

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra zemědělských strojů



**Přehled technologií zpracování půdy vhodných pro svažitě  
pozemky**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Petr Novák, Ph.D.

Autor práce: Zdeňka Pandulová

Praha 2016

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zdeňka Pandulová

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

**Přehled technologií zpracování půdy vhodných pro svažitě pozemky**

Název anglicky

**Overview of soil tillage technologies suitable for slope lands**

---

### Cíle práce

Cílem práce bude vytvoření literárního přehledu soudobých technologií zpracování půdy s ohledem na rizika vodní eroze na svažitých pozemcích.

### Metodika

1. S využitím soudobé tuzemské a zahraniční literatury vytvořit přehled dostupných a vhodných technologií zpracování půdy na svažitých pozemcích. Tyto technologie posoudit na základě možnosti snížení nežádoucích projevů vodní eroze na zemědělské půdě v podmínkách ČR.

## **Doporučený rozsah práce**

40 stran

## **Klíčová slova**

kypřič, pokrývnost, rostlinné zbytky, vodní eroze

---

## **Doporučené zdroje informací**

Další informační zdroje: Odborné články a publikace, firemní literatura, internetové zdroje.

Hůla, J. et al., 2010: Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. VUZT v.v.i., Praha, 60 p.

Janeček, M. et al., 2002. Ochrana zemědělské půdy před erozí. Praha, ISV, 200 p.

Morgan, R. P. C., 2005: Soil erosion and conservation. Third Edition. Blackwell Publishing company, Malden, USA. p. 304.

Titi, E.A., 2002: Soil tillage in agroecosystems. CRC press, U.S.A., 367 p.



---

## **Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – TF

## **Vedoucí práce**

Ing. Petr Novák

## **Garantující pracoviště**

Katedra zemědělských strojů

Elektronicky schváleno dne 3. 11. 2015

**prof. Dr. Ing. František Kumhála**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 1. 2016

**prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.**

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Přehled technologií zpracování půdy vhodných pro svažitě pozemky vypracovala samostatně a použila jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí.

30. 3. 2016

Zdeňka Pandulová

**Abstrakt:** Tato bakalářská práce se zabývá problémem vodní eroze půdy na svažitéch pozemcích, který se dá významně ovlivnit zvolením vhodného způsobu zpracování půdy. Cílem je vytvořit přehled těchto technologií zpracování půdy, které lze použít v podmínkách ČR. První kapitola pojednává o půdních a klimatických podmínkách v ČR, které jsou důležité při volbě vhodného způsobu zpracování půdy. Druhá kapitola informuje o erozi půdy, o tom jaká existují protierozní opatření, jak lze zlepšit infiltraci vody do půdy a jak se eroze promítá do standardů Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy. Následuje přehled technologií zpracování půdy a techniky používané pro tyto technologie. V praktické části jsou uvedeny konkrétní pracovní postupy s využitím minimalizačních a půdoochranných technologií zpracování půdy pro plodiny, které jsou v České republice nejčastěji pěstovány. Na závěr práce je zhodnocena účinnost vybraných technologií zpracování půdy proti erozi a ekonomika minimalizačních způsobů zpracování půdy.

**Klíčová slova:** vodní eroze, pokrývnost rostlinnými zbytky, kyprič

### **Overview of soil tillage technologies suitable for slope lands**

**Summary:** This bachelor thesis deals with the problem of water erosion on slope lands which can be significantly affected by choosing suitable soil tillage technologies. The aim of this thesis is to create an overview of these technologies that can be used in conditions of the Czech Republic. The first chapter deals with soil and climate conditions in the Czech Republic those are important for the right choice of soil tillage technologies. The second chapter gives information about soil erosion, erosion control measures, about how to improve water infiltration into the soil and about reflecting erosion in Good Agricultural and Environmental Conditions. It is followed by an overview of soil tillage technologies and technique suitable for these technologies. In the practical part of the work there are specific work procedures used by no-tillage technologies for those crops which are the most often grown in the Czech Republic. Finally, the efficiency of selected soil tillage technologies against erosion and also the economics of no-tillage technologies are valorised.

**Key words:** water erosion, plant residues coverage, cultivator

# Obsah

1 Úvod .....	1
2 Cíl práce .....	2
3 Volba způsobů zpracování půdy .....	3
3.1 Půdní podmínky .....	3
3.2 Klimatické podmínky .....	6
3.3 Stanovištní podmínky .....	7
4 Eroze půdy .....	8
4.1 Infiltrace srážkové vody do půdy .....	9
4.2 Protierozní opatření .....	10
4.3 Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy .....	13
5 Technologie zpracování půdy .....	16
5.1 Technologie s orbou (konvenční, tradiční zpracování půdy) .....	16
5.2 Technologie bez orby (minimalizační) .....	18
5.2.1 Půdoochranné technologie zpracování půdy .....	21
5.2.2 Pásové zpracování půdy (Strip-till) .....	23
5.2.3 Zpracování půdy do hrůbků (Ridge-till) .....	24
5.3 Technologie přímého setí do nezpracované půdy .....	24
6 Technika pro půdoochranné technologie zpracování půdy .....	25
6.1 Stroje pro primární zpracování půdy .....	25
6.2 Stroje pro předset'ovou přípravu půdy .....	27
6.3 Secí stroje .....	28
7 Využití minimalizačních technologií v praxi pro hlavní plodiny ČR .....	32
7.1 Pšenice ozimá .....	32
7.2 Kukuřice .....	33

