

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



**Vliv rozdílného zpracování půdy na vývoj porostů
ozimé pšenice**

Bakalářská práce

Autor práce: Ing. Eliška Nováková

Vedoucí práce: doc. Ing. Václav Brant, Ph.D.

2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vliv rozdílného zpracování půdy na vývoj porostů ozimé pšenice“ vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v příložené bibliografii.

V Praze dne: 5. 4. 2016

podpis autora práce

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala doc. Ing. Václavu Brantovi, Ph.D. za cenné rady k psaní celé práce a vyhodnocování statistiky. Dále firmě AG MAIWALD a.s. za umožnění provedení poloprovozního pokusu. V neposlední řadě také děkuji svým nejbližším za podporu po celou dobu mého studia.

Souhrn

V práci je posouzen vliv orby zařazené do bezorebné technologie podniku mezi dvě ozimé pšenice. Je zkoumán vliv na vývoj porostu během vegetace, výnos a výnosotvorné prvky a rozložení základních makroprvků a zrnitostní složení v půdním profilu. Výzkum byl prováděn v katastrálním území Čistá u Litomyšle v podniku, který již přes deset let praktikuje bezorebnou technologii zpracování půdy.

V roce 2014 byly na jednom půdním bloku založeny poloprovozní pokusné plochy s rozdílnými technologiemi zpracování půdy. Jednu plochu představovala zoraná plocha, druhou byla plocha se standardní technologií zpracování, bez orby. Během vegetačního období 2014/2015 byly hodnoceny následující charakteristiky: produkce nadzemní biomasy porostů a výnos. Po sklizni 2015 byly odebrány půdní vzorky a bylo vyhodnoceno, jaký vliv má orba na rozložení makroprvků a zrnitostní složení v půdním profilu.

Při porovnání půdních vzorků obou variant bylo zjištěno, že málo pohyblivé prvky, jako je fosfor a draslík, byly na technologii s orbou ve větší míře nalezeny ve spodní vrstvě. Naproti tomu na technologii bez orby, větší množství fosforu a draslíku zůstávalo ve vrchní vrstvě. Toto ale není statisticky průkazné. S jílovitými částicemi se tato teorie také statisticky neprokázala.

Dále bylo zjištěno, že nárůst biomasy na technologii s orbou byl po celé vegetační období vyšší než na technologii bez orby. Nejvyšší rozdíl byl zaznamenán ve vegetační fázi EC 65 – střed květu: 50 % prašníků zralých.

Výnos na obou technologiích byl podobný, ač byly některé výnosotvorné prvky rozdílné. Na technologii bez orby bylo založeno větší množství klasů, ale méně zrn v klasu a množství slámy bylo také menší než u technologie s orbou. Z tohoto je možné říci, že vlivem autoregulační schopnosti pšenice se jednotlivé výnosotvorné prvky vykompenzovaly.

Klíčová slova

pšenice ozimá, kypření, orba, výnos

Summary

The paper examined the influence of adding tillage to no-till farming technology, intended for application in between two winter wheats. It examined the impact on the development of vegetation during the growing season, on crop yield and yield components and the distribution of basic macro- and grain size element content in the soil profile. The research was conducted within the Cista u Litomysele land register in a company, which has been using no-till farming technology for over ten years.

In 2014, trial operation plots with different tillage technologies had been set up for one block of soil. One area was tilled while the second was treated with standard no-till technologies. During the 2014/2015 growing season, the following characteristics have been evaluated: above-ground biomass production and crop yield. After the harvest in 2015, soil samples were taken and the influence of tillage on the distribution of macro- and grain size element content in the soil profile was evaluated.

Comparison of both soil sample variants showed that using tillage technology slow moving elements such as phosphorus and potassium were moved in to lower soil layers. In contrast, the technology without plowing, larger amounts of phosphorus and potassium remained in the upper layer. This is not statistically significant. The clay particles, this theory also statistically proven.

It was also found that the increase in biomass was greater throughout the growing period when tillage technology had been used than in the case of no-till farming. The greatest difference was observed at the EC 65 vegetative stage - the middle of the flower: 50% of mature anthers.

The crop yield using the two technologies was similar, although some yield components differed. No-till farming technology led to greater number of ears, but also less grains in the ear and the amount of straw was smaller than in the case of tillage farming. This implies connection does exist between the self-regulatory ability of wheat and the offset of the yield components amongst each other.

Keywords

winter wheat, aeration, tillage, crop yield

Obsah

1 Úvod	8
2 Cíl práce	9
3 Literární rešerše	10
3.1 Význam půdy.....	10
3.2 Vybrané půdní vlastnosti	11
3.2.1 Objemová hmotnost	12
3.2.2 Zrnitost půdy	13
3.2.3 Pórovitost	13
3.2.4 Teplota.....	14
3.2.5 Organická hmota v půdě	15
3.2.6 Sorpce půdy.....	16
3.3 Druhy kultivace	16
3.3.1 Podmítka	17
3.3.2 Orba.....	18
3.3.3 Hluboké kypření.....	19
3.3.4 Minimalizace.....	20
3.4 Pšenice ozimá	20
3.4.1 Botanické vlastnosti	20
3.4.2 Požadavky na prostředí	21
3.4.3 Výběr odrůdy	21
3.4.4 Tvorba výnoru	22
3.4.5 Nároky na živiny	22
4 Materiál a metody	24
4.1 Charakteristika zájmového území	24
4.2 Charakteristika podniku.....	25
4.2.1 Osevní postup.....	25
4.2.2 Zpracování půdy.....	25
4.2.3 Hnojení.....	26
4.3 Charakteristika půdního bloku.....	27
4.4 Metodika pokusu	28

4.4.1	Fosfor a jílovité částice	30
4.4.2	Vývoj porostu	31
5	Výsledky	32
5.1	Fosfor, draslík a jílovité částice	32
5.2	Vývoj porostu	33
6	Diskuze	37
7	Závěr a doporučení	38
8	Seznam literatury	39

1 Úvod

Půda je jedním z hlavních přírodních zdrojů. Člověk půdu svojí činností ovlivňuje a přetváří, čímž způsobuje její značné proměny. Zpracování půdy ovlivňuje téměř všechny půdní vlastnosti. Hlavní vliv má na nakypření půdy a s tím spojenou objemovou hmotnost, strukturu, teplotu půdy a její vláhový režim. Zpracování dále ovlivňuje kvalitu zapravení posklizňových zbytků či jiné biomasy do půdy a její rozložení v půdním profilu.

V podniku, kde je bakalářská práce zpracována, se vyskytl problém s kumulací fosforu a draslíku ve vrchní části půdního profilu. Fosfor je v půdě málo pohyblivý, proto se neproplavuje do nižších vrstev jako jiné prvky. Dále bylo zjištěno, že do nižších profilů se splavují jemné jílovité částice, které by postupem času mohly vytvořit těžko propustnou vrstvu. Na jílovitých částicích je částečně závislá sorpční schopnost půdy, proto je důležité, aby se vyskytovaly rovnoměrně v celém půdním profilu.

Na základě stávajícího stavu rozborů byl založen přesný poloprovozní pokus, který měl přiblížit děje v půdě a vliv zpracování půdy na samotný vývoj rostlin. V roce 2014 byla zorána část půdního bloku a druhá část byla zpracována běžnou bezorebnou technologií. Následující agrotechnické operace jako je setí, hnojení a ochrana byly prováděny totožně. Tato studie byla prováděna na půdním bloku, kde byla zaseta pšenice ozimá po pšenici ozimé.

2 Cíl práce

Cílem práce je na základě vybraných fyzikálních a chemických vlastností půdy a biometrických charakteristik rostlin stanovit vliv změny technologie základního zpracování půdy na výnosové parametry porostů ozimé pšenice. Hlavní cíl práce byl rozdělen na dva dílčí cíle: - vliv technologie zpracování na chemický profil půdy

- vliv technologie zpracování na dynamiku porostu.

Dílčí cíle vychází z hypotéz

Hypotézy:

H1: orební zpracování půdy přispěje ke změně rozdělení živin a půdních částic v půdním profilu vůči stávajícímu stavu.

H2: orební zpracování půdy přispěje k nakypření půdního profilu a rovnoměrnému zapravení organické hmoty, což přispěje k vyšší produkci biomasy a vyšší výnosu.

3 Literární rešerše

3.1 Význam půdy

Půda je složitý systém, ve kterém probíhá množství biologických, chemických a fyzikálně-chemických procesů s vysokým stupněm vnitřní regulace a s velkou citlivostí na okolní prostředí (Žák a kol., 2014). Dále je půda životně důležitou zásobárnou vody pro suchozemské rostliny a mikroorganismy a je filtračním a čistícím prostředím, přes které voda prochází. Koloběh vody, uhlíku, dusíku, fosforu a síry probíhá v půdě prostřednictvím interakcí mikroorganismů s fyzikální a chemickou složkou půdního prostředí (VÚMOP, 2016). Jen bezchybným fungováním tohoto systému je půda schopná zabezpečovat svoje produkční i mimoprodukční funkce (Žák a kol., 2014). Pro zemědělství je půda především stanovištěm pěstovaných rostlin, prostředkem k výrobě potravin rostlinného původu, krmiv pro hospodářská zvířata, ale i surovin pro nepotravinářské využití (Kumhála a kol., 2007).

