímého setí se tento statistický rozdíl nepotvrdil.

**Tabulka 18: LSD test – zpracování půdy (zhodnocení sledovaných obilnin)**

zpracování	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
orba	4,64 <sup>a</sup>
DS	4,98 <sup>ab</sup>
mini	5,64 <sup>b</sup>

Různé indexy (<sup>a, b</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině  $p < 0.05$



**Obrázek 12: Vliv zpracování půdy na množství podzemní biomasy (zhodnocení sledovaných obilnin)**

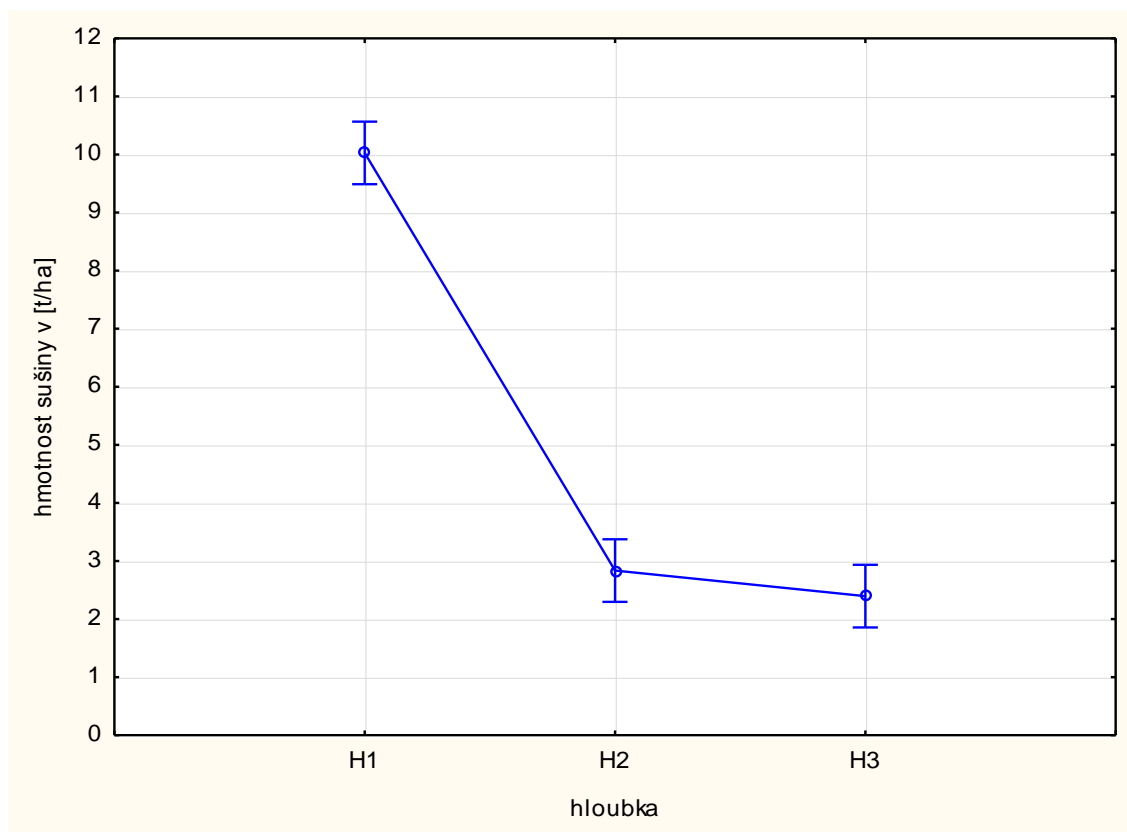
Množství podzemní biomasy v hloubce 0 – 0,15 m (H1) se statisticky významně lišilo od hloubky 0,15 – 0,30 m (H2) i 0,30 – 0,45 m (H3), ale u hloubek H2 a H3 se už množství statisticky nelišilo, viz Tabulka 19.

**Tabulka 19: LSD test – hloubka půdy (zhodnocení sledovaných obilnin)**

hloubka	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
H3	2,40 <sup>a</sup>
H2	2,84 <sup>a</sup>
H1	10,03 <sup>b</sup>

Různé indexy (<sup>a, b</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině  $p < 0.05$

Na Obrázku 13 lze vidět výrazný úbytek množství podzemní hmoty v hloubce 15 – 30 cm i 30 – 45 cm oproti hloubce 0 – 15 cm.



**Obrázek 13: Vliv hloubky na množství podzemní biomasy (zhodnocení sledovaných obilnin)**

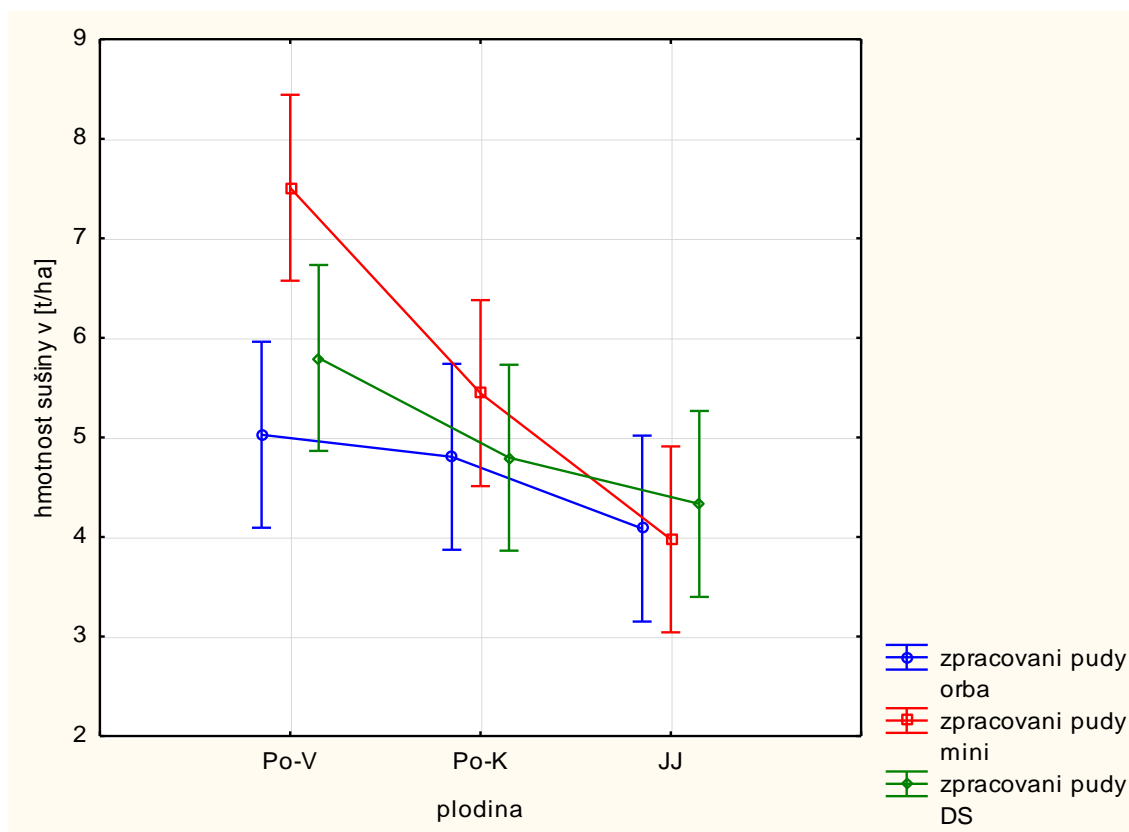
**Tabulka 20: LSD test – interakce plodiny a zpracování půdy na množství podzemní hmoty (zhodnocení sledovaných obilnin)**