7.3 Ozimá řepka.....	35
7.4 Jarní ječmen.....	35
7.5 Brambory.....	37
7.6 Cukrovka.....	37
7.7 Hrách setý.....	38
7.8 Mák setý.....	38
7.9 Slunečnice.....	38
8 Vliv vybraných variant zpracování půdy na erozi.....	41
9 Ekonomické zhodnocení bezorebných technologií.....	43
10 Závěr.....	46
11 Seznam použité literatury.....	47
12 Seznam obrázků.....	49
13 Seznam tabulek.....	50

# 1 Úvod

Půda je těžko obnovitelný přírodní zdroj, na kterém je zemědělství primárně závislé. Do budoucna je velmi důležité udržovat půdu úrodnou a omezovat její nepříznivé intenzivní využívání. V posledních letech dochází ke snaze rozšíření používání bezorebných technologií zpracování půdy, podmínkou jejich využití je však zachování výnosů plodin při zohlednění konkrétních půdních a klimatických podmínek.

V České republice je cca 50% orné půdy ohroženo vodní erozí. Je to způsobeno mimo jiné nežádoucím intenzivním obhospodařováním půdy, velkoplošným odlesňováním, soustředěním plodin do velkých celků a nevhodným pěstováním širokořádkových plodin na erozně ohrožených pozemcích. Eroze půdy způsobuje ochuzení o nejúrodnější část půdy – ornici, snižuje obsah živin a humusu, zhoršuje půdní vlastnosti a vede ke ztrátám osiva, sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Transportované částice půdy poté znečišťují vodní zdroje, při velkém průtoku může docházet i k poškození budov, komunikací atd. [Janeček et al., 2012]

Z hlediska zpracování půdy jsou k omezení eroze půdy vhodné minimalizační a zejména půdoochranné technologie zpracování půdy. Velikým přínosem pro omezení eroze je přímé setí do nezpracované půdy, jehož účinek ovšem závisí na množství posklizňových zbytků předplodiny, které zůstane po sklizni na povrchu půdy. Vhodné je i využití mezplodiny, například při pěstování kukuřice po obilnině, kdy půda zůstane dlouhou dobu bez vegetačního pokryvu. U všech zmíněných technologií zpracování půdy je však důležité zvážit jejich použití v konkrétních podmínkách pěstování plodin.

Zvolená technologie zpracování půdy by měla být šetrná k životnímu a půdnímu prostředí, ale také na druhé straně ekonomicky efektivní. [Procházková et al., 2011]



## 2 Cíl práce

Cílem této práce je vytvořit přehled technologií zpracování půdy, které jsou vhodné pro svažitě pozemky ohrožené vodní erozí a posoudit je z hlediska jejich účinku proti erozi v podmínkách ČR.

### 3 Volba způsobů zpracování půdy

Systém zpracování půdy je agrotechnický zásah do půdy, kterým se může ovlivnit jak stav půdního prostředí, tak výsledná produkce. Při volbě zpracování půdy je snaha vytvořit co nejlepší podmínky pro založení porostů pěstovaných plodin, růst, vývoj a výnos těchto plodin a také pro průběh půdních procesů.

Titi [2002] uvádí, že zpracování půdy představuje mechanický zásah do půdy za účelem vytvoření příznivých podmínek pro pěstované plodiny. V různé míře rozrušuje půdní agregáty, kompaktnost a mění velikost, distribuci i strukturu pórů.

Zvolení vhodné technologie zpracování půdy by mělo respektovat především půdní a klimatické podmínky, dále pak předplodinu a plodinu, ke které se půda zpracovává, časovou náročnost, dopady na půdu, biotické škodlivé organismy, ekonomiku (náklady na technologii) a požadavky legislativy. Je tedy třeba postupovat rozdílně v závislosti na těchto faktorech. [Procházková et al., 2011]

#### 3.1 Půdní podmínky

Půdní podmínky lze ovlivnit strukturou pěstovaných plodin, pěstební technologií, střídáním plodin, způsobem zpracování půdy, hnojením, používáním pesticidů, ale i závlahou a dalšími melioračními opatřeními. Z hlediska zpracování půdy jsou významné tyto půdní charakteristiky:

##### **Půdní typy**

Česká republika je z větší části tvořena především dvěma půdními typy, a to kambizeměmi (dříve hnědé půdy) a hnědozeměmi. K nejúrodnějším půdám na našem území patří černozemě a černice.

Kambizemě tvoří asi 45 % půd v České republice, jsou tak naším nejrozšířenějším půdním typem. Nachází se v různých nadmořských výškách, v rovinném reliéfu jsou zastoupeny v menší míře. Ve svažitých oblastech jsou velmi ohroženy erozí a jejich úrodnost klesá s růstem nadmořské výšky. Jejich zpracování musí odpovídat konkrétním podmínkám, protože se mohou velmi odlišovat v zrnitostním složení půdy. [Hůla et al., 2008]

Hnědozemě patří k velice úrodným půdám, jsou také hojně využívány jako orné půdy. Mají sklon ke zhutnění a potřebují pravidelné vápnění a organické hnojení. Hnědozemě se vyskytují především v rovinných a mírně zvlněných oblastech, kde se dříve vyskytovaly

spraše či sprašové hlíny. V minulosti byly tvořeny listnatými lesy, v dnešní době se však hojně využívají jako zemědělské půdy, nejčastěji pro pěstování obilovin a řepy.