Na vznik půdy a její vývoj mají přímý či nepřímý vliv půdotvorní činitelé. Mezi hlavní činitele patří půdotvorný substrát, vliv klimatu, vliv organismů a člověka, vliv podzemní vody, tvar terénu a časové hledisko. Výsledné vlastnosti a charakter půdy pak ovlivňuje kombinace výše uvedených činitelů (Vopravil a kol., 2010).

Intenzifikace zemědělské výroby přináší kromě pozitivních jevů i negativní dopady a to především ve zhoršování některých půdních vlastností (Kvěch a Škoda, 1985). Globálním vyjádřením vlastností půdy a souhrnným ukazatelem jejího okamžitého stavu je struktura půdy. Právě struktura je zhutněním postihována bezprostředně a od jejího zhoršování se odvíjí i zhoršení ostatních půdních vlastností. Zhoršení struktury a navazujících vlastností půdy se promítne jak do zhoršení produkčních vlastností (snížení výnosů, zvýšení náročnosti při obdělávání půdy, snížení účinnosti hnojení), tak do zhoršení ekologických funkcí půdy, zejména transportních a transformačních pochodů (Lhotský, 2000). Utužením je v ČR ohroženo kolem 49 % zemědělských půd. VÚMOP (2016) uvádí, že více jak 70 %

půd je vystaveno tzv. technogennímu utužení ornice a podorničí. Tento typ utužení se může vyskytovat na půdách jakéhokoliv zrnitostního složení. Je to způsobeno špatným hospodařením na půdě, kdy k utužení půdy dochází při pojezdech těžkých zemědělských strojů po půdě za nevhodných vlhkostních podmínek, dále nevhodnou kultivací půdy (orba, kypření na stejnou hloubku), nevhodným osevním postupem (pěstováním monokultur s nízkým nebo žádným zastoupením víceletých píceňin), aplikací vysokých dávek minerálních hnojiv - především draselných, nedostatečným hnojením vápenatými a organickými hnojivy, intenzivní pastvou skotu apod.

Půdy ve vlhčích a chladnějších podmínkách, půdy druhově těžší a půdy s velkými objemovými změnami jsou mimořádně náročné na udržení potřebné pórovitosti, zejména pak objemu hrubých nekapilárních pórů, které rozhodují o propustnosti a aerační schopnosti půdy (Kvěch a Škoda, 1985).

Naopak v sušších a teplejších oblastech a na půdách druhově lehčích, s vyšší propustností pro vodu je potřebné vytvořit podmínky pro vyšší akumulaci a retenční schopnost půdy. Zde je proto vhodné snížení hloubky a intenzity zpracování půdy, případně ponechání její části bez zpracování v přirozeném uložení. S vyšší objemovou hmotností půdy při její nižší intenzitě zpracování se zvyšuje podíl kapilárních pórů a mění se poměr mezi vodní a vzdušnou kapacitou půdy ve prospěch vodní kapacity (Hůla a kol, 2004).

3.2 Vybrané půdní vlastnosti

Z fyzikálních vlastností půdy se změny vyvolané různým zpracováním půdy nejvíce dotýkají její objemové hmotnosti, která pak ovlivňuje komplex dalších fyzikálních vlastností půdy. Objemová hmotnost přímo ovlivňuje pórovitost a ta se promítá do vodního a vzdušného režimu půd. Obecně s nižší intenzitou zpracování se objemová hmotnost půdy zvyšuje a pórovitost snižuje (Kvěch a Škoda, 1985). S fyzikálními vlastnostmi půdy úzce souvisí hospodaření s vodou v půdě a zásobování rostlin vodou a živinami, vývin kořenového systému rostlin, fyzikálně-chemické procesy a biologická činnost půdy (Hůla a Procházková, 2008). Způsob zpracování ovlivňuje i propustnost půdy pro vodu. Infiltrace půdy je přímo úměrná

stabilitě půdní struktury (Tisdall and Adem, 1986) a objemu a struktury pórů (Patel and Singh, 1981; Ankeny et al, 1990).

Na fyzikální vlastnosti se musíme koukat jako na soustavu dynamicky se vyvíjejících prvků, kdy změna jednoho činitele se okamžitě projevuje na změně ostatních. Vztah fyzikálního stavu půdy a kultivačního zásahu je oboustranný. Pro výběr vhodné technologie zpracování je nutnost znát fyzikální stav půdy v daných podmínkách (Hůla a Procházková, 2008).

3.2.1 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost je jednou z nejdůležitějších fyzikálních vlastností (Kvěch a Škoda, 1985). Podle Šimona a kol. (1999) vyjadřuje určitou hustotu uložení půdních částic a jejich agregátů a mění se jak působením přírodních vlivů, tak i díky agrotechnickým zásahům. Tato hmotnost se udává v g.cm^{-3} a v praxi rozeznáváme dva druhy – redukovanou a neredukovanou. Objemová hmotnost neredukovaná je objemová hmotnost zeminy v přirozeně vlhkém stavu. Objemová hmotnost redukovaná je hmotnost objemové jednotky půdy vysušené při teplotě $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Hůla a Procházková, 2008).

Podle Kvěcha a Škody (1985) je objemová hmotnost závislá především na půdním druhu. Písčité půdy mají objemovou hmotnost až $1,7\text{ g.cm}^{-3}$, hlinité $1,6 - 1,65\text{ g.cm}^{-3}$ a jílovité okolo $1,55\text{ g.cm}^{-3}$. Objemová hmotnost se v jednotlivých vrstvách půdního profilu mění. Podle Sotákové (1979) může kolísat podle humóznosti a zrnitosti od $0,8$ do $1,8\text{ g.cm}^{-3}$, nejčastěji však v rozpětí $1,3 - 1,6\text{ g.cm}^{-3}$.

Hmotnost půdy je ovlivňována různými agrotechnickými zásahy. Nejvýraznější vliv na změnu objemové hmotnosti má kypření, které je žádoucí, ale také nežádoucí stlačování půdy hlavně pod koly čím dál těžších mechanizačních prostředků. Hmotnost půdy dále ovlivňuje také hnojení organickými hnojivy, vápnění i meliorační opatření. Tyto zásahy mohou objemovou hmotnost zásadně změnit a to v rozpětí $5 - 45\%$. Optimální objemová hmotnost pro obilniny na hlinité půdě je podle Kollára (1971) $1,3 - 1,45\text{ g.cm}^{-3}$ a na jílovité půdě $1,1 - 1,3\text{ g.cm}^{-3}$. Objemová hmotnost půdy nad 2 g.cm^{-3} a vyšší nedovoluje zakořeňování rostlin, neudrží vláhu, neobsahuje ani nekapilární póry, nezabezpečuje výměnu vzduchu a mechanický

odpor půdy je vyšší než 800 kPa (Šimon a kol., 1999). Dobře připravená půda k setí či sázení musí mít v jednotlivých vrstvách rozdílnou objemovou hmotnost. Pro obilniny je optimum 0,85 – 1,00 g.cm⁻³ v povrchové vrstvě a ve vrstvě set'ového lůžka 1,3 g.cm⁻³ případně i více (Kollár, 1971).

Vyšší objemová hmotnost je obecně u bezorebných technologií, ale do sklizně se konvenčnímu zpracování přibližuje, tedy objemová hmotnost během roku klesá a blíží se technologiím s orbou.

3.2.2 Zrnitost půdy

Zrnitostní složení půdy, někdy nazývané mechanickou skladbou nebo také texturou či půdním druhem, je jedním z nejvýznamnějších charakteristik ovlivňujících fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy a dále její zpracovatelnost a úrodnost. Zrnitost je dána zastoupením jednotlivých velikostně rozdílných minerálních částic (Vopravil, 2010). Optimální druh půdy předpokládá přiměřené zastoupení všech zrnitostních frakcí a poměr jemných a hrubších částí 1 : 1 – 1 : 2. To odpovídá středně těžkým, hlinitým půdám (Hůla a Procházková, 2008).

Pro půdy dle Vopravila (2010) má největší význam obsah tzv. jemnozeme to jsou částice menší než 2 mm v průměru. Jemnozeme je dále možno třídit na částice:

- Střední písek (2 – 0,25 mm)
- Jemný písek (0,25 – 0,05 mm)
- Hrubý prach (0,05 – 0,01 mm)
- Střední a jemný prach (0,01 – 0,001 mm)
- Jíl (pod 0,001 mm)

3.2.3 Pórovitost

Pórovitost je další velice důležitou fyzikální vlastností půdy. Vedle struktury půdy je celková pórovitost hlavním znakem prostorového uspořádání půdy (Hůla a Procházková, 2008). Šimon a kol (1999) tvrdí, že pórovitost reguluje pronikání kořenů rostlin do půdy, pohyb a výměnu vzduchu, zasakování a vztlínání vody i život půdních organismů. V půdních pórech se uskutečňuje většina fyzikálních, fyzikálně-

chemických a biologických dějů. Hodnotu pórovitosti ovlivňuje vzájemné uspořádání půdních částic a půdních agregátů. Příznivá pórovitost ornice je nad 50 % kdy alespoň 1/3 pórů je zastoupena póry nekapilárními (meziagregátovými) a 2/3 póry kapilárními (vnitroagregátovými). Poměr kapilárních a nekapilárních pórů ovlivňuje vododržnost půdy a tím i obsah vody a vzduchu v půdě (Kvěch a Škoda, 1985).