plodina	zpracování půdy	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
JJ	mini	3,98 <sup>a</sup>
JJ	orba	4,08 <sup>a</sup>
JJ	DS	4,33 <sup>ab</sup>
Po-K	DS	4,80 <sup>abc</sup>
Po-K	orba	4,81 <sup>abc</sup>
Po-V	orba	5,03 <sup>abc</sup>
Po-K	mini	5,44 <sup>bc</sup>
Po-V	DS	5,80 <sup>c</sup>
Po-V	mini	7,51 <sup>d</sup>

Různé indexy (<sup>a, b, c, d</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině  $p < 0.05$

Popis vlivu zpracování na množství podzemní hmoty byl popsán i u jednotlivých plodin. Zde pro lepší přehled rozdílů byla pro všechny sledované plodiny vypracována Tabulka 20, ve které můžeme vidět výsledky provedeného LSD testu. Hodnoty byly i graficky znázorněny v Obrázku 14. Hodnocením výsledků bylo zjištěno, že největší průměrné množství podzemní hmoty 7,51 t.ha<sup>-1</sup> je při požití minimalizační technologie u pšenice pěstované po vojtěšce, což je i statisticky rozdílné oproti ostatním variantám.

+Zajímavé je, že u pšeníc pěstovaných s použitím minimalizační technologie bylo dosaženo nejvyššího množství na rozdíl od ječmene, kde se jednalo o nejmenší množství podzemní hmoty při porovnání s ostatními technologiemi.



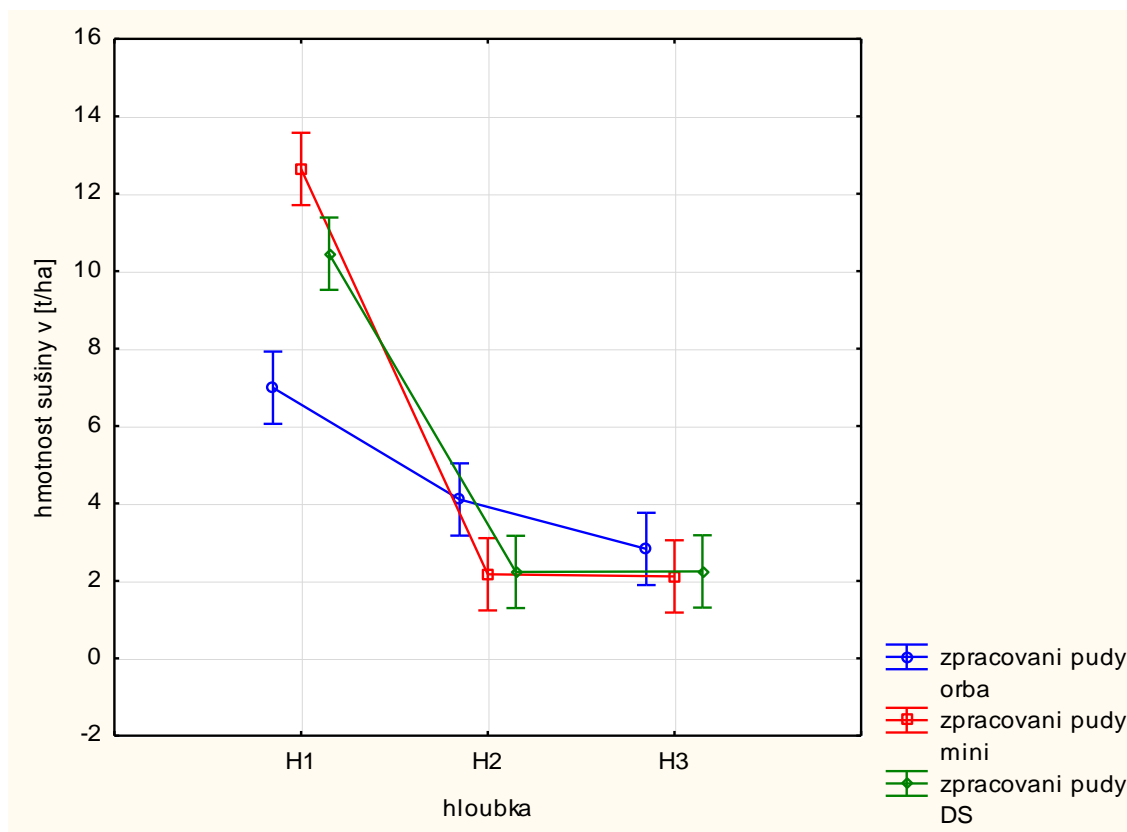
**Obrázek 14: Interakce plodiny a zpracování půdy na množství podzemní biomasy (zhodnocení sledovaných obilnin)**

Při statistickém vyhodnocení interakce zpracování půdy a hloubky na množství organické hmoty bylo zjištěno následující. Orba, přímé setí i minimalizace se v hloubce 0 – 0,15 m (H1) statisticky průkazně liší mezi sebou i proti ostatním variantám. Výsledky lze vyčíst z Tabulky 21 a Obrázku 15.