Černozemě se vyskytují v sušších a teplejších oblastech do nadmořské výšky 300 m. Jsou velmi úrodné, proto se také využívají jako orné půdy. Vyskytují se především v rovinném terénu. Pro jejich úrodnost je důležitý dostatek srážek.

Pseudogleje se nachází především v rovinných polohách reliéfu, v nadmořské výšce 400-800 m. Tyto půdy jsou méně úrodné, při jejich využití jako orné půdy je třeba použít povrchové i hloubkové kypření, pravidelné vápnění a organické hnojení.

Fluvizemě se nachází v nivách vodotečí, nejčastěji jsou pokryty lužními lesy nebo trvalými travními porosty. Jejich úrodnost je značně rozdílná.

Luvizemě se vyskytují v rovinném nebo mírně zvlněném reliéfu o nadmořské výšce 300-600 m. Jsou náchylné ke zhutňování, proto vyžadují základní nebo hloubkové kypření. Také potřebují pravidelné vápnění a organické hnojení.

Rendziny se vyskytují především v krasových oblastech, jejich úrodnost je nízká, využívají se hlavně jako lesní půdy, případně v zemědělství pro trvalé travní porosty.

Gleje se nachází v okolí řek, jsou to půdy nadměrně zamokřené, slouží především k zadržování vody v krajině.

Černice se nacházejí v sušších a teplejších oblastech do 300 m n. m., především v nivách řek. Nejsou ovlivněny kolísáním hladiny podzemních vod a z důvodu příhodnějšího vodního režimu jsou úrodnější než černozemě a využívají se jako orné půdy.

Regozemě se často vyskytují v erozí ohrožených oblastech, jejich úrodnost je závislá na půdotvorném substrátu.

Litozemě se nachází především na vrcholových plošinách hor, pro zemědělství jsou nepoužitelné.

Podzoly se vytvářejí ve vyšších i nižších polohách ze zvětralin lehčího zrnitostního složení. Jsou to půdy velmi silně kyselé, využívají se jako lesní půdy.

[Hůla et al., 2008]

## **Půdní druhy**

Půdní druhy jsou podmíněny zrnitostním složením půdy, které velmi ovlivňuje fyzikální a technologické vlastnosti půdy (přilnavost, soudržnost, konzistenční vlastnosti). Optimální druh půdy předpokládá náležité zastoupení všech zrnitostních frakcí, poměr jemných a hrubých částí by měl být 1:1 – 1:2, což odpovídá středně těžkým hlinitým půdám.

[Hůla et al., 2008]

Lehké půdy – půdy písčitého charakteru, obsahují částice o velikosti 0,1-2 mm, dobře propustné pro vodu, málo soudržné, snadno obdělávatelné, obsahují málo živin.

- Písčité půdy – 0-10% jílnatých částic, nachází se v okolí řek.
- Hlinitopísčité půdy – 10-20% jílnatých částic, mají malou soudržnost, proto jsou velmi ohroženy erozí.

Středně těžké půdy – půdy hlinitého charakteru, obsahují částice o velikosti 0,01-0,1 mm, dobře propustné pro vodu, dostatek živin, úrodné, vhodné pro zemědělství.

- Písčitohlinité půdy – 20-30% jílnatých částic, dobře zpracovatelné, propustné pro vzduch i vodu, ohroženy erozí.
- Hlinité půdy – 30-45% jílnatých částic, přiměřeně vododržné půdy, dobře propustné pro vodu.
- Písčitojílnaté půdy – 30-45% jílnatých částic, vykazují horší technologické vlastnosti jako těžké půdy.

Těžké půdy – jílovitý charakter, částice do velikosti 0,01 mm, špatně propustné pro vodu a vzduch, neúrodné.

- Jílovitohlinité půdy – 45-60% jílnatých částic, uléhavá půda, tuhá, vazká, zpracovatelná pouze při vhodném stupni vlhkosti.
- Jílovité půdy – 60-75% jílnatých částic, těžko se kypří, nepodléhá snadno vodní erozi kvůli vysokému stupni koheze půdních částic.
- Jíl – nad 75% jílnatých částic, velmi těžko se kypří, obtížně propustná pro vodu i vzduch.

[Šarapatka, 1996]

## **Struktura půdy**

Struktura půdy je fyzikální vlastnost půdy, která vyjadřuje způsob uspořádání tuhých pevných částic v půdě (agregátů v půdě). Půdní strukturu velice ovlivňuje způsob zpracování půdy a hnojení. Zpracování příliš vlhké půdy nebo naopak nadměrné kypření suchých půd způsobuje rozrušování půdních agregátů. Výsledky pokusů ukazují, že při víceletém využívání bezorebných technologií se zvyšuje stabilita půdních agregátů a infiltrace vody do půdy, snižuje se naopak riziko eroze a náchylnost k tvorbě povrchové krusty půdy. Strukturní agregáty jsou významné z hlediska ochrany půdy před vodní a větrnou erozí. Pro udržení dobré struktury půdy je důležitý také přísun organické hmoty (posklizňové zbytky, zapravování slámy, zelené hnojení, chlévský hnůj). [Hůla et al., 2010]

## **Pórovitost půdy**

Pórovitost půdy udává celkový objem půdních pórů v půdě. Póry jsou důležité pro pronikání vody a vzduchu do půdy a také jako životní prostředí pro různé mikroorganismy. Optimální stav – 40 % z celkové pórovitosti jsou makropóry (nekapilární) a 60 % tvoří kapilární póry. Tento poměr rozhoduje o vsakovací schopnosti půdy a o schopnosti půdy zásobovat vodou porost v průběhu vegetace. [Hůla et al., 2008]

## **Objemová hmotnost půdy**

Vyjadřuje hustotu uložení půdních částic, vypovídá o stupni zkyprění či utužení půdní vrstvy. Je závislá na půdním druhu, kritické hodnoty mohou být proto pro jednotlivé druhy odlišné. Překročení těchto hodnot lze zabránit zvyšováním organických látek v půdě (mulč). Objemová hmotnost se zvyšuje použitím redukovaného zpracování půdy.