Zpracování půdy představuje mechanický zásah do půdy za účelem vytvoření příznivých podmínek pro pěstované plodiny. V různé míře rozrušuje půdní agregáty, jejich kompaktnost a velikost, distribuci i strukturu pórů (Köller 2002).

Jednou z hlavních výhod bezorebného zpracování půdy je lepší hospodaření s půdní vodou (Hůla a Procházková, 2008).

3.2.4 Teplota

Hlavním zdrojem tepla pro půdu je sluneční záření. Podle Kvěcha a Škody (1985) je půda prostředí pro rostliny, které plní několik funkcí. Plní funkci transformátoru tepla, mění sluneční záření na tepelnou energii, kterou akumuluje, dále reguluje tepelné poměry v přízemní vrstvě atmosféry. Podle Hůly a Procházkové (2008) se teplotní režim půdy vyvíjí na základě složení pevné fáze půdy a obsahu vzduchu a vody s ohledem na jejich rozdílnou tepelnou kapacitu a vodivost. Relativně nejvyšší vodivostí v půdě se vyznačuje voda a nejmenší vzduch. Proto tepelná vodivost půdy závisí hlavně na jejich poměru v půdě.

Každý rostlinný druh má své teplotní optimum pro jednotlivé fáze růstu a vývojové etapy. Semena rostlin, půdní mikroorganismy a jejich životní pochody jsou bezprostředně ovlivňovány teplotou půdy. Možnosti regulace půdní teploty nejsou velké, ale i malé teplotní změny mají velký význam pro růst a vývoj rostlin (Kvěch a Škoda, 1985).

Aby se půda dobře a rovnoměrně prohřívala, je třeba vytvořit především vhodný vzdušný a vodní režim půdy, drobtovitou strukturu a zajistit dostatečný přísun organické hmoty do půdy (Hůla a Procházková, 2008).

3.2.5 Organická hmota v půdě

Půdní organická hmota tvoří pouze malou součást půdy, významem má však toto množství zásadní dopad (VÚMOP, 2016). Organickou hmotu tvoří soubor všech neživých organických látek nacházející se v půdě nebo na jejím povrchu v různém stupni rozkladu. Vytváří se z ní stabilní složka půdy - humus a ten tvoří organické látky, které prošly půdotvorným procesem humifikace (Vopravil, 2010). Díky optimálnímu obsahu a kvalitě půdní organické složky je kladně ovlivněn koloběh prvků (sorpce/uvolňování živin do půdního roztoku), je podpořena biologická činnost (význam pro strukturotvornost), optimalizuje se fyzikální stav půdy (infiltrace a retence vody, ale i požadované provzdušnění) apod. (VÚMOP, 2016).

Nejvýznamnějšími zdroji uhlíkatých látek v půdě jsou zbytky plodin, zejména víceletých píceňin) a statková organická hnojiva (Kvěch a Škoda, 1985).

Zpravení organické hmoty a regulace základních procesů v půdě (mineralizace a humifikace) je ovlivňována typem zpracování půdy. Během procesu humifikace dochází k rozkladu a následné syntéze organického materiálu za vzniku humusových látek. Tyto látky mají koloidní charakter a patří mezi ně huminové kyseliny, fulvokyseliny a humin. Nejdůležitější jsou huminové kyseliny, které sloučí jako katalyzátor podporující aktivitu mikroorganismů a celkově zlepšují fyzikálně-chemické a biologické vlastnosti půdy (Vopravil, 2010). Intenzivním kypřením se snižuje obsah organických látek v půdě a při dlouhodobém opakovaném kypření dochází ke snížení obsahu humusu

Management posklizňových zbytků rostlin a intenzita zpracování půdy se promítá nejen do základních fyzikálních vlastností půdy ale i ve změnách půdní struktury, která je významným prvkem půdní úrodnosti (Hůla a Procházková, 2008).

Zpracování půdy orbou, která zapravuje posklizňové zbytky hlouběji, se zrychluje rozklad organické hmoty, tedy probíhá mineralizace (Kinsella, 1998). Hlavní důvod mineralizace je ve zvýšeném obsahu vzduchu v nakypřené ornici. Velká část uvolněných živin, které jsou dobře přijatelné pro rostliny, může být vyplavena nebo odnesena erozí (Elliot et al., 1987).

3.2.6 Sorpce půdy

Sorpční komplex půdy umožňuje zadržovat ionty prvků z půdního roztoku do pevné fáze a dynamicky je v případě potřeby uvolnit do půdního roztoku, ze kterého jsou pak snadno přijatelné pro rostliny (Vopravil, 2010). Takto poutané látky (živiny) jsou podle druhu a intenzity sorpce chráněny proti vyplavení. Rozlišujeme pět druhů sorpce mechanickou (částice jsou mechanicky zadrženy např. v pórech), fyzikální, chemickou (tvorba sraženiny a nerozpustných sloučenin, které jsou následně mechanicky zadrženy), fyzikálně-chemickou (výměna iontů mezi povrchem a roztokem) a biologickou (sorpce látek těly rostlin a organismů) (Richter, 2005). Pro půdu má největší význam sorpce fyzikálně-chemická. Ionty jsou v půdě vázány na různé složky na složku anorganickou a organickou, na nejjemnější částice tvořící koloidní systém půdy. Množství sorbovaných iontů závisí na kvalitě a kvantitě obou částí tzn. humusu a nejjemnějších jílnatých částic (Vopravil, 2010).

Sorpční půdní komplex charakterizuje hodnota kationové výměnné kapacity (KVK). Vyjadřuje se v molech pozitivního náboje na jednotku hmotnosti půdy. Tato hodnota udává množství kationtů, které je půda schopna poutat při určité hodnotě pH (Vopravil, 2010).

3.3 Druhy kultivace

Zvolit nejvhodnější zpracování půdy pro založení porostů jednotlivých polních plodin s ohledem na půdní podmínky, stanoviště, stav půdy po sklizni předplodiny, počasí a další určující faktory předpokládá tvůrčí přístup při rozhodování mezi více možnými variantami (Hůla a kol., 1997). Smyslem zpracování půdy je vytvořit vhodné podmínky pro založení porostů, růst a vývoj pěstované plodiny i pro žádoucí průběh půdních procesů. Dále podle Beneše (2011) by mělo být připraveno vhodné seťové lůžko, odstraněny stopy po přejezdu techniky a poškození struktury půdy a zapraveny posklizňové zbytky i hnojiva. Důležitá je rovněž regulace populace plevelů, škodlivých organismů a původců chorob. Podle Kudrny (1979) všechny operace, které mechanickým způsobem mění vlastnosti orniční vrstvy, se nazývají kultivace. Základní druhy jsou:

Kultivace povrchové vrstvy půdy – povrchové kypření, povrchové utužení

Kultivace orniční vrstvy – kypření a drobení, obracení, urovnání povrchu

Kultivace podorniční vrstvy – prohlubování a kypření, odvodnění půdního profilu

Systémy a postupy zpracování půdy a zakládání porostů jsou v posledních letech podrobovány kritické analýze s cílem zvýšit úroveň péče o půdní prostředí a zlepšit podmínky pro tvorbu výnosu plodin, omezit nežádoucí poškozování půdní struktury, omezit erozi půdy i kontaminaci podzemní i povrchové vody snadno pohyblivými formami živin (Kumhála a kol., 2007). Dlouhodobé konvenční nebo bezorebné zpracování půdy může změnit objem pórů, stabilitu agregátů a obsah organické hmoty a tím změnit celou půdní strukturu (Dress et al., 1994; Lal et al., 1994).

3.3.1 Podmítka

Podmítkou se rozumí mělké zpracování půdy a představuje první zákrok po sklizni. Vytvoří příznivé podmínky pro klíčení semen, plodů plevelů a výdrolu. Vzešlé rostliny se následující operací, zpravidla orbou, zapracují do půdy a zničí. Další příznivé účinky podmítky se projevují při potlačování chorob a škůdců a podporou mikrobiální činnosti v půdě (Hůla, 1997). Dalšími klady podmítky podle Kvěcha a Škody (1985) jsou zlepšení hospodaření s půdní vláhou, zlepšení podmínek pro následnou orbou, provzdušňování povrchové vrstvy a v neposlední řadě i zapravování hnojivých látek. Aby byla podmítka co nejúčinnější, je třeba respektovat tyto zásady: včasnost, hloubka a kvalita. Včasné provedení podmítky je velmi významné z hlediska hospodaření s půdní vláhou a hubení plevelů i výdrolu.

Podle Kvěcha a Škody (1985) rozdělujeme z hlediska hloubky podmítku na:

- mělkou (do 8 cm)
- středně hlubokou (8 – 12 cm)
- hlubokou (více než 12 cm)

Hloubka podmítky závisí na konkrétních podmínkách. Prvořadým hlediskem jsou vlhkostní a teplotní podmínky. V oblastech, kde jsou klimatické podmínky sušší a teplejší, je třeba provést hlubší podmítku, aby se zajistila dostatečná izolační vrstva. Dalším kritériem je půdní druh. Lehčí písčité půdy stačí podmítat mělce, naopak těžké půdy je vhodné zpracovávat hlubokou podmítkou z důvodu lepšího

provzdušnění a infiltrace srážkové vody a zvýšení biologické aktivity půdy. V neposlední řadě je třeba přizpůsobit hloubku druhovému spektru plevelů, které podmínkou chceme zasáhnout, množství ponechaných posklizňových zbytků případně jiné zapravované hmoty např. chlévský hnůj, či jiná hnojiva (Kvěch a Škoda, 1985).