**Tabulka 21: LSD test – interakce zpracování půdy a hloubky na množství podzemní hmoty (zhodnocení sledovaných obilnin)**

zpracování půdy	hloubka	průměr hmotnosti sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ]
mini	H3	2,12 <sup>a</sup>
mini	H2	2,17 <sup>a</sup>
DS	H2	2,23 <sup>a</sup>
DS	H3	2,24 <sup>a</sup>
orba	H3	2,83 <sup>ab</sup>
orba	H2	4,10 <sup>b</sup>
orba	H1	6,99 <sup>c</sup>
DS	H1	10,45 <sup>d</sup>
mini	H1	12,64 <sup>e</sup>

Různé indexy (<sup>a, b, c, d, e</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině  $p < 0.05$



**Obrázek 15: Interakce zpracování půdy a hloubky na množství podzemní biomasy (zhodnocení sledovaných obilnin)**



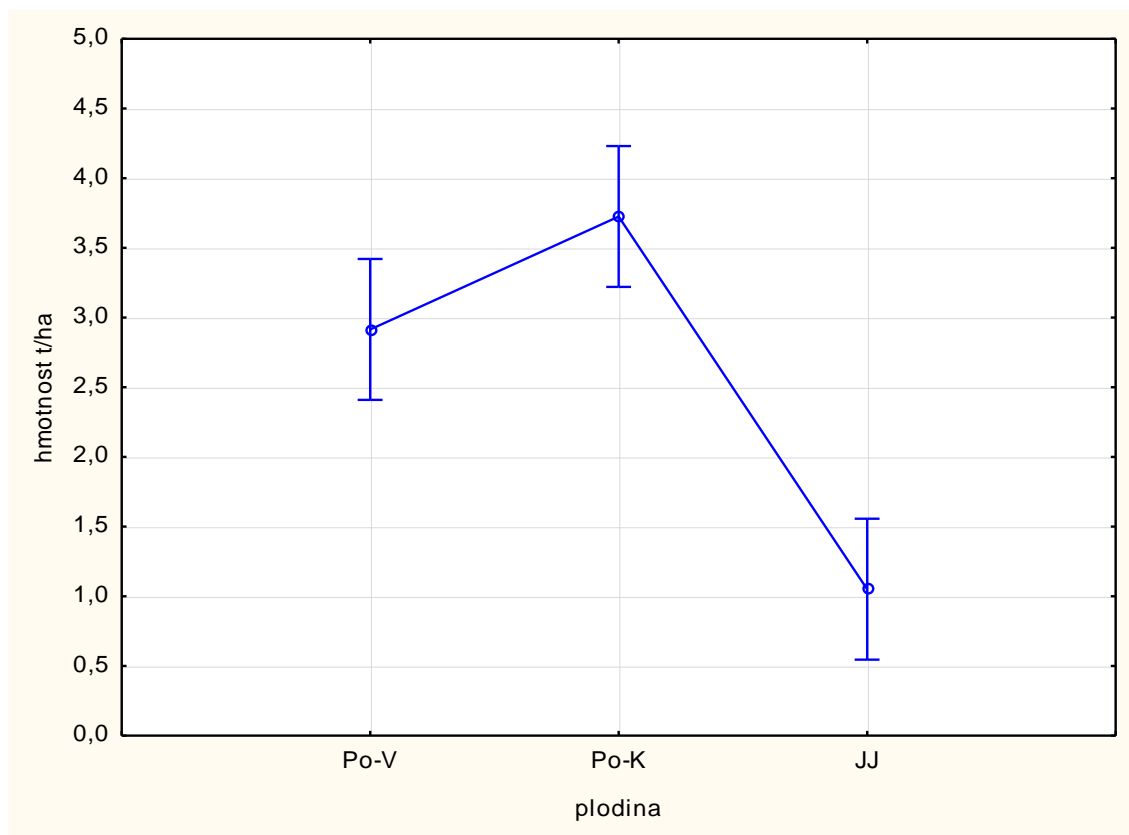
### 5.1.2 Nadzemní organická hmota sledovaných obilnin

U všech sledovaných plodin byly provedeny vícerozměrné testy významnosti pro hmotnost sušiny v  $t \cdot ha^{-1}$ . Hodnotil se faktor zpracování půdy, u kterého nebyl statisticky průkazný rozdíl. Statisticky průkazný rozdíl byl zaznamenán, když faktorem byla plodina. Pro plodinu byl následně proveden LSD test, viz Tabulka 22. Z Tabulky 22 a Obrázku 16 je zřejmý statisticky průkazný rozdíl v průměrné hmotnosti sušiny u všech sledovaných plodin. Více k nadzemní hmotě v kapitole, která pojednává o celkovém množství posklizňových zbytků.

**Tabulka 22: LSD test - plodina (nadzemní hmota)**

plodina	průměr hmotnosti sušiny v [ $t \cdot ha^{-1}$ ]
JJ	1,05 <sup>a</sup>
Po-V	2,91 <sup>b</sup>
Po-K	3,73 <sup>c</sup>

Různé indexy (<sup>a, b, c</sup>) ukazují statisticky průkazný rozdíl na hladině  $p < 0.05$



**Obrázek 16: Vliv plodiny na množství nadzemní hmoty**

### 5.1.3 Celkové množství posklizňových zbytků

Shrnutí celkové biomasy ponechané obilninami po sklizni nám uvádí Tabulka 23. Z vybraných plodin nejvíce posklizňových zbytků 24,98 t.ha<sup>-1</sup> zanechala pšenice ozimá pěstovaná po vojtěšce seté u varianty s přímým setím (DS). Naopak nejmenší množství 13,02 zůstalo na pozemku u ječmene jarního po variantě minimalizační (Mini), jehož předplodinou byla cukrová řepa.

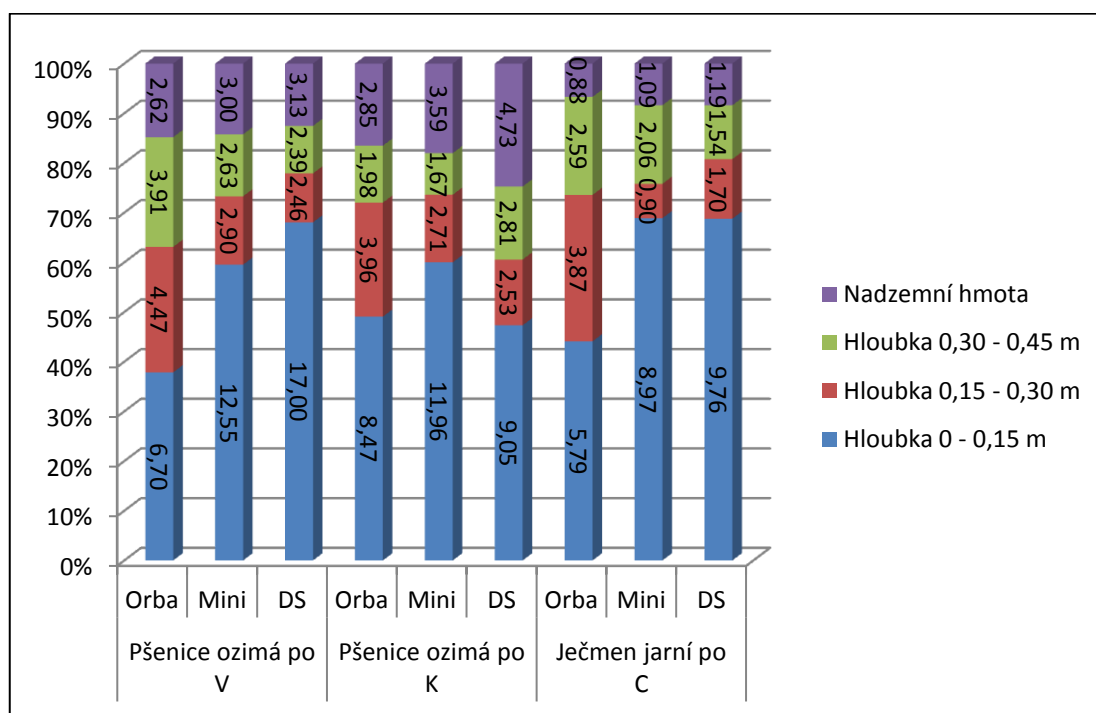
Co se týče nadzemní hmoty, největší množství 4,73 t.ha<sup>-1</sup> zanechala pšenice ozimá po kukuřici u varianty přímého setí a nejméně bylo zaznamenáno u ječmene jarního po variantě s orbou a to 0,88 t.ha<sup>-1</sup>.