## **Půdní zhutnění**

Půdní zhutnění je důsledkem nevhodného způsobu zpracování půdy z minulých desítek let – například neúměrné dávky minerálních hnojiv, těžká mechanizace, nevhodně organizovaná doprava po poli. Při opakovaném používání minimalizačních technologií lze snížit zhutnění půdy v podorniční vrstvě, naopak orba tomuto zhutnění napomáhá. Půdní zhutnění se dá zjistit pomocí zjištěného odporu půdy proti pronikání kužele penetrometru.

## **3.2 Klimatické podmínky**

Mezi klimatické podmínky se zařazují podnebné činitele, které mají vliv na vývoj žijících organismů a na půdní prostředí.

Podnebí v České republice má převážně subkontinentální ráz. Největší zastoupení má klimatický region MT4 – mírně teplý, vlhký, s 25% zemědělské půdy a MT2 – mírně teplý, mírně vlhký, s 20% zemědělské půdy. Nejprůzračivější region v České republice z hlediska produkce je T3 – teplý, mírně vlhký, s 14% zemědělské půdy. [Hůla et al., 2008]

Počasi udává okamžitý stav troposféry na určitém místě. Tento stav lze popsat souborem meteorologických prvků a jevů a je daný jejich skutečnými hodnotami. Pro zemědělství jsou nejdůležitějšími meteorologickými parametry průměrná denní teplota vzduchu (°C) a suma srážek za vybrané období (mm).

### 3.3 Stanovištní podmínky

Druhově těžší půdy ve vlhčích a chladnějším podmínkách jsou velmi náročné na udržení dostatečné pórovitosti, zejména pak na objem hrubých nekapilárních pórů, které určují propustnost a aerační schopnost půdy.

Naopak v sušších a teplejších oblastech, u druhově lehčích půd s vyšší propustností pro vodu je třeba usilovat o vyšší akumulární a retenční schopnosti půdy pro vodu. V takových podmínkách je vhodné snížit hloubku a intenzitu zpracování půdy, popřípadě ponechat nezpracovanou půdu. S vyšší objemovou hmotností půdy při nižší intenzitě zpracování se mění poměr mezi vodní a vzdušnou kapacitou ve prospěch vodní kapacity a zvyšuje se podíl kapilárních pórů, což má za důsledek zlepšení vodního režimu půdy a vláhové zabezpečení rostlin v průběhu vegetace. [Procházková et al., 2011]

## 4 Eroze půdy

Eroze znamená činnost vody, větru a ledu, která způsobuje rozrušování půdního povrchu a přemísťování uvolněné hmoty do jiných poloh, kde se ukládají ve formě nánosu. U nás patří vodní a větrná eroze mezi neškodlivější přírodní jevy. [Hůla et al., 2008]

Eroze půdy je dvoufázový proces, který se skládá z odloučení jednotlivých částic půdy z půdního masivu a jejich přepravy erozními činiteli, například tekoucí vodou nebo větrem. Pokud již energie není dále schopná přepravovat částice půdy, dochází ke třetí fázi, a to k ukládání uvolněné půdní hmoty. [Morgan, 2005]

Vodní eroze je selektivní proces, při němž jsou přednostně jemnější a lehčí částice odtrhávány a unášeny odtékající vodou. [Mašek, Novák, Cholenský, 2015] Lze rozlišit dva základní druhy eroze, a to normální (geologickou) a zrychlenou (působením člověka). Geologická eroze má přirozený průběh, postupně přetváří reliéf a je v souladu s půdotvorným procesem. Zrychlená forma eroze naopak smývá částice půdy v takovém rozsahu, že nemohou být nahrazeny půdotvorným procesem, protože ten probíhá mnohem pomaleji. [Vopravil et al., 2013]

Intenzita působení vodní eroze je dána především těmito faktory [Janeček et al., 2012]: charakter srážek a povrchového odtoku, půdní poměry, sklon, délka a tvar pozemku, vegetační poměry, využití pozemků a použité technologie zpracování půdy. Pokud překročí intenzita a úhrn dešťových srážek infiltraci vody do půdy, potom dochází k povrchovému odtoku. Na povrchu půdy se vodní eroze projevuje vznikem rýh nebo výmolů, v některých případech se mohou vytvářet i strže.