3.3.2 Orba

Orba je základním opatřením klasického zpracování půdy, které má významný vliv na stav půdy (Kvěch a Škoda, 1985). Za hlavní znaky technologie zpracování půdy s orbou lze považovat každoroční zpracování půdy radličným pluhem do hloubky odpovídající potřebám následné plodiny a charakteru pozemku. Rostlinné zbytky předplodin, biomasa meziplodin a nadzemních částí plevelů jsou zapravovány do půdy. Při orbě se půda drobí, kypří, promíchává a zpracovávaná vrstva půdy se obrací. Právě obracení půdního profilu odlišuje orbu od jiných zpracování, které mohou být z hlediska hloubky srovnatelné s orbou (kypření dlátovými kypřiči, zpracování půdy kombinovanými kypřiči) (Hůla a kol., 2009). Podle Hůly a kol. (1997) je nutno věnovat zvýšenou pozornost kvalitě orby, aby tato nákladná operace byla přínosem v péči o půdu. Kvalitní orba se významně uplatňuje v potlačování plevelů, chorob a škůdců plodin.

Druhy orby z hlediska doby provedení dle Kvěcha a Škody (1985):

- Letní (strnisková) – je prováděna v létě za účelem přípravy půdy pro letní meziplodiny, ozimé řepky či ozimého ječmene. Zpravidla se orá mělce, případně na střední hloubku.
- Seťová k ozimům – rozhodujícím faktorem je včasnost provedení před setím ozimů. Základním předpokladem pro dobré vzcházení a zakořeňování i další vývoj porostů je přirozená slehlost půdy, která je podmíněna dostatečným časovým odstupem mezi orbou a setím.
- Podzimní k jarním obilninám nebo okopaninám – je základní agrotechnický zákrok zpracování půdy na podzim pro plodiny seté na jaře. Předností této orby je, že nakypření půdy a vytvoření hřebenitého povrchu ornice se usnadňuje vsakování vody a vytváří tak zásobu zimní

vláhy v půdě. Další předností je vytvoření příznivějšího fyzikálního stavu půdy vlivem vlhkosti a mrazů při normálním průběhu zimy.

- Zimní – prakticky se jedná o opožděnou zimní orbu, která se provádí jen tehdy nebylo-li možné stihnout podzimní orbu v agrotechnickém termínu.
- Jarní – je jen náhradním opatřením, protože má řadu negativních důsledků, které spočívají v ochuzování půdy o vláhu.

Druhy orby z hlediska hloubky podle Kvěcha a Škody (1985):

- Mělká (do 18 cm)
- Střední (18 – 24 cm)
- Hluboká (24 – 30 cm)
- Velmi hluboká (nad 30 cm)

3.3.3 Hluboké kypření

Hluboké kypření půdy jako náhrada orby bez obracení zpracovávané vrstvy půdy je typická pro postupy půdoochranného zpracování půdy (Hůla, 1997). Podle Kvěcha a Škody (1985) kypření půdy před setím slouží především k důraznějšímu prokypření slehlých půd s cílem zajistit v půdě dostatek vzduchu, urychlit oteplování těžkých a studených půd, podpořit biologickou činnost půd a k redukci plevelů. Hluboké kypření se podle Beneše (2011) vyznačuje ponecháním části rostlinných zbytků na povrchu a část zbytků je zapravena a rovnoměrně promísena ve zpracovávaném profilu a nejsou uloženy na dno brázdy. Účinek kypřiče je dán postavením a tvarem radliček, čím příkřejší, tím je mísící efekt intenzivnější.

Při tomto způsobu zpracování půdy se fosfor a draslík shromažďuje v nejvyšších vrstvách. Tato povrchová koncentrace s sebou podle dosavadních zkušeností nenese žádné negativní důsledky. Díky vyšší aktivitě žízále lze očekávat, že i tyto živiny budou dopravovány do hlubších vrstev půdy, což bude působit proti další akumulaci (Köller a Linke, 2006).

3.3.4 Minimalizace

Metody minimalizace zpracování půdy se vyznačují tím, že v maximální možné míře redukuje počet pojezdů po pozemcích a ponechávají organické zbytky na povrchu půdy nebo je zapracovávají pouze do vrchní vrstvy ornice. Ve svém důsledku zabezpečují stabilizaci výnosů zemědělských plodin a vysoce pozitivní dopad v oblasti úspory nákladů na zpracování půdy, úspory pracovních sil, pohonných hmot. Dále se minimalizace vysoce pozitivně promítají i do ekologie, a to především díky vysoké míře eliminace vodní i větrné eroze půdy (Václavík, 1996).

3.4 Pšenice ozimá

Ozimá pšenice je v České republice nejvýznamnější polní plodinou pěstovanou přibližně na čtvrtině orné půdy. Patří mezi tzv. tržní komodity, které pozitivně ovlivňují ekonomiku většiny podniků. Je pěstována prakticky ve všech výrobních oblastech. Příznivé míry rentability je dosahováno především ve stanovištních podmínkách řepařské, kukuřičné a částečně obilnářské výrobní oblasti (Křen, 2001).

3.4.1 Botanické vlastnosti

Pšenice ozimá (*Triticum aestivum* L.) patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*) tedy se jedná o jednoděložnou rostlinu (Faměra, 1993). Pšenice setá vznikla pravděpodobně ze špaldy a vyskytuje se ve čtyřech variantách:

- 1) Lutescens, s bezosinným či osinkatým klasem, bílé barvy
- 2) Milturum, s bezosinným či osinkatým klasem, červené barvy
- 3) Erythrosperrum, s osinkatým klasem, bílé barvy
- 4) Ferrugineum, s osinkatým klasem, červené barvy

V ČR převažují odrůdy náležející do varianty lutescence (Zimolka a kol., 2005)

3.4.2 Požadavky na prostředí

I když se pšenice ozimá pěstuje ve všech výrobních oblastech, dosahuje se rozdílných výnosů zrna v různé kvalitě podle podmínek stanoviště a použité agrotechniky (Faměra, 1993).

Podle Tiché a Vyzínové (2006) má pšenice ozimá vyšší nároky na půdu. Vyžaduje půdy strukturní, hlubší hlinité a jílovitohlinité s neutrální až slabě kyselou půdní reakcí, dobře zásobené živinami. Nevhodné jsou půdy písčité, kyselé a trvale zamokřené. Pšenice ozimá se seje na podzim a při dostatku vláhy a teplotě kolem 15°C vzchází za 7-9 dní. Po vzejití poměrně rychle roste až do poklesu teploty na 4-5°C, kdy růst zastavuje. Postupným přechodem do zimy získává aktuální mrazuvzdornost -18 až -25 °C. Květy a plody tvoří po přezimování na jaře a v létě dalšího roku.

Faměra (1993) uvádí, že pšenice ozimá je ze všech obilnin nejnáročnější na předplodinu. Vysoký výnosový potenciál je zpravidla využitý po zlepšujících předplodinách. Nejlepšími předplodinami jsou luskoviny, jeteloviny, okopaniny, olejninny a zeleniny. Pěstování po obilnině je nevýhodné, protože obiloviny způsobují zhoršení půdních vlastností. Zvyšuje se také riziko zaplevelení a napadení porostu chorobami a škůdci.

3.4.3 Výběr odrůdy

Podle Faměry (1993) je odrůda jedním ze základních intenzifikačních prvků pěstování. Vlastnosti odrůd rozhodují nejen o výši výnosů a jejich stabilitě, ale i o kvalitě produkce. Při výběru odrůd vhodných pro určité pěstitelské podmínky se bere v úvahu:

- Vhodnost odrůdy pro určité výrobní a ekologické podmínky z hlediska výnosové jistoty a jakosti produkce
- Hospodářské vlastnosti odrůdy – požadavky na půdy, předplodinu, na termín setí, náchylnost k chorobám, odolnost vyzimování, autoregulační schopnost

- Zařazení pšenice v osevním postupu a mikrorajonizace odrůdy na pozemky s různými stanovištními podmínkami
- Kvalitativní vlastnosti vzhledem k účelu pěstování

3.4.4 Tvorba výnosu

Výhodou ozimů proti jařinám je, že mohou lépe zakořenit a částečně odnožit již na podzim a časně na jaře. Odnožování u nich probíhá při příznivých vláhových podmínkách.

Výnosotvorné prvky jsou následující:

- Počet klasů na plošnou jednotku
 - Počet rostlin
 - Počet plodných stébel (klasů) na rostlině
- Počet zrn v klasu
 - Počet klásků
 - Počet plodných kvítků
- Hmotnost 1000 semen

Jednotlivé výnosotvorné prvky se tvoří postupně a navazují na sebe. Počet plodných stébel a zrn v klasu je formován ve třech fázích: 1) zakládání, 2) maximální úroveň, 3) redukce. Kvantitativní úroveň nižšího výnosotvorného prvku, může být vyrovnávána úrovní dalšího výnosotvorného prvku (např. nižší počet klasů – vyšším počtem zrn v klasu). Tyto kompenzační vztahy jsou u obilnin významnou schopností autoregulace (Faměra, 1993).