U celkové sušiny kořenů ze všech tří hloubek byly výsledky obdobné jako u celkového shrnutí. Největší množství 21,85 t.ha<sup>-1</sup> ponechala pšenice ozimá po vojtěšce (varianta přímého setí). Nejméně biomasy 11,93 t.ha<sup>-1</sup> bylo po ječmeni jarním (varianta minimalizační).

**Tabulka 23: Celkové množství posklizňových zbytků**

Plodina	Zpracování půdy	Sušina kořenů [t.ha <sup>-1</sup> ]			Sušina kořenů celkem [t.ha <sup>-1</sup> ]	Nadzemní hmota [t.ha <sup>-1</sup> ]	Posklizňové zbytky celkem [t.ha <sup>-1</sup> ]
		H1	H2	H3			
Pšenice ozimá po V	Orba	6,70	4,47	3,91	15,08	2,62	17,70
	Mini	12,55	2,90	2,63	18,08	3,00	21,08
	DS	17,00	2,46	2,39	21,85	3,13	24,98
Průměrné množství posklizňových zbytků					18,34	2,92	21,25
Pšenice ozimá po K	Orba	8,47	3,96	1,98	14,41	2,85	17,26
	Mini	11,96	2,71	1,67	16,34	3,59	19,93
	DS	9,05	2,53	2,81	14,39	4,73	19,12
Průměrné množství posklizňových zbytků					15,05	3,72	18,77
Ječmen jarní po C	Orba	5,79	3,87	2,59	12,25	0,88	13,13
	Mini	8,97	0,90	2,06	11,93	1,09	13,02
	DS	9,76	1,70	1,54	13,00	1,19	14,19
Průměrné množství posklizňových zbytků					12,39	1,05	13,45

Z Obrázku 17 můžeme vyčíst procentuální zastoupení množství sušiny podzemní hmoty jednotlivých hloubek a povrchové hmoty. Zřejmě je, že se z velké části u všech plodin a variant zpracování mimo orby na celkovém množství posklizňových zbytků podílí biomasa z hloubky 0 – 0,15 m. U orby lze vyčíst rovnoměrnější rozdělení posklizňových zbytků v celém profilu odebíraných vzorků.



**Obrázek 17: Celkové množství posklizňových zbytků**

## 6 DISKUSE

Jeden z prvních poznatků, který z dané práce vyplývá, je způsob prokořenění u sledovaných plodin.

Z našich výsledků je zřejmé že největší množství kořenové biomasy se nachází ve vrstvě 0 – 0,15 m a s rostoucí hloubkou klesá. K podobnému závěru dospěli i Středa, Hajzler, Chloupek (2013). Ti při hodnocení prokořenění u obilnin zjistili, že se 70 % kořenového systému rostlin nachází ve vrstvě 0 – 0,20 m. Dále uvádí, že na změnu distribuce kořenů může mít vliv i zpracování půdy, což se nám ve výsledcích projevilo následujícím způsobem. U konvenčního způsobu zpracování půdy byly kořeny poměrně rovnoměrně, i když s klesající tendencí zastoupeny v celém odebíraném profilu, kdežto u minimalizace a přímého setí se nacházely v již zmíněných 0 až 0,15 m hloubky. Tuto informaci potvrdili i autoři Wulfsohn a kol. (1996). Vysvětlením, proč se kořeny u minimalizačních technologií spíše nachází ve svrchních vrstvách, by mohlo být lepší vláhové zastoupení a zvýšená koncentrace živin v této vrstvě.

Pro lepší porovnání s jinými autory byly vypočteny průměry množství posklizňových zbytků (podzemní biomasa ze všech tří hloubek + strniště) ze všech variant u každé sledované plodiny, viz Tabulka 23. Průměrné množství u pšenice ozimé pěstované po vojtěšce – 21,25 t.ha<sup>-1</sup>, pšenice ozimé po kukuřici – 18,77 t.ha<sup>-1</sup> a ječmene jarního po cukrovce – 13,45 t.ha<sup>-1</sup>. Tyto hodnoty jsou ve srovnání s jinými autory (např. Čvančara, 1962; Krejčíř, 1990; Pokorný, Hartman, 2000; Neudert, Malík, 2013) poněkud vyšší.

Rozdíl v množství posklizňových zbytků u pšenic může být zapříčiněn pěstovanou předplodinou. Vojtěška setá, která je známá svou výbornou předplodinovou hodnotou, zanechává v půdě velké množství posklizňových zbytků. Jeden z možných případů je, že u zbytků nemuselo dojít během vegetace k úplnému rozkladu a tyto zbytky se mohly podílet na celkovém zvýšeném množství. Ale i tak jsou dosažené průměrné hodnoty množství posklizňových zbytků u pšenic značně vysoké. To samé lze tvrdit i o ječmeni jarním.

Pokud srovnáme námi dosažené výsledky s literárními, zjistíme, že v některých případech mnohonásobně převyšují zejména ty starší. Kde u obilnin Koenneck (in Čvančara 1962) uvádí 1,9 – 3,0 t.ha<sup>-1</sup>. Krejčíř (1990) podotýká 1 – 2,5 t.ha<sup>-1</sup>. V novější studii u Hartmana, Pokorného (2000), kteří prováděli stanovení biomasy posklizňových zbytků a kořenů u pšenice v roce 1999, byla hodnota 8,85 t.ha<sup>-1</sup> v profilu 0 – 0,6 m.

Střalková, Podešvová, Šabata (2006) určovali obsah kořenové biomasy v ornici u ozimé pšenice a jarního ječmene v hloubce 0 – 25,5 cm. U pšenice po ječmeni zjistili 4,2 t.ha<sup>-1</sup> a po vojtěšce 4,45 t.ha<sup>-1</sup>. Co se týče ječmene po pšenici, byly hodnoty 3,85 t.ha<sup>-1</sup> a po cukrovce 4,24 t.ha<sup>-1</sup>. V práci Neuderta, Morcínka (2006) jsou uvedeny hodnoty pro pšenici ozimou 14,23 t.ha<sup>-1</sup> a ječmen jarní 10,80 t.ha<sup>-1</sup>. Dále Neudert, Malík (2013) zmiňují množství 8,09 t.ha<sup>-1</sup> u pšenice po vojtěšce, 8,14 u pšenice po kukuřici a 9,16 u ječmene jarního po cukrovce.