Důležité při ochraně půdy jsou její fyzikální vlastnosti, jako například nezhutnělý půdní profil umožňující průsak povrchové vody do spodních vrstev a dostačující půdní pórovitost, která zabezpečí maximální vodní kapacitu půdy se záměrem oddálit co nejvíce destruktivní povrchový odtok. Významnou roli hraje i odolnost půdních agregátů proti působení dešťové vody, kterou lze velice zlepšit vhodnými způsoby zpracování půdy, především způsoby půdoochrannými. [Vach, Javůrek, 2011]

*Obrázek 1 Eroze způsobená nevhodnou orbou*



Zdroj: [www.agrojournal.cz](http://www.agrojournal.cz)

U vodní eroze hraje roli několik faktorů:

- faktor erodovatelnosti půdy – vlastnost půdy, která má vliv na infiltraci vody do půdy a na odolnost půdních agregátů vůči účinku kapek a transportu povrchově odtékající vody,
- faktor délky svahu – intenzita eroze se zvyšuje s rostoucí délkou svahu,
- faktor sklonu svahu a členitost území – ztráta půdy se zvyšuje se vzrůstajícím sklonem svahu, a to rychleji než je tomu u délky svahu,
- faktor ochranného vlivu vegetace – přímá ochrana povrchu půdy před působením dešťových kapek, zpomalování rychlosti povrchového odtoku, omezení zanášení pórů jemnými půdními částicemi, mechanické zpevnění půdy kořenovým systémem. [Janeček et al., 2012]

#### 4.1 Infiltrace srážkové vody do půdy

Půda byla přívalovými dešti, které způsobují erozi, ohrožována již v minulosti. V současné době však eroze půdy nabývá na významu z důvodu soustředování plodin, které nedostatečně chrání půdu (především kukuřice) do velkých celků a také kvůli používání konvenčních technologií zpracování půdy na lehkých půdách.

Zadržování vody v půdě a její pohyb půdním profilem má velký význam jak pro rostlinnou produkci, tak pro celé životní prostředí. Tato funkce půdy je dána především půdní strukturou a stavem povrchové vrstvy půdy, která ovlivňuje rychlost infiltrace vody do půdy a vodní kapacitu půdního profilu, a tím i půdní erozi.

Leijl et al. [2002] popisují dva stavy půdní struktury, které jsou významné pro infiltraci vody do půdy: homogenní vrstva s horizontální strukturou vzniklá při konvenčním zpracování půdy a vertikální struktura, která vzniká při redukovaném zpracování půdy. Vertikální struktura je tvořena působením žížal a trhlinami v půdě. Redukované zpracování půdy ve většině případů vede ke zvyšování infiltrace vody do půdy, redukcí povrchového odtoku vody a tím také ke snížení rizika vodní eroze. Konvenční zpracování půdy naopak vytváří homogenní vrstvu půdy, která může vsakování vody snížit. [Titi, 2002]

Konvenčním způsobem zpracování půdy (orbou) se vytvoří ve zpracovávané vrstvě makropóry, krátkodobě tak může být jímavost půdy pro vodu vyšší než při použití redukovaného zpracování půdy. Po delší době je však po orbě (především na lehkých půdách) povrchový odtok při intenzivních srážkách vyšší než při redukovaném zpracování půdy. [Hůla et al., 2010]



Půdní organická hmota je zásadním faktorem, který ovlivňuje tvoření půdních agregátů a infiltraci vody do půdy. Zejména povrchová organická hmota je důležitá při ochraně půdy proti erozi, má vliv na infiltraci a také zadržuje živiny.

Problém s erozí nastává i v zimním období. Při tání sněhu na zamrzlé půdě dochází ke zvýšení povrchového odtoku vody a ke smyvu zeminy z rozmrzlé povrchové vrstvy půdy. Riziko v tomto období je vysoké zejména na dlouhých svazích, protože povrch půdy pokrývá minimum rostlinných zbytků, případně rostlin a infiltrace vody do půdy je velice nízká. [Schillinger, 2001]

Pro zabránění vzniku půdní krusty je vhodné v porostech širokořádkových plodin provádět narušení povrchu půdy kypřením meziřadí. Kypření má pozitivní vliv na infiltraci vody do půdy a povrchový odtok z části převede na podpovrchový. [Hůla et al., 2010]

*Tabulka 1 Vliv organické hmoty na smyv půdy*

<b>Varianta</b>	<b>Konvenční pěstování</b>	<b>Zelené hnojení</b>	<b>Chlévský hnůj</b>
Smyv (%)	100	48	18

Zdroj: Hůla et al., 2010

## 4.2 Protierozní opatření

Základním opatřením ochrany půdy proti erozi je pěstování plodin s vysokým efektem protierozní ochrany na svažitéch a erozně ohrožených půdách. Erozně ohrožená půda by neměla po delší dobu zůstat bez vegetačního pokryvu. [Kvítek, Tipll, 2003] Vzhledem ke sklonu k erozi jsou plodiny a jejich posklizňové zbytky řazeny dle jejich ochranného vlivu:

1. Jeteloviny
2. Trávy
3. Obilniny
4. Olejniny
5. Širokořádkové plodiny (kukuřice, slunečnice, brambory, cukrová řepa, sója, bob)

Agronomická opatření pro ochranu půdy využívají ochranný efekt pokryvu plodin k redukci eroze. Z důvodu rozdílů v hustotě porostu a morfologii rostlin se odlišují i jejich možnosti chránit půdu. Širokořádkové plodiny jsou všeobecně nejméně efektivní a mohou tak vést k větším problémům s půdní erozí. Je to z důvodu nepokryté půdy, zejména v časných fázích růstu rostlin. Z tohoto důvodu by měly být širokořádkové plodiny kombinovány s plodinami ochrannými. [Morgan, 2005]

Mezi protierozní opatření na zemědělských půdách patří:

### **Organizační opatření:**

- Protierozní rozmísťování plodin – plodiny jsou seřazeny podle protierozní účinnosti od nejvyšší po nejnižší.
- Pásové střídání plodin – střídají se pásy plodin, které půdu chrání (travní porosty, jetel, vojtěška, ozimá obilnina, hrách, řepka ozimá) s pásy plodin s nízkým protierozním účinkem (okopaniny, kukuřice).
- Tvar a velikost pozemku – vhodná velikost pozemku by měla být dána kompromisem dvou protichůdně působících faktorů – faktorů přírodních, působících k vytvoření menších půdních celků a ekonomických faktorů, které naopak upřednostňují pozemky dostatečně veliké.
- Ochranné zatravnění nebo zalesnění – ochranné zatravnění se používá především na pozemcích, které z hlediska ztrát půdy nelze využívat jako půdu ornou, zalesnění (optimální je smíšený les) poskytuje velmi vysokou protierozní ochranu půdy.