3.4.5 Nároky na živiny

Hnojení rostlin závisí na zásobenosti půdy živinami, na jejích vlastnostech, na průběhu počasí, předplodině, intenzitě pěstování, na odrůdě pšenice a na pěstitelském zaměření. Při výživě rostlin platí tzv. zákon minima. Růst rostlin limituje ta živina, která je v rostlině nejméně přístupná (je v minimu). Potřeba hnojení základními živinami vyplývá z agrochemických rozborů půdy, případně z anorganických rozborů rostlin (Faměra, 1993). Průměrné odběry živin ozimou pšenicí vztahené na 1 t výnosu zrna viz Tab. č. 1.

Tab. 1: Průměrné odběry živin ozimou pšenicí vztažené na 1 t výnosu zrna a průměrný celkový odběr při výnosu 6 t.ha⁻¹ dle Černého a kol. (2014)

Odběr živin	N	P	K	Ca	Mg	S
Množství v kg.t ⁻¹	22–26	4,4–6,2	17–21	2,8–5,7	1,2–3,0	4,0–5,8
Množství v kg.ha ⁻¹	150	30	110	24	12	30

Nelze se však zaměřit jenom na hnojení ve vztahu k potřebě živin. Dávka hnojiv a způsob jejich aplikace výrazně ovlivňují tvorbu kořenového systému. Právě u ozimé pšenice je tento fakt velice důležitý, neboť založení kořenů v podzimním období a v průběhu zimy ovlivní další vývoj rostlin v jarním období. Ačkoliv ozimá pšenice může kořenit až do hloubky přes 100 cm, je hlavní podíl kořenů rozprostřen v ornici nebo v hloubce do 40 cm. Takto jsou kořeny tvořeny tehdy, pokud není v povrchové vrstvě dostatečná zásoba živin a rostliny tak živiny „vyhledávají“ ve větší hloubce ornice. Tím je ovlivněna osvojovací schopnost pro živiny. U ozimé pšenice je uváděna střední osvojovací schopnost pro živiny. Je vyšší, než u jarních obilnin (pšenice, ječmen), ale horší ve srovnání se žitem. Hnojení ozimé pšenice není tedy jen o stanovení dávky živin a volby hnojiv pro jejich aplikaci, ale souvisí úzce se zpracováním půdy, a to z důvodu vhodného zapravení hnojiv a jejich rozmístění v půdním profilu (Černý a kol, 2014).

4 Materiál a metody

4.1 Charakteristika zájmového území

Obec Čistá leží čtyři kilometry jihovýchodně od města Litomyšl, které se nachází v okrese Svitavy, v Pardubickém kraji viz Obrázek 1. Z východu i ze západu je obklopena táhlými kopci, které jsou zemědělsky obhospodařovány.



Obrázek 1: Přehledná mapa. Zdroj: www.mapy.cz

Podle Culka (1995) sledované území spadá do České křídové tabule. Většinu území tvoří marinní silicifikované vápnité jílovce a slínovce svrchnoturansko-coniackého stáří.

Reliéf území je tvořen středně vysokými, zaoblenými kopci. Sklonitost terénu se pohybuje od 0° (rovina) až po 7-12° (střední svah).

Podle Quitta (1971) se sledované území nachází v oblasti MT 2. Bioregion je tedy mírně teplý a mírně vlhký. Převládají zde větry ze západu až severozápadu. V zimě je jihovýchodní proudění zdrojem námrazy. Průměrná roční teplota je 7,7°C (ve vegetačním období 13,9°C), průměrné roční srážky dosahují 729 mm. Maximum srážek se vyskytuje koncem jara a začátkem léta.

4.2 Charakteristika podniku

Jedná se o zemědělskou firmu AG MAIWALD a.s., která se zabývá rostlinnou prvovýrobou od roku 1991. Firma sídlí v Benátkách u Litomyšle. V současné době hospodaří na 1956 ha. Z toho je 1856 ha orné půdy a 100 ha travní porosty.

Obdělávaná půda se rozkládá v okrese Svitavy, převážně v katastrálním území Benátky u Litomyšle, Čistá u Litomyšle, Trstěnice a Janov u Litomyšle. Pozemky leží v nadmořské výšce od 350 m n. m. do 500 m n. m.

4.2.1 Osevní postup

Podnik se zabývá výhradně rostlinnou výrobou se zaměřením na pěstování pšenice ozimé (45-50% výměry), řepky ozimé (25% výměry) a máku setého (15% výměry). Na zbylé ploše (10-15 %) jsou dále pěstovány ječmen a kukuřice, které nejsou každý rok zasety. Přehled pěstovaných plodin za poslední tři roky Tab. 2. Osevní postup záleží především na aktuální ceně komodit a úspěšnosti pěstování v předešlých letech, případně na požadavcích zpracovatelů. Na pozemcích je jen částečně dodržováno doporučené střídání plodin. Oseté výměry plodin také závisely na rychlosti přípravy půdy, setí a aktuálnímu průběhu počasí.

Tab. 2: Přehled pěstovaných plodin v podniku v letech 2013 - 2015

Plodina	Osetá plocha [ha]			Průměrné výnosy [t.ha ⁻¹]
	2013	2014	2015	
Pšenice ozimá	915	1085	905	9,2
Řepka ozimá	629	445	404	4,5
Ječmen jarní			138	7,1
Ječmen ozimý	146			6
Kukuřice na siláž		56		38
Mák	125	241	322	1,2
Svazenka			13	0,8

4.2.2 Zpracování půdy

Zpracování půdy je prováděno bezorebnou technologií. Většina půdních bloků nebyla zorána přes 10 let. Veškerá sláma je při sklizni drcena a následnou mělkou podmítkou zapravena do půdy. U obilnin je podmítka prováděna co nejdříve po sklizni,

u řepky je zanecháno vysoké strniště, které je zmulčováno, a teprve po vyklíčení výdrolu je provedena podmínka, aby se zabránilo zvyšování zásoby semen v půdním profilu. Aby nedocházelo k utužování půdního profilu, je prováděno intenzivní kypření do hloubky 20 – 35 cm v závislosti na následující plodině.

Veškeré zpracování půdy je prováděno dvěma pásovými traktory (Case Quadtrac 600, Case Quadtrac 450) s různým přípojným zařízením např. kombinátor Horsch TopDown, Swifter, nebo secí stroj Horsch Pronto 9. Hlavním důvodem je lepší rozložení hmotnosti traktoru na půdu a tím omezení utužování půdního profilu a minimalizace prokluzu. Tím dochází k lepšímu přenosu síly na pásy a efektivnějšímu využití výkonu traktoru. Traktor tak může pracovat v příznivých ekonomických otáčkách. Dále je schopen pracovat i při snížené únosnosti půdy. Ošetření porostu během vegetace zajišťují dva postřikovače s šířkou ramen 36 m. Jeden samochodný, který je využíván převážně ke konci vegetačního období z důvodu světlé výšky postřikovače, případně i jako náhrada při poruše druhého postřikovače, který je tažený a využívá se po zbytek roku. Sklizeň plodin je prováděna dvěma vlastními pásovými sklízecími mlátičkami s pomocí dvou až tří mlátiček od služeb. Pro zvýšení efektivity sklizně, zlevnění dopravy komodit do výkupu a snížení utužování půdního profilu, je využíváno dvou překládacích vozů, z toho jeden je na pásovém podvozku. Tyto vozy slouží jako spojka mezi sklízecí mlátičkou a nákladními auty.

4.2.3 Hnojení

Firma si nechává jednou za tři roky zpracovat mapy obsahu makroprvků, zrnitosti a pH. Podle těchto map se určuje agrotechnika, druh a dávka hnojení.

Půdní bloky jsou pravidelně, jednou za tři až čtyři roky hnojeny organickým hnojivem, které firma nakupuje, protože nemá vlastní živočišnou výrobu. Jedná se o drůbeží trus a drůbeží podestýlku. Toto hnojivo má velký obsah fosforu. Při rozhodování kde a kolik tun se bude hnojit, je přihlíženo k mapě obsahu fosforu na jednotlivých půdních blocích, dále jsou brány v úvahu předešlé plodiny i plodina následující. Podnik také pravidelně vápní. Dávka, druh zdroje vápníku (dolomitický vápenec, vápenec), systém vápnění (variabilně, plošně) se určuje dle zpracovaných map makroprvků. Při rozhodování se bere v úvahu množství vápníku, hořčíku a pH.

Hnojení minerálními hnojivy je prováděno prioritně rozmetadlem Rauch ATG s rozpětím ramen 36 m, které zajišťuje rovnoměrné dávkování hnojiva po celém pozemku. Dále odstředivými rozmetadly Bogballe či Amazone. Vápnění provádí specializovaná firma na objednávku pomocí Teragatorů se záběrem 12 m.

4.3 Charakteristika půdního bloku

Půdní blok č. 1901/5, na kterém byl pokus prováděn, má místní název 635 – Za příčnicí. Dle LPIS (2016) leží v katastrálním území Čistá u Litomyšle. Výměra 57,4 ha, průměrná nadmořská výška je 426,43 m n. m., sklonitost 1,67°. Přehled BPEJ na půdním bloku viz Tab. 3

Tab. 3: Přehled BPEJ na půdním bloku

Kód BPEJ	Výměra [ha]
5 25 54	0,36
5 43 00	1,53
5 25 11	2,27
5 14 00	50,51
0 00 99	0,07

Bonitovaná půdně ekologická jednotka spadá do pátého klimatického regionu. Hlavním půdním typem jsou luvizemě modální a hnědozemě luvické včetně slabě oglejených variet. Podloží tvoří sprašové hlíny (VÚMOP, 2015).