Vysoké rozdíly v množství posklizňových zbytků mezi našimi výsledky a údaji s literatury před rokem 1990 mohou být zapříčiněny nízkými výnosy v této době. Tento důvod zmiňuje ve své práci i Hartman, Pokorný (2000). Objasnění může být v tendenci šlechtění rostlin stále na vyšší a vyšší produkci, což se v tak dlouhém období projevilo na výnosech a zároveň na množství posklizňových zbytků.

Při srovnání oproti novějším zdrojům například se studiemi Neuderta, Morcínka (2006) nebo Neuderta, Malíka (2013) jsou pořád markantní rozdíly v zanechaném množství. Tento rozdíl může být způsoben vlivem ročníku (klimatickými podmínkami). Zejména Neudert, Malík (2013), kteří ve své práci dále zmiňují, že ve sledovaném roce byly velice nízké výnosy zrna, jež byly zapříčiněny nepříznivým průběhem povětrnostních podmínek. Přesto jejich výsledky posklizňových zbytků dosahovaly v porovnání s ostatními dle našeho názoru vysokých hodnot. V našem případě byly ve sledovaném roce klimatické podmínky téměř optimální pro růst plodin, což se projevilo rekordními výnosy zrna obilnin i rekordním množstvím ponechaných posklizňových zbytků. Tyto dvě studie byly pro porovnání vybrány z důvodu, že se nachází ve stejné pokusné lokalitě a při odběrech bylo postupováno podle stejné metodiky.

Vysoké množství námi stanovených posklizňových zbytků může být ovlivněno výběrem reprezentativního místa a způsobem odběru. Kdy k odběru byl použit kořenový vrták, s nímž odebraný vzorek zatupuje pouze malý úsek z celkové plochy. Za zmínku stojí námi vybraný způsob separace kořenové biomasy, u kterého se dosáhlo oddělení takřka veškerých i těch nejjemnějších kořenů.

## 7 ZÁVĚR

V diplomové práci bylo provedeno stanovení množství posklizňových zbytků, které zanechávají u nás nejčastěji pěstované obilniny. Zabývali jsme se pšenici ozimou, jejíž předplodinou byla vojtěška setá, pšenici ozimou pěstovanou po kukuřici a ječmenem jarním po cukrové řepě. Odběr vzorků probíhal po třech variantách zpracování, jednalo se o klasické zpracování půdy orbou, minimalizační zpracování a přímé setí. U všech těchto technologií se odebrali vzorky z nadzemní části a tří hloubek (0 – 0,15 m, 0,15–0,30 m, 0,30 – 0,45 m).

Průměrné množství zanechané podzemní biomasy po všech plodinách bez rozdílu variant zpracování v hloubce 0 – 0,15 m činilo 10,03 t.ha<sup>-1</sup>. V hloubce 0,15 – 0,30 m to bylo 2,84 t.ha<sup>-1</sup> a v hloubce 0,30 – 0,45 m – 2,40 t.ha<sup>-1</sup>. Z těchto údajů vyplývá statisticky průkazný rozdíl v hloubce 0 – 0,15 m oproti ostatním hloubkám. Mezi hlubšími vrstvami se statistický rozdíl neprokázal.

Při srovnání uvedených technologií zpracování půdy je průměrná hmotnost sušiny kořenů ze všech tří hloubek u orby 4,64 t.ha<sup>-1</sup>, u přímého setí 4,98 t.ha<sup>-1</sup> a u minimalizace 5,64 t.ha<sup>-1</sup>. Statisticky průkazný rozdíl byl zjištěn pouze mezi orbou a minimalizací.

Pokud se zaměříme na sledované plodiny, byl u všech zaznamenán statisticky průkazný rozdíl. Pšenice po vojtěšce zanechala největší množství podzemní biomasy – 18,34 t.ha<sup>-1</sup>, pšenice pěstovaná po kukuřici – 15,05 t.ha<sup>-1</sup> a ječmen jarní, před kterým byla předplodina cukrová řepa, zanechal 12,39 t.ha<sup>-1</sup>.

Nadzemní hmota (sláma strniště) dosahovala v průměru u pšenice po vojtěšce 2,91 t.ha<sup>-1</sup>. Nejvyšší množství bylo zjištěno u pšenice po kukuřici – 3,77 t.ha<sup>-1</sup> a nejméně u ječmene jarního – 1,05 t.ha<sup>-1</sup>.

Celkové množství posklizňových zbytků (podzemní biomasa + sláma strniště) u pšenice ozimé pěstované po vojtěšce – 21,25 t.ha<sup>-1</sup>, pšenice ozimé po kukuřici – 18,77 t.ha<sup>-1</sup> a ječmene jarního po cukrovce – 13,45 t.ha<sup>-1</sup>.

Výsledky diplomové práce prokázaly značnou odlišnost od uvedených literárních zdrojů. To mohlo být způsobeno vlivem ročníku, který byl mimořádně výnosný nebo také může být ovlivněno výběrem reprezentativního místa, protože odebraný vzorek zastupuje pouze malý úsek z celkové plochy.

## 8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BASIĆ F., KISIĆ I., MESIĆ M., NESTROY O. a BUTORAC A., 2004: *Tillage and crop management effects on soil erosion in central Croatia*. Soil Till. Res. 78: 197–206. ISSN: 0167-1987.

BLÁHA L. a HNILIČKA F., 2006: *Význam vlastností kořenů a semen pro odolnost rostlin vůči abiotickým stresorům*, s. 1 – 9. In: Hnilička F. (ed): *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin*. Výzkumný ústav rostlinné výroby, 300 s. ISBN 80-86555-85-2.

BLÁHA L. a VYVADILOVÁ M., 2010: *Současné možnosti využití hodnocení kořenového systému při pěstování a šlechtění rostlin*, s. 276 – 296. In: Bláha L., Hnilička F. a Martinková J. (ed): *Současné možnosti fyziologie a zemědělského výzkumu přispět k produkci rostlin*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 310 s. ISBN 978-80-7427-023-9.

ČVANČARA F., 1962: *Zemědělská výroba v číslech 1.díl*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1170 s.

EIJKELKAMP, 2015: *Sinngle root auger*. Databáze online[cit. 2015-02-18]. Dostupné z: <https://en.eijkelkamp.com/products/augering-soil-sampling-equipment/single-root-auger.html>

HAMBLIN A., TENNANT D. a PERRY M. W., 1990: *The cost of stres: dry matter partitioning ganges with seasonal supply of water and nitrogen to dryland beat*. Plant and Soil. 122: 47-48. ISSN 1573-5036.