[Janeček et al., 2012]

### **Agrotechnická opatření**

- Vrstevnicové obdělávání – vrstevnicová orba je výhodná na mírných svazích, kde povrchový odtok nepřesáhne objemovou kapacitu brázd. Vzniku soustředěného odtoku je možné předcházet tím, že orba důsledně sleduje vrstevnice a brázdy jsou v jejich směru. Dalším uplatnitelným opatřením je vrstevnicové setí. [Šarapatka, 2008]
- Brázdování – cílem je zastavit odtok pomocí vrstevnicových brázd, které slouží k zasakování vody.
- Hrázkování – založení ochranných hrázek v meziřadí hrůbků. Vzniknou tak malé příkopy, které brání vzniku soustředěného povrchového odtoku. Tuto technologii lze využít při pěstování brambor, provádí se bezprostředně po výsadbě brambor hrázkovačem, řádky jsou vedeny vrstevnicově, max. délka pozemku po svahu by neměla přesáhnout 300 m, aby byla technologie co nejúčinnější. [Vopravil et al., 2013]
- Důlkování – vytvoří se důlky v meziřadí ve vzdálenosti 30 - 40 cm, tyto důlky snižují povrchový odtok a zvyšují infiltraci vody do půdy. Důlky lze vytvořit bezprostředně po výsadbě brambor důlkovačem. Důlkování je zobrazeno na obrázku 2.

- Podrývání – velmi hluboké kypření, provádí se na utuženém pozemku celoplošně speciálními podrývacími pluhy.
- Ochranné obdělávání půdy – redukce intenzity klasického konvenčního zpracování půdy a počtu mechanických operací, ponechání zbytků rostlin na povrchu půdy nebo jen mělké zapravení – výsev ochranných podplodin v pásech, výsev obilních pásů ve směru vrstevnic, výsev nevymrzajících meziplodin, setí do mulče, setí do vymrzlých meziplodin.

*Obrázek 2 Zařízení na důlkování brambor*



Zdroj: Vopravil et al., 2013

### **Technická opatření**

- Terasování – umožňuje využívat velmi sklonité a členité pozemky, terasování slouží na svažitéch pozemcích ke zmenšení jejich sklonu terénními stupni, k rozdělení svahů na úseky, aby povrchový odtok nedosáhl nebezpečného erozního účinku a ke zlepšení využití mechanizace.
- Průlehy – mělké, široké příkopy, kde se povrchově stékající voda zachycuje a je neškodně odváděna, mohou být záchytné, sběrné a svodné.
- Protierozní nádrže – slouží k akumulaci, retenci a infiltraci povrchového odtoku a k usazování splavenin.

- Příkopy – zpravidla se navrhují pro zachycení a neškodné odvedení vody z pozemků nejlépe spolu s polními cestami (cestní příkopy).
- Hrázky – budují se na pozemcích ve směru vrstevnic a na úpatí svahů zemědělských pozemků, slouží především k ochraně důležitých objektů před zatopením vodou z přívalových srážek a zanesením produkty eroze (erozní smyvy), 1-1,5 m vysoké.
- Meze – 1-1,5 m vysoké, měly by být zatravněny nebo osázeny doprovodnou zelení, jsou napojeny na svodný prvek (příkop, průleh).

[Janeček et al., 2012]

Protierozní opatření tedy slouží jak ke snížení ztráty půdy z pozemků (zachování půdní úrodnosti), tak k ochraně vodních zdrojů, intravilánů, toků i nádrží a k zachování kvality povrchových vod.

Význam ochrany půdy před erozí spočívá v [Hůla et al., 2010]:

- ochraně půdy před účinky dopadajících kapek deště,
- podpoře vsaku vody do půdy,
- zlepšování soudržnosti půdy a její struktury,
- omezování unášecí síly povrchově stékající vody,
- neškodném odvádění povrchově odtékající vody a zachycování smyté zeminy.

#### 4.3 Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy

Tyto standardy DZES (dříve GAEC) zabezpečují hospodaření zemědělců ve shodě s ochranou životního prostředí. Jsou součástí Kontroly podmíněnosti (Cross Compliance) a zajišťují poskytnutí přímých podpor zemědělcům, kteří hospodaří ve shodě s těmito standardy.

Pro zachování dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy je stanoveno sedm standardů, které se týkají [Eagri.cz, 2015]:

- ochranných pásů podél vodních toků,
- zavlažovacích soustav,
- ochrany podzemních vod před znečištěním,
- minimálního pokryvu půdy,
- minimální úrovně obhospodařování půdy k omezení eroze,
- zachování úrovně organických složek půdy, včetně zákazu vypalování strnišť,
- zachování krajinných prvků a opatření proti invazním druhům rostlin.