Osevní postup na půdním bloku Tab. 4

Tab. 4: Osevní postup na pozemku v letech 2005 - 2015:

Rok	Plodina	Výnos [t.ha ⁻¹]
2005	Ječmen ozimý	8,4
2006	Řepka ozimá	4,7
2007	Pšenice ozimá	9,2
2008	Mák setý	1,2
2009	Ječmen jarní	7,2
2010	Řepka ozimá	3,7
2011	Pšenice ozimá	9,3
2012	Pšenice ozimá	vymrzla
2012	Pšenice jarní	6,6
2013	Řepka ozimá	4,8
2014	Pšenice ozimá	11,4
2015	Pšenice ozimá	7,7

4.4 Metodika pokusu

V roce 2014 byl půdní blok rozdělen na dvě části. Jedna část byla zpracována klasickou technologií bezorebně a druhá byla zpracována technologií s orbou. Dále byl porost po celou dobu vegetace ošetřován a hnojen stejně. Podrobnější přehled zpracování na obou variantách dokumentují tabulky 5 a 6. Zpracování půdy bylo provedeno na celém půdním bloku. Aby byly co nejvíce omezeny vnější vlivy jako je druh podloží, sklonitost, hlavní půdní jednotka, byly na půdním bloku vedle sebe vytyčeny dvě reprezentativní parcely o rozměru 100 x 36 m, na kterých probíhala jednotlivá sledování.

Tab. 5: Technologie zpracování bez orby

Technologie bez orby – agrotechnika			
Datum	provedená operace	stroj	poznámka
10. 9. 2014	podmítka strniště, hl. 12 cm, disky	Quadtrac 600 + Topdown	zapravení drůbeží podestýlky
29. 9. 2014	kypření, hl. 15 cm	Quadtrac 600 + Topdown	mokro, hroudy
5. 10. 2014	kypření, hl. 15 cm, dláta	Quadtrac 600 + Topdown	mokro, hroudy
5. 10. 2014	válení	John deer 6910 + kambridge	Hroudy
6. 10. 2014	předset'ová příprava, hl. 13 cm, dláta	Quadtrac 600 + Fanton	mokro, hroudy
6. 10. 2014	setí: odrůda Tobak 190 kg, 350 r.m ⁻² , HTS 49 g, farmářské osivo.	Quadtrac 450 + Pronto 9 DC	mořeno Vibrance Gold - 2 l.t ⁻¹

Tab. 6: Technologie zpracování s orbou

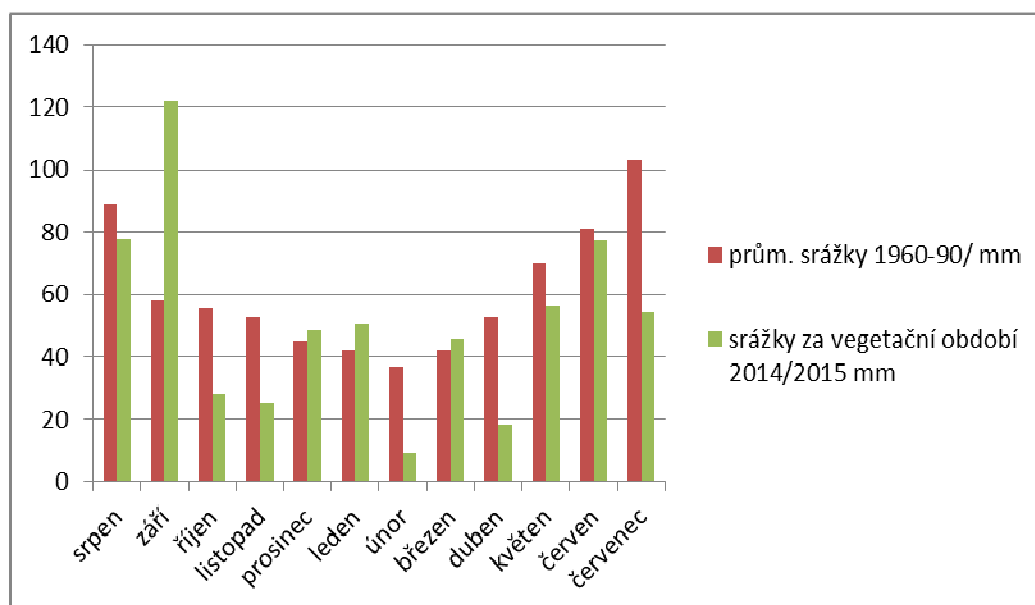
Technologie s orbou – agrotechnika			
Datum	provedená operace	stroj	poznámka
10. 9. 2014	podmítka strniště, hl. 12 cm, disky	Quadtrac 600 + Topdown	zapravení drůbeží podestýlky
24. -25. 9. 2014	orba, hl. 23 cm	Opal Agri + Puma 225	mokro, místy jílovité podloží
30. 9. 2014	předset'ová příprava, hl. 12 cm, dláta	Quadtrac 600 + Fantom	mokro
30. 9. 2014	předset'ová příprava, hl. 12 cm, dláta	Quadtrac 600 + Fantom	podruhé, mokro
4. 10. 2014	předset'ová příprava, hl. 12 cm, dláta	Quadtrac 600 + Fantom	mokro
6. 10. 2014	setí: odrůda Tobak 190 kg.ha ⁻¹ , 350 r.m ⁻² , HTS 49 g, farmářské osivo.	Quadtrac 450 + Pronto 9	mořeno Vibrance Gold - 2 l.t ⁻¹

Při zpracování půdy pro setí bylo nepříznivé počasí. Jak je vidět v Grafu 1 níže, při porovnání dlouhodobých srážek a srážek za vegetační období 2014/2015 je zřejmé, že měsíc září byl srážkově nadprůměrný o 110 %. Orba i kypření bylo prováděno za větší vlhkosti půdy, než je optimum, z důvodu nutnosti stihnout agrotechnických lhůt. Na pozemku tímto zpracováním vznikaly hroudy, proto byla na

části s orbou provedena třikrát předset'ová příprava a část s kypřením byla upravena válci, aby se docílilo rozpadnutí hrud.

V průběhu vegetačního období byly srážky spíše podprůměrné, což mělo za následek nedostatek vláhy ve fázi nalévání zrn a rychlejší dozrávání porostu. Celkové množství srážek bylo o 15,7 % nižší, než je dlouhodobý srážkový úhrn. 14. 6. 2015 bylo zaznamenáno silné krupobití, které poškodilo celou výměru pozemku. Uznaná škoda od pojišťovny 15 %.

Graf 1: Porovnání dlouhodobých průměrných srážek a srážek za zkoumané období



4.4.1 Fosfor a jílovité částice

Pro zjištění pohybu fosforu, draslíku a jílovitých částic v půdě byly po sklizni dne 3. 8. 2015 odebrány půdní vzorky, na každé variantě (orba / kypření) na čtyřech stanovištích. Stanoviště byla určena na úhlopříčce parcely po 25 m. Vzorky byly odebrány pomocí sondýrky, třiceti vpichy na každém stanovišti. Zemina z každého vpichu byla rozdělena dle hloubky 0 – 130 mm a 130 – 230 mm a uložena do papírového sáčku. Dále byla vysušena v peci při 105°C a byla poslána do akreditované laboratoře, kde byly provedeny rozborů.

4.4.2 Vývoj porostu

Hodnocen byl vývoj porostu pomocí měření produkce suché nadzemní biomasy. Odběr byl prováděn přibližně jednou za 18 dní na deseti stanovištích na každé variantě (orba / kypření). Odběrná místa byla stanovena na úhlopříčce vytyčené parcely po 10 m. Výměra jednoho stanoviště byla 0,25 m². Při každém odběru se odběrné místo posunulo rovnoběžně s delší stranou parcely, aby se odebíralo vždy z nepoškozeného porostu. Biomasa byla stříhána nůžkami 10 mm nad zemí. Po odebrání byly vzorky vysušeny při 105°C na 48 hodin a následně zváženy. Váhy ze všech deseti stanovišť byly zprůměrovány a z nich vygenerovány dvě křivky odpovídající nárůstu biomasy během vegetačního období.

Výnosotvorné prvky

Těsně před sklizní dne 31. 7. 2015 byl proveden poslední odběr biomasy, ze kterého se zjišťovaly výnosotvorné prvky. Odběr byl prováděn stejně jako při hodnocení suché nadzemní biomasy. Stejně jako předchozí vzorky, byly i tyto usušeny při 105°C na 48 hodin, následně byla oddělena sláma od klasu, klasy byly spočítány a nakonec bylo vše zváženo.