HARTMAN I. a POKORNÝ E., 2000: *Posklizňové zbytky a biomasa kořenů pšenice*, s. 63 – 64. In: Richter R. *Půdní úrodnost: sborník referátů z II. konference s mezinárodní účastí*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 90 s. ISBN 80-7157-436-8.

HRON F. a KOHOUT V., 1967: *Základní agrotechnika*. Praktikum polních plevelů. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 218 s.

HŘIVNÁ L. a RICHTER R., 2000: *Jak hnojit ozimy před setím*. Agromagazín, 8: 27-29. ISSN: 1214-0643.

HŮLA J. a PROCHÁZKOVÁ B., 2008: *Minimalizace zpracování půdy*. Praha: Profi Press, 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.

HŮLA J., KOVAŘÍČEK P. a VLÁŠKOVÁ M., 2009: *Orba a alternativní způsoby hlubšího zpracování*. Farmář, 9: 14-18. ISSN: 1210-9789.

HŮLA J., PROCHÁZKOVÁ B., BADALÍKOVÁ B., DRYŠLOVÁ T., HORÁČEK J., JAVŮREK M., KOVAŘÍČEK P., KROULÍK M., KUMHÁLA F., SMUTNÝ V., TIPPL M. a WINKLER J., 2010: *Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. (Impact of Unconventional Technologies of Soil Cultivation on Soil Environment)*. Certifikovaná metodika. Praha : Výzkumný ústav zemědělské techniky. 58 s. ISBN 978-80-86884-53-0.

JACKSON R.B., CANADELL J., EHLERINGER J.R., MOONEY H.A., SALA O.E. a SCHULZE E.D., 1996: *A global analysis of root distributions for terrestrial biomes*. Oecologia, 108: 389-411. ISSN 1432-1939.

JAVŮREK M. a VACH M., 2008: *Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění*. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Databáze online [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.vurv.cz/files/Publications/ISBN978-80-87011-57-7.pdf>

Javůrek M., Hůla J., Vach M. a Kroulík M., 2008: *Impact of different soil tillage technologies on soil erosion effect mitigation*. Scientia agriculturae bohemica. 39(2): 218-223. ISSN 1211-3174.

KASPAR T. C. a BLAND L., 1992: *Soil temperature and root growth*. Soil Science. 154(4): 290-299. ISSN 1538-9243.

KASPAR T., ERBACH D.C. a CRUISE, R.M., 1990: *Corn Response to seed-Row Residue removal*. Soil Science Society of America Journal. 54: 1112 – 1117. ISSN 1435-0661.

KING J., GAY A., SYLVESTER-BRADLEY R., BINGHAM I., FOULKES J., GREGORY P. a ROBINSON D., 2003: *Modelling cereal root systems for water and nitrogen capture: Towards an economic optimum*. Annals of Botany, 91: 383-390. ISSN: 1095-8290.



- KOHOUT J., ŠKODA V. a ZITTA M., 1992: *Obecná produkce rostlinná*. Skriptum VŠZ Praha, 210 s.
- KÖLLER K. a LINKE Ch., 2006: *Úspěch bez pluhu*. Praha: Vydavatelství ZT, 190 s. ISBN 80-87002-00-8.
- KOSTELANSKÝ F. a PROCHÁZKOVÁ B., 2000: *Zpracování půdy*. s. 71 – 125. In: Kostelanský F.: *Obecná produkce rostlinná*. 2. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 212 s. ISBN 80-7157-245-4.
- KOSTELANSKÝ F., 1997: *Obecná produkce rostlinná*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 121 s. ISBN 80-7157-245-4.
- KREJČÍŘ J., 1990: *Obecná produkce rostlinná: osevní postupy*. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 186 s.
- KUBÁT J. a KLÍR J., 2000: *Nové metody hodnocení bilance organických látek v půdě*, s. 11 – 15. In: Richter R. *Půdní úrodnost: sborník referátů z II. konference s mezinárodní účastí*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 90 s. ISBN 80-7157-436-8.
- KVĚCH O., 1985: *Osevní postupy*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 203 s.
- MALÍK S., 2013: *Stanovení množství posklizňových zbytků v osevním postupu*. Brno. Diplomová práce (nepubl., dep. Knihovna Mendelovy univerzity v Brně). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav agrosystémů a bioklimatologie. Vedoucí práce Ing. Lubomír Neudert, Ph.D.
- MARENDIAK D., KOPČANOVÁ E. a LEITGEB, S., 1987: *Polnohospodárska mikrobiológia*. Bratislava: Príroda, 433 s.
- MCMICHAEL B. a BURKE J., 2002: *Temperature effects on root growth*, p. 717 – 728. In: Waisel Y., Eshel A. and Kafkafi U. (eds.): *Plant roots: The hidden half*. Marcel Dekker Inc., New York, 1120 s.
- Miloslav J. a Vach M., 2008: *Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění*. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 24 s. ISBN 978-80-87011-57-7.

NĚMEČEK J., 2001: *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 79 s. ISBN 80-238-8061-6.

NEUDERT L. a MALÍK S., 2013: *Posklizňové zbytky při různém zpracování půdy*. s. 312 – 315. In: Badalíková B. a Bartlová J. (eds): Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů. Vědecká příloha časopisu. Úroda 12

NEUDERT L. a MORCINEK K., 2006: Amounts of Post-harvest Residues in Different Tillage Systems. p. 567 – 568. In: Fotyma M. and Kaminská B.: Book of Proceedings of IX ESA Congres. Warszawa (Poland): ESA,PSA and Agricultural University in Warsaw, Fragmenta agronomica. ISSN 0860-4088.

NEUDERT L. a PROCHÁZKOVÁ B., 2009: *Orba a minimalizační technologie*. Databáze online [cit. 2015-02-25]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/orba-a-minimalizacni-technologie/>

PAREEK A., 2010: *Abiotic stress adaptation in plants: physiological, molecular and genomic foundation*. Dordrecht, Netherlands: Springer, xxvii, 526 s. ISBN 978-90-481-3111-2.

PAYNTER B.H. a YOUNG K.J., 2004: *Grain and malting quality in two-row spring barley are influenced by grain filling monture*. Australian Journal of Agricultural Research. 55: 539 - 550. ISSN 0004-9409.

PETŘÍČKOVÁ, MÁLEK., 2000: *Střídání plodin – osevní postupy*. s. 126 – 171. In: Kostelanský F. Obecná produkce rostlinná. 2. Vyd., Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2000, 212 s. ISBN 80-7157-245-4.

PROCHÁZKOVÁ B., 2001: *Organické hnojení při hospodaření bez živočišné výroby*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 29 s. ISBN 80-7271-083-4.