## **Eroze v DZES 1**

Omezení hospodaření se vztahuje na půdní bloky s kulturou orná půda, které mají sklonitost nad 7 stupňů. Na takovém půdním bloku se musí po sklizni plodiny vysít následná plodina, nebo ponechat strniště sklizené plodiny do 30. 11., nebo ponechat půdu zoranou či podmítnutou do 30. 11. Tento standard ošetřuje problematiku protierozní ochrany půdy na svažitéch pozemcích prováděním minimálních opatření vedoucích k omezení smyvu půdy, zpomalení povrchového odtoku a zvýšení retence vody v krajině. [PV-Agri s.r.o., 2013]

## **Eroze v DZES 2**

Omezení hospodaření spočívá v úplném zákazu pěstování širokořádkových plodin (silně erozně ohrožené půdy), v možnosti pěstování obilnin a řepky pouze s využitím půdoochranných technologií (silně erozně ohrožené půdy) a v možnosti pěstování širokořádkových plodin pouze s využitím půdoochranných technologií (mírně erozně ohrožené půdy).

Cílem tohoto standardu je ochrana půdy proti vodní erozi a úsilí omezit nepříznivé působení následků eroze jako jsou například škody na komunikacích a nemovitostech přivozené zaplavením nebo zanesením splavenou půdou. V tomto standardu jsou stanoveny požadavky na technologie pěstování hlavních vybraných plodin v oblastech se silně erozně ohroženou půdou. Pro vymezení kategorie silně erozně ohrožených půd je nově využito nejen kritérium sklonitosti svahu, ale rovněž i další faktory jako délka svahu po spádnicí, erodovatelnost půdy, faktor přívalových dešťů, faktor protierozních opatření a faktor ochranného vlivu vegetace. [PV-Agri s.r.o., 2013]

Standardu DZES č. 2 vyhovují následující půdoochranné technologie:

- bezorebné setí (technologie přímého setí do nezpracované půdy),
- setí do mulče,
- setí do mělké podmítky (za předpokladu dodržení stanovené pokryvnosti povrchu půdy rostlinnými zbytky),
- setí do ochranné plodiny (např. do vymrzající meziplodiny – svazanka vratičolistá, hořčice bílá),
- důlkování.

Mimo tyto technologie, které jsou použitelné pro silně erozně ohrožené pozemky (bezorebné setí/sázení, setí/sázení do mulče, setí/sázení do mělké podmítky, setí/sázení do ochranné plodiny a důlkování) mohou zemědělci využívat při zakládání porostů širokořádko-

vých plodin na mírně erozně ohrožených půdách i další navrhované technologie: přerušovací pásy, zasakovací pásy, souvratě, setí/sázení po vrstevnici a odkameňování.

Do specifických půdoochranných technologií na mírně erozně ohrožených pozemcích byly přidány dvě nové technologie, a to pásové zpracování půdy (strip-till), kde zemědělec zajistí zpracování půdy v pásech ve směru vysévané plodiny, jehož plošný podíl nepřesáhne více než 25 % plochy pozemku a pěstování kukuřice s šířkou řádku do 45 cm bezorebným způsobem. [Eagri.cz, 2015]

## 5 Technologie zpracování půdy

Půda je charakteristickou složkou krajiny, pro zemědělství je především stanovištěm pro pěstované plodiny, předmětem k výrobě potravin rostlinného původu, krmiv pro hospodářská zvířata, ale i dalších surovin pro nepotravinářské použití.

Na území ČR je 4 273 000 ha zemědělské půdy, z této výměry činí podíl orné půdy 71,81 %, což představuje vysoký stupeň zornění půdy, díky kterému se Česká republika řadí na přední místa v Evropě. [Kumhála, et al., 2007]

V poslední době dochází k pozitivním změnám zpracování půdy, které jsou spojeny s rostoucím zájmem o dlouhodobé důsledky hospodaření na půdě. Jejich záměrem je zlepšit úroveň péče o půdní prostředí, vytvořit dobré podmínky pro tvorbu výnosu plodin, omezit negativní poškozování půdní struktury, erozi půdy i kontaminaci podzemní i povrchové vody lehce pohyblivými formami živin. Tyto požadavky jsou kladeny především na ochranné technologie zpracování půdy. Bezorebné technologie zvyšují infiltraci vody do půdy, což je přivazeno stabilnější půdní strukturou, rozmístěním a velikostí pórů.

Hlavním znakem současných vývojových trendů v zemědělství je orientace na snižování nákladů a uplatnění technologií, které představují ekologický přínos v porovnání s konvenčními technologiemi. [Bocchi et al., 2000]

Nové technologie především dbají na snížení zhutnění půdy, omezení přejezdů traktorů a dalších strojů po poli a na snížení častého a nadměrného obdělávání půdy. Tyto technologie jsou označovány jako ochranné (konzervační) způsoby zpracování půdy. Velký vliv na jakost a výši výnosů plodin má také termín setí. Včasně a kvalitně založený porost plodiny dokáže zmírnit nepříznivé dopady nevhodné předplodiny, omezit výskyt plevelů, snížit i zabránit vyplavování nitrátů z orniční vrstvy do spodních vrstev. [Kumhála et al., 2007]

Způsoby zpracování půdy lze rozdělit na technologie s orbou (konvenční, tradiční zpracování půdy) a technologie bez orby (minimalizační). [Hůla et al., 2008]