Výnos byl stanoven dvěma způsoby:

- 1) Sklízecí mlátičkou – sklízecí mlátička s lištou šířky 10,5 m provedla průsek na celou délku půdního bloku na každé variantě. Pšenice z obou průseků byla odvezena zvlášť do výkupu, zvážena a rozborována.
- 2) Výpočtem – z posledních odběrů biomasy dne 31. 7. 2015 jak je uvedeno výše, bylo z každého náhodně vybráno dvacet klasů, u kterých byl zjištěn počet zrn a váha jejich sušiny po vysušení při 105°C na 48 hodin. Z tohoto byla stanovena hmotnost tisíce semen (HTS). Výnos byl zjištěn dle následujícího vzorce:

$$\text{Výnos} = \frac{\text{prům. počet klasů na m}^2 * \text{prům. počet zrn v klase}}{1000} * \text{HTS}$$

5 Výsledky

5.1 Fosfor, draslík a jílovité částice

Výsledky z akreditované laboratoře ukazují, že vliv orby na uspořádání půdního profilu není jednoznačný. V rámci vytyčené parcely se nepotvrdil vyšší obsah jílovitých částic ve spodní vrstvě profilu. Vlivem půdních podmínek orba nemohla jednoznačně prokázat vliv na přemístění jílovitých částic Tab. 7 a 8 a málo pohyblivých makroprvků Tab. 9 a 10.

Tab. 7: Zrnitostní složení (%) na plochách s orbou a kypřením ve vrstvě 0 - 130 mm, stanovený dne 3. 8. 2015. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (ANOVA, Tukey, $\alpha=0.05$).

Varianta	2 - 0,25 mm	0,25 - 0,05 mm	0,05 - 0,01 mm	0,01 - 0,001 mm	< 0,001 mm
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
K 0 - 13	1,61549 a	15,2929 a	49,7405 A	20,6549 a	12,6961 a
O 0 - 13	1,9897 a	13,6681 a	49,9067 A	20,3248 a	14,1107 a

Tab. 8: Zrnitostní složení (%) na plochách s orbou a kypřením ve vrstvě 130 - 230 mm, stanovený dne 3. 8. 2015. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (ANOVA, Tukey, $\alpha=0.05$).

Varianta	2 - 0,25 mm	0,25 - 0,05 mm	0,05 - 0,01 mm	0,01 - 0,001 mm	< 0,001 mm
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
K 13 - 23	0,95216 a	16,0824 b	49,4891 a	20,057 a	13,4193 a
O 13 - 23	1,93981 b	13,2849 a	50,9523 b	20,3785 a	13,4445 a

Tab. 9: Obsah draslíku (mg.kg^{-1}) na plochách s orbou a kypřením ve vrstvě 0 - 130 mm a 130 - 230 mm, stanovený dne 3. 8. 2015. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (ANOVA, Tukey, $\alpha=0.05$).

	Obsah K [mg.kg^{-1}]	
	0 - 0,13 m	0,13 - 0,23 m
Kypření	329,75 a	271,25 a
orba	277,0 a	319,25 a

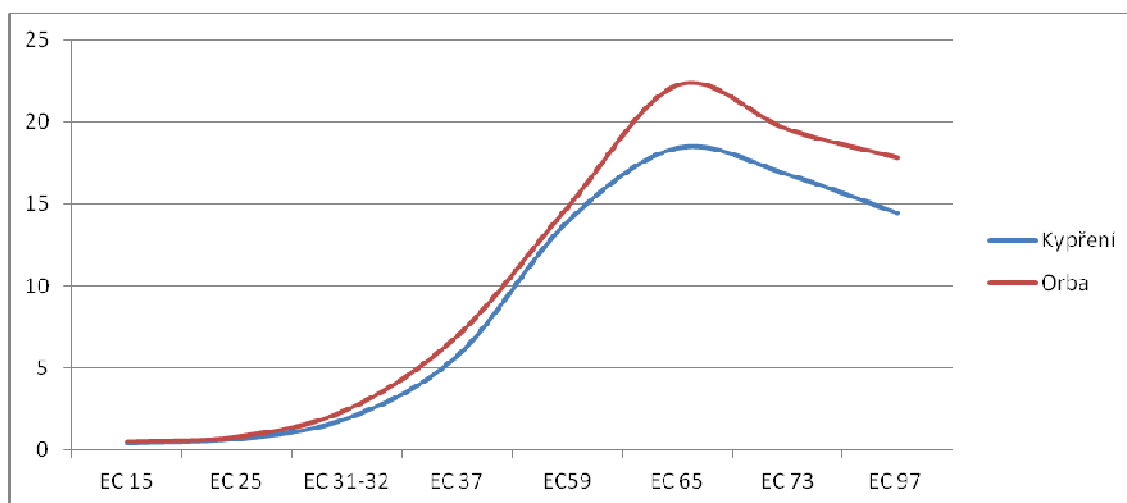
Tab. 10: Obsah draslíku (mg.kg^{-1}) na plochách s orbou a kypřením ve vrstvě 0 - 130 mm a 130 - 230 mm, stanovený dne 3. 8. 2015. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (ANOVA, Tukey, $\alpha=0.05$).

	Obsah P [mg.kg^{-1}]	
	0 - 0,13 m	0,13 - 0,23 m
Kypření	123,75 b	88,0 a
orba	71,75 a	113,25 a

5.2 Vývoj porostu

Hmotnost sušiny, dle uvedeného grafu 2, ukazuje dynamiku porostu v čase. Na technologii s orbou byla větší produkce biomasy po celou dobu vegetace. Oba porosty byly do fáze EC 59, to je fáze konce metání (klas je celý viditelný) podobné. Ve fázi EC 65 to je fáze střed květu (50 % prašníků zralých) je rozdíl nejvýraznější. Rozdíl v sušině byl až do sklizně podobný jako na vrcholu vegetace. Statistické vyhodnocení potvrzuje Tab. 11.

Graf 2: Dynamika porostu za v čase dle sušiny nadzemní biomasy [t.ha^{-1}]



Tab. 11: Průměrné výnosy suché nadzemní biomasy pšenice ozimé [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$] v závislosti na systému zpracování půdy v roce 2014. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (ANOVA, Tukey, $\alpha = 0.05$).

Zpracování půdy	termín hodnocení/ růstová fáze/ výnos suché biomasy [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$]							
	23.3.2015	10.4.2015	27.4.2015	19.5.2015	3.6.2015	23.6.2015	10.7.2015	29.7.2015
	EC 15	EC 25	EC 31-32	EC 37	EC59	EC 65	EC 73	EC 97
kypření	0,37 a	0,63 a	1,9 a	5,72 a	13,9 a	18,4 a	16,8 a	14,4 a
orba	0,51 b	0,79 b	2,46 b	6,96 b	14,8 a	22,3 b	19,5 b	17,8 b

Výnosotvorné prvky

Statistické vyhodnocení sledovaných výnosotvorných prvků je zřejmé z uvedených tabulek.

Vyšší průměrný počet klasů na m^2 byl zjištěn na technologii s orbou. Tuto statisticky průkaznou hodnotu potvrzuje Tab. 12.

Tab. 12: Průměrný počet klasů (kusy) na m^2 na plochách s orbou a kypřením stanovený dne 29. 6. 2015. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (ANOVA, Tukey, $\alpha = 0.05$).

Zpracování půdy	počet klasů [$\text{ks}\cdot\text{m}^{-2}$]
kypření	528 a
orba	623 b

Vyšší počet zrn v klase byl zjištěn u technologie s orbou, ale tento rozdíl není statisticky průkazný, jak dokládá Tab. 13.

Tab. 13: Průměrný počet zrn v klase (kusy) na hodnocených plochách stanovený dne 31. 7. 2015. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (ANOVA, Tukey, $\alpha=0.05$, $n=120$).

Zpracování půdy	počet zrn v klase [ks]
kypření	30 a
orba	31 a

Vyšší hmotnost tisíce semen byla naměřena u technologie s orbou, ale tento rozdíl není statisticky průkazný, jak dokládá Tab. 14.

Tab. 14: Hmotnost tisíce semen (HTS, g) na hodnocených variantách dne 31. 7. 2015. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (ANOVA, Tukey, $\alpha=0.05$, $n=6$).

Zpracování půdy	HTS [g]
kypření	35,1368 a
orba	38,1117 a

Vyšší výnos zrna byl zjištěn u technologie s orbou, ale tento rozdíl není statisticky průkazný. Vyšší výnos slámy byl zjištěn také u technologie s orbou. Tento rozdíl je statisticky průkazný, jak dokládá Tab. 15.

Tab. 15: Výnos zrna ($t \cdot ha^{-1}$, 100% sušina a čistota) a výnos slámy (100% sušina) na hodnocených variantách dne 31. 7. 2015. Odlišné indexy v rámci sloupců dokumentují statisticky průkazné rozdíly mezi průměry (ANOVA, Tukey, $\alpha=0.05$, $n=6$).

Zpracování půdy	výnos zrna [$t \cdot ha^{-1}$]	výnos slámy [$t \cdot ha^{-1}$]
Kypření	7,3762 a	5,87813 a
Orba	7,972 a	7,38073 b

Vyšší výnos zrna dle sklízecí mlátičky byl zjištěn na technologii s orbou, dokládá Tab. 16. Tento výsledek nelze statisticky zpracovat.

Tab. 16: Výnos zrna zjištěný sklízecí mlátičkou na poli dne 31. 7. 2015 ($\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$, 13 % vlhkost, nečistoty, provozní ztráty).