RICHTER R., HLUŠEK J., RYANT P. a LOŠÁK T., 2002: *Organická hnojiva a jejich postavení v zemědělské praxi*. Úroda. Databáze online [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_221\\_multitext/vyziva\\_rostlin/pdf/org\\_hnojiva\\_uroda02.pdf](http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/pdf/org_hnojiva_uroda02.pdf)

SCHULLER P., WALLING D. E., SEPÚLVEDA A., CASTILLO A. a PINO I., 2007: *Changes in soil erosion associated with the shift from conventional tillage to a no*

*tillage system, documented using 137Cs measurements*. Soil and Tillage Research., 94: 183–192. ISSN: 0167-1987.

STŘALKOVÁ R., PODEŠEVOVÁ J. a ŠABATA J., 2006: *Obsah kořenové biomasy v ornici u ozimé pšenice a jarního ječmene*. Úroda. 5: 8 – 9.

STŘEDA T. HAJZLER M. a CHLOUPEK O., 2013: Kořenový systém jako faktor tvorby výnosu a kvality polních plodin, s. 75 – 96. In: Bláha L. a Šerá B (eds): *Význam celistvosti rostliny ve výzkumu, šlechtění a produkci: Importance of plant integrity in research, plant breeding and production*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, 195 s. ISBN 978-80-7427-129-8.

ŠKARDA M. a JOKEŠOVÁ J., 1982: *Hospodaření s organickými hnojivy*. Praha: SZN, 324 s.

VACH M. a JAVŮREK M., 2011: *Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin*. Výzkumný ústav rostlinné výroby. Databáze online [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: <http://www.vurv.cz/sites/File/Publications/ISBN978-80-7427-079-6.pdf>

VACH M., JAVŮREK M., ŠIMON J. a KLÍR J., 2007: *Hospodaření na půdě bez chovu zvířat*. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.. 28 s. ISBN978-80-87011-28-7.

VANĚK V., KOLÁŘ L. a PAVLÍKOVÁ D., 2010: *Úloha organické hmoty v půdě*. Databáze online [cit. 2015-03-03]. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/uloha-organicke-hmoty-v-pude>

VÁŇOVÁ M., MATUŠINSKÝ P., JAVŮREK M. a VACH M., 2012: *Vliv způsobu zpracování půdy na výskyt vybraných chorob obilnin (The effect of soil tillage practices on the severity of selected diseases of cereals)*. Databáze online [cit. 2015-02-04]. Dostupné z: <http://www.vukrom.cz/obilnarske-listy/obsah/2-2012/40-45>

WULFSOHN D.G.Y., WULFSOHN A. a MOJLAJ, E.G., 1996: *Statistical analysis of beat root growth patterns under conventional und no-till systems*. Soil and Tillage Research. 38: 1-16 ISSN: 0167-1987.

## 9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Množství posklizňových zbytků na povrchu po zpracování půdy různými stroji (Šimon, Škoda, Hůla, 1999) .....	15
Tabulka 2: Průměrné chemické složení slámy v % (Richter a kol., 2002).....	17
Tabulka 3: Funkce a působení posklizňových zbytků (Köller, Linke, 2006).....	22
Tabulka 4: Vícerozměrné testy významnosti pro hmotnost sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ] (pšenice po vojtěšce).....	32
Tabulka 5: LSD test - zpracování půdy (pšenice po vojtěšce) .....	32
Tabulka 6: LSD test - hloubka půdy (pšenice po vojtěšce) .....	33
Tabulka 7: LSD test - Interakce zpracování a hloubky na množství podzemní hmoty (pšenice po vojtěšce).....	35
Tabulka 8: Vícerozměrné testy významnosti pro hmotnost sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ] (pšenice po kukuřici).....	36
Tabulka 9: LSD test - zpracování půdy (pšenice po kukuřici) .....	36
Tabulka 10: LSD test hloubka půdy .....	37
Tabulka 11: LSD test - Interakce zpracování půdy a hloubky na množství podzemní hmoty (pšenice po kukuřici) .....	38
Tabulka 12: Vícerozměrné testy významnosti pro hmotnost sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ] (ječmen po cukrovce) .....	39
Tabulka 13: LSD test - zpracování půdy (ječmen po cukrovce) .....	39
Tabulka 14: LSD test - hloubka půdy (ječmen po cukrovce).....	40
Tabulka 15: LSD test - Interakce zpracování půdy a hloubky na množství podzemní hmoty (ječmen po cukrovce) .....	41
Tabulka 16: Vícerozměrné testy významnosti pro hmotnost sušiny v [t.ha <sup>-1</sup> ] (zhodnocení sledovaných obilnin).....	43
Tabulka 17: LSD test – plodina (zhodnocení sledovaných obilnin).....	43
Tabulka 18: LSD test – zpracování půdy (zhodnocení sledovaných obilnin) .....	44
Tabulka 19: LSD test – hloubka půdy (zhodnocení sledovaných obilnin).....	45
Tabulka 20: LSD test – interakce plodiny a zpracování půdy na množství podzemní hmoty (zhodnocení sledovaných obilnin).....	46
Tabulka 21: LSD test – interakce zpracování půdy a hloubky na množství podzemní hmoty (zhodnocení sledovaných obilnin).....	48

Tabulka 22: LSD test - plodina (nadzemní hmota).....	49
Tabulka 23: Celkové množství posklizňových zbytků.....	50

## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Kořenový vrták (Eijkelkamp, 2015) .....	29
Obrázek 2: Vliv technologie zpracování na množství podzemní biomasy (pšenice po vojtěšce).....	33
Obrázek 3: Vliv hloubky na množství podzemní biomasy (pšenice po vojtěšce) .....	34
Obrázek 4: Interakce hloubky a zpracování půdy na množství podzemní biomasy (pšenice po vojtěšce).....	35
Obrázek 5: Vliv technologie zpracování na množství podzemní biomasy (pšenice po kukuřici).....	36
Obrázek 6: Vliv hloubky na množství podzemní biomasy (pšenice po kukuřici).....	37
Obrázek 7: Interakce hloubky a zpracování půdy na množství podzemní biomasy (pšenice po kukuřici) .....	38
Obrázek 8: Vliv technologie zpracování na množství podzemní biomasy (ječmen po cukrovce) .....	40
Obrázek 9: Vliv hloubky na množství kořenové hmoty (ječmen po cukrovce) .....	41
Obrázek 10: Interakce hloubky a zpracování půdy na množství podzemní biomasy (ječmen po cukrovce).....	42
Obrázek 11: Vliv plodiny na množství podzemní biomasy.....	44
Obrázek 12: Vliv zpracování půdy na množství podzemní biomasy (zhodnocení sledovaných obilnin).....	45
Obrázek 13: Vliv hloubky na množství podzemní biomasy (zhodnocení sledovaných obilnin).....	46
Obrázek 14: Interakce plodiny a zpracování půdy na množství podzemní biomasy (zhodnocení sledovaných obilnin) .....	47
Obrázek 15: Interakce zpracování půdy a hloubky na množství podzemní biomasy (zhodnocení sledovaných obilnin) .....	48
Obrázek 16: Vliv plodiny na množství nadzemní hmoty .....	49
Obrázek 17: Celkové množství posklizňových zbytků.....	51

## 11 PŘÍLOHY

### Seznam příloh:

Příloha 1: Odběr vzorků.....	64
Příloha 2: Vytlačení vzorku z kořenového vrtáku .....	64
Příloha 3: Vzorky připravené k plavení .....	65
Příloha 4: Vyplavený vzorek .....	65
Příloha 5: Plánek pokusu AGRO 2 .....	66

## Přílohy



**Příloha 1: Odběr vzorků**

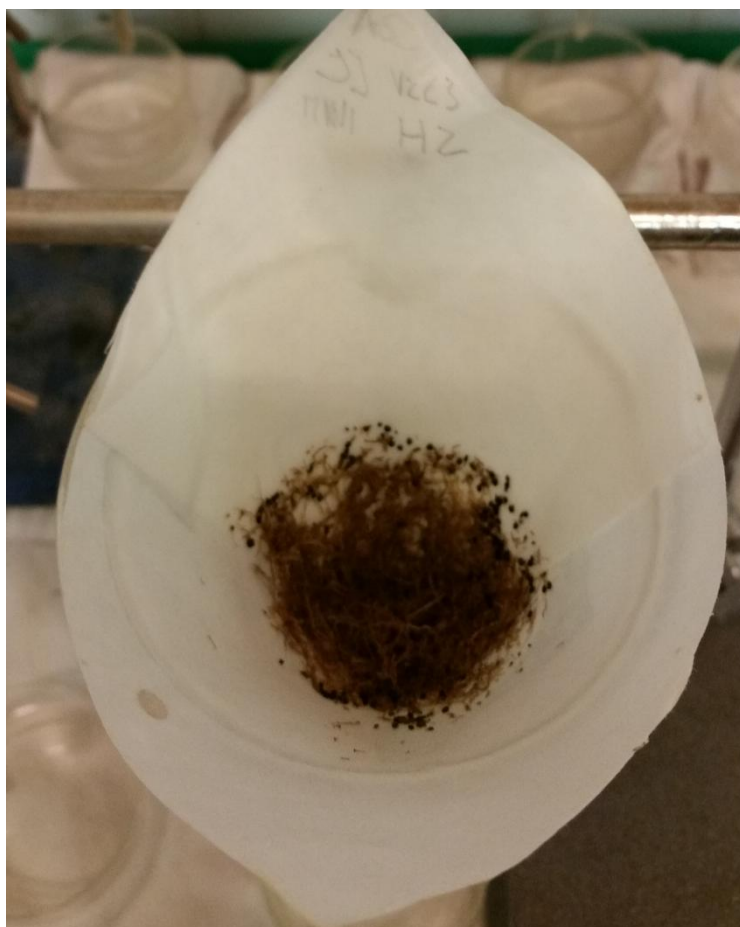


**Příloha 2: Vytlačení vzorku z kořenového vrtáku**

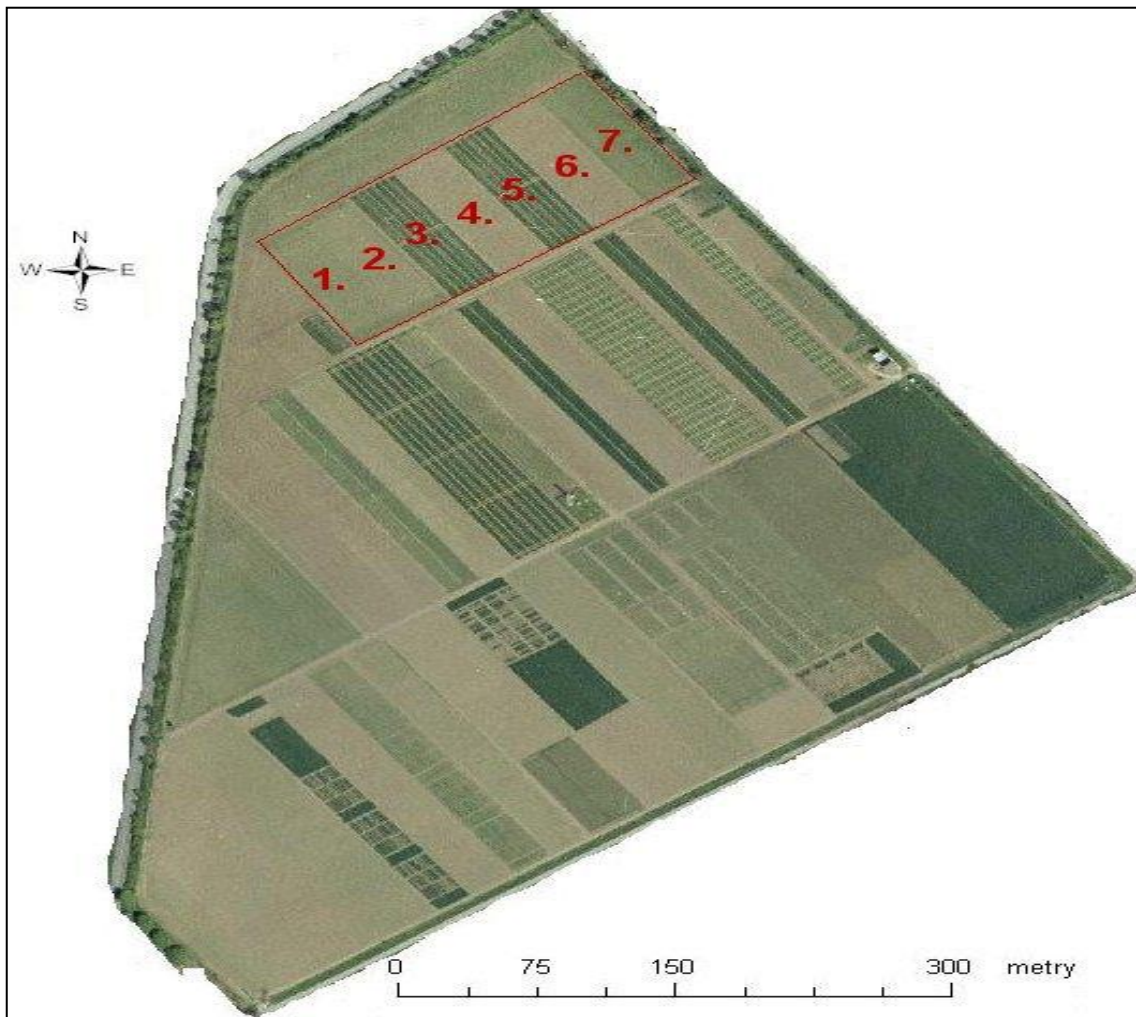




**Příloha 3: Vzoroký připravené k plavení**



**Příloha 4: Vyplavený vzorek**



**Příloha 5: Plánek pokusu AGRO 2**