Zpracování půdy	výnos zrna [$\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$]
Kypření	8,073
Orba	8,171

Hypotéza H1 se nepotvrdila

- Fosfor, draslík a jílovité částice – v poloprovozním pokusu bylo zjištěno, že vliv orby na uspořádání půdního profilu není jednoznačný. V rámci vytyčeného pozemku se nepotvrdil vyšší obsah jílovitých částic ve spodní vrstvě profilu. Vlivem půdních podmínek orba nemohla jednoznačně prokázat uvedenou hypotézu. Příznivější rozložení živin v porovnání orba / kypření také nebylo prokázáno.

Hypotéza H2 se potvrdila

- Vývoj porostu – na variantě s orbou byla statisticky potvrzena vyšší hmotnost sušiny nadzemní biomasy po celou dobu vegetace. Statisticky prokazatelně se lišil počet klasů na m^2 a výnos slámy na ha. Ostatní zjišťované hodnoty tj. počet zrn v klase, HTS nebyly statisticky prokazatelné. Stejně tak i výnos, který byl na orbě vyšší, ale nebyl průkazný. Vyšší množství biomasy není záruka vyššího výnosu.

6 Diskuze

Při zařazení orby do bezorebné technologie zpracování půdy je nutno brát v úvahu některá kritéria. Jak uvádí Hůla a kol. (1997) je nutné věnovat zvýšenou pozornost kvalitě a načasování orby. Dále podle Kvěcha a Škody (1985) dobu a hloubku orby a vhodnost pozemku. Zpracování půdy při zakládání porostu na sledovaném půdním bloku probíhalo ve ztížených podmínkách. Měsíc září byl v porovnání s dlouhodobým normálem srážkově nadprůměrný. Hloubka orby 230 mm byla nastavena tak, aby se nevyorávala spodní červenice. Z hlediska erozní ohroženosti pozemek není svažité, proto lze orbu provádět.

Původní rozbory v podniku prokázaly, že vrchní část půdního profilu vykazuje kumulaci málo pohyblivých prvků (fosfor, draslík) a spodní část je zatížena nadměrnou kumulací jílovitých částic. Provedený poloprovozní pokus dokazuje, že zařazení orby do bezorebné technologie nemělo negativní vliv na vývoj porostu. Ale nebyl prokázán příznivý vliv na rozložení prvků a jílovitých částic. Dle Vopravila (2010) je toto velice důležité pro získání vyšších výnosů. Rovnoměrnějším rozložením se také podpoří tvorba kvalitnějšího kořenového systému a lepší osvojovací schopnost pro živiny, protože rostlina je nucena „hledat“ živiny ve větší hloubce, jak praví Černý a kol. (2014).

Orebné zpracování by mohlo stačit jednou za 4 – 5 let, v závislosti především na četnosti hnojení drůbeží podestýlkou, která má vysoký obsah fosforu a dále na hnojení ostatními minerálními hnojivy, na osevním postupu i na průběhu počasí.

Přesným poloprovozním pokusem bylo potvrzeno, že technologie zpracování půdy má vliv na vývoj porostu. Měřené hodnoty (produkce slámy, počet klasů na m²) i průběh nárůstu biomasy za vegetační období, byly statisticky prokazatelně odlišné. Další hodnoty (počet zrn v klasu, HTS i výnos) byly statisticky neprůkazné. Tímto se potvrdila výrazná autoregulační schopnost, kterou podle Faméry (1993), pšenice má. Z tohoto zle uvažovat, že orebné zpracování půdy není potřeba provádět každý rok, protože se nepotvrdil přímý vliv na tvorbu výnosu.

7 Závěr a doporučení

Jednoletý poloprovozní pokus zahrnuje pouze jednoleté výsledky, proto ho nelze považovat za směrodatný, přesto lze vyvodit následující závěry a doporučení.

- Vliv orby na uspořádání málo pohyblivých prvků v půdním profilu, při porovnání orba, kypření nebyl prokázán.
- Vliv orby na uspořádání málo pohyblivých prvků v půdním profilu, při porovnání spodní a vrchní vrstvy v rámci jedné varianty byl pozitivní.
- Vliv orby na zrnitostní uspořádání půdního profilu, nebyl prokázán.
- Na variantě s orbou byla zaznamenána vyšší produkce biomasy i vyšší výnos. Vyšší výnos není statisticky prokazatelný.

Prokázalo se, že orba nemá negativní vliv na vývoj porostu a má příznivý vliv na rozložení prvků v půdním profilu, proto se dá doporučit zařazení orby do technologie zpracování půdy jednou za 4 – 5 let.

8 Seznam literatury

Ankeny, M. D., Kaspar, T. C., Horton, R. 1990. Charakterization of tillage and tradic effect on unconfined infiltration measurement. Soil Sci. Soc. of America Journal. 840 p.

Culek, M. [ed.] 1995. Biogeografické členění České republiky, I. díl. ENIGMA. Praha 10. IBSN 80-85368-80-3, 347 s.

Dress, L. R., Karathanasis, A. D., Wilding, L. B., Blevins, R. L. 1994. Micromorphological characteristic of longterm no-tillageand conventionally toled soil. Soil Sci. Soc. of America Journal. 517 p.

Elliot, L. F., Papendick, R. I., Bezdicek, D. F. 1987. Cropping practises using legumeswith conservation tillage and soil benefits. In Power, J. F. (Ed) The role of Legumes in Conservation Tillage systems. Soil Conserv. Soc. Am., Ankeny, IA, 889 p.

Hůla, J., Abrham, Z., Bauer, F. 1997. Zpracování půdy. Nakladatelství Brázda, s.r.o. Praha. 144 s. ISBN: 80-209-0265-1.

Hůla, J., Kovaříček, P., Vlášková, M. 2009. Orba a alternativní způsoby hlubšího zpracování půdy. Farmář. 9-2009. 14-18 s.

Hůla, J., Procházková, B. 2008. Minimalizace zpracování půdy. Vydavatelství Profi Press, s. r. o. Praha. 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1

Kollár, B. 1971. Vpływ rozných zposobov prehlbovania ornice a hnojenia na úrody pestovaných plodín. Súbor ref. Nitra.

Köller, K. 2002. Techniques of soil tillage. In Titi, E. A. Soil Tillage in Agroecosystems. CRC PRESS. 367 p.

Köller, K., Linke, Ch. 2006. Úspěch bez pluhu. Vydavatelství ZT. Praha. 192 s.

Kumhála, F., Heřmánek, P., Mašek, J., Kvíz, Z., Honzík, I. 2007. Zemědělská technika stroje a technologie pro rostlinnou výrobu. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 438 s. ISBN: 978-80-213-1701-7.

- Kvěch, O., Škoda, V. 1985. Současné a perspektivní způsoby zpracování půdy. Vysoká škola zemědělská v Praze. Praha. 111 s.
- Lal, R., Mahboubi, A. A., Fausey, N. R. 1994. Long-term tillage and rotation effects on properties of a central Ohio soil. *Soil Sci. Soc. of America Journal*. 522 p.
- Neuerburg, W., Padel, S. 1994. Ekologické zemědělství v praxi. Nadace pro organické zemědělství FOA, Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 476 s.
- Patel, M. S., Sing, N. T. 1981. Changes in bulk density and water intake rate of a coarse textured soil in relation to different levels of compaction. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 112 p.
- Quitt, E. 1975. Klimatické oblasti ČSR, mapa 1:500 000. Geografický ústav ČSAV Brno. Brno.
- Sotáková, S. 1979. Podoznalectvo. VŠP Nitra. Příroda. Bratislava.
- Šimon, J., Škoda, V., Hůla, J. 1999. Zakládání porostů hlavních polních plodin novými technologiemi. Agrospoj. Praha. 78 s.
- Tisdall, J. M., Adem, H. H. 1986. Effect of water content of soil and tillage on size-distribution of aggregates and infiltration. *Aust. J. Exp. Agric.* 195 p.
- Václavík, F., 1996. Minimalizace zpracování půdy – Základ prosperity rostlinné výroby v České republice. Monsanto ČR. Brno. 110 s.
- Vopravil, J. a kol. 2010. Půda a její hodnocení v ČR. Díl I. 2. vydání. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v. i. Praha. 148 s. ISBN: 978-80-87361-05-4

Internetové zdroje:

- Beneš, P. Moderně nebo klasicky? [online]. *Zemědělec*. Aktualizováno 24. 6. 2011 [cit. 29. 2. 2016]. Dostupné z <<http://zemedelec.cz/moderne-nebo-klasicky/>>
- Černý, J., Shejbalová, Š., Kovářík, J., Kulháněk, M. Předset'ové a podzimní hnojení pšenice ozimé [online]. Česká zemědělská univerzita v Praze. Aktualizováno 27. 08. 2014 [cit. 21. 3. 2016]. Dostupné z <<http://www.agromanual.cz/cz/clanky/vyziva-a-stimulace/hnojeni/predsetove-a-podzimni-hojeni-psenice-ozime>>

Richter, R. Sorpční schopnost půdy [online]. Ústav agrochemie a výživy rostlin, MZLU v Brně. Aktualizováno 15. 1. 2005 [cit. 29. 2. 2016]. Dostupné z <http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/>

Tichá, M., Vyzínová, P. Polní plodiny [online]. Aktualizováno 13. 12. 2006 [cit. 20. 3. 2016]. Dostupné z <<http://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/>>

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i. Půda [online]. [cit. 29. 2. 2016]. Dostupné z <<http://www.organicahmota.cz>>

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v. v. i. [online]. Aktualizováno 2015. [cit. 3. 3. 2016]. Dostupné z <<http://bpej.vumop.cz>>