### 5.1 Technologie s orbou (konvenční, tradiční zpracování půdy)

Půda se každý rok zpracovává pomocí radličného pluhu do hloubky odpovídající potřebám následné plodiny a charakteru pozemku, rostlinné zbytky předplodin, biomasa meziplodin a nadzemní části plevelů jsou zapravovány do půdy. Při orbě se půdy kypří, promíchává, provzdušňuje a zpracovávaná vrstva půdy se obrací. [Hůla et al., 2008]

Předseťová příprava půdy a setí se provádí buď v jednotlivých operacích, nebo se operace předseťové přípravy a setí spojují. Pro sekundární zpracování půdy při oddělených pracovních operacích se využívají především kombinátory. Pro spojené operace se využívají hlavně stroje s poháněnými pracovními nástroji ve spojení se secím strojem. Při setí je možné použít radličkové secí botky s tupým úhlem vnikání do půdy. [Kumhála et al., 2007]

Pro konvenční technologie zpracování půdy se používají pluh, smyky, brány, kypřiče a válce. Podle počtu orebních těles, která mohou být současně v záběru, jsou pluh jedno, dvou i víceradličné.

Dělení orby dle hloubky:

- mělká orba (do 18 cm),
- střední orba (18-24 cm),
- hluboká orba (24-30 cm),
- velmi hluboká orba (nad 30 cm).

Při orbě se používají dva základní typy pluhů, a to záhonový (jednostranný) pluh a oboustranný otočný pluh. Záhonový pluh klopí skývy stále ve stejném směru, dochází tak ke vzniku skladů a rozorů. Oboustranný otočný pluh klopí skývy oboustranně, nevznikají tak sklady a rozory, ale orá se do roviny a lze tak orat člunkovým pohybem (od souvrati k souvrati). Tento pluh má současně v záběru pouze polovinu orebních těles, druhá polovina je v záběru při zpáteční jízdě.

Pracovní nástroje pluhů jsou [Roh, Kumhála, Heřmánek, 1997]:

1. orební těleso – hlavní pracovní část pluhu, odřezává skývu ode dna brázdy, převrací ji a zaklápí na skývu překlopenou při předchozím průjezdu,
  - čepel – pracovní část orebního tělesa, odřezává skývu ode dna brázdy, nadzvedává skývu v první fázi průchodu skývy přes radlici,
  - odhrnovačka – pracovní část orebního tělesa, nadzvedává skývu, drobí ji a zaklápí na skývu překlopenou při předchozím průjezdu,
  - plaz – část nosné konstrukce orebního tělesa, zachytává boční síly působící na orební těleso,
2. předradlička – doplňková pracovní část pluhu, zlepšuje zaklápění skývy a rostlinných zbytků, zejména při větší hloubce orby,
3. krojidlo – pracovní část pluhu, odřezává skývu od stěny brázdy,
4. podrývák – slouží k rozrušení, nakypření a provzdušnění podbrázdí.



Obrázek 3 Čtyřradličný pluh



Zdroj: [www.elvaprofi.cz](http://www.elvaprofi.cz)

### **Nevýhody konvenčního zpracování půdy**

Zaklopením rostlinných zbytků se zvyšuje riziko vodní eroze půdy se všemi negativními důsledky. [Mašek, Novák, Cholenský, 2015] Hluboká orba může také způsobit velké ztráty organického uhlíku při půdní erozi, a proto by se na svažitých pozemcích měly ve větší míře uplatňovat půdoochranné technologie zpracování půdy, které dokáží erozi půdy omezit.

Konvenční zpracování půdy je charakteristické vysokou energetickou náročností, a proto je také snaha snížit náklady na zpracování půdy zjednodušenými postupy zpracování půdy, založenými na mělkém kypření. Tyto postupy mohou snížit náklady na jednotku produkce, jestliže při jejich uplatnění nedojde k výraznějšímu snížení výnosů plodin. [Kumhála et al., 2007]

V povrchových vrstvách ornice (na kamenitých a štěrkovitých půdách) se zvyšuje obsah kamenů. Především na těžkých půdách se často tvoří těžko zpracovatelné hroudy a ubývá půdní vláha, což při zakládání porostů ozimých obilnin vytváří komplikace při sekundárním zpracování půdy a setí, celkově to napomáhá ke snížení kvality nově založených porostů.

Konvenční technologie zpracování půdy jsou velice časově náročné, obzvláště po plodinách s delší vegetační dobou nelze hodnotně založit porosty ozimů, a pokud se tak učiní, pak na úkor nedodržení stanovených agrotechnických lhůt, což mívá vliv na výši sklizně. [Hůla et al., 2008]

## **5.2 Technologie bez orby (minimalizační)**

Minimalizační technologie oproti orbě snižují intenzitu a hloubku zpracování půdy, mohou být velkým přínosem pro efektivní hospodaření na půdě, ale je důležité zvážit jejich

použití v různých podmínkách hospodaření. Tyto technologie by měly přispívat ke zkvalitnění půdního a životního prostředí.

Zrod minimalizačních technologií zpracování půdy je připisován Spojeným státům americkým, kde se tyto technologie začaly rozvíjet již ve 30. letech 20. století. Od druhé poloviny 20. století se minimalizační technologie rozšiřují do celého světa a je prováděna rozsáhlá analýza způsobů zpracování půdy bez orby, tedy technologií s nižší hloubkou a intenzitou zpracování půdy. [Hůla et al., 2008]

Výsledky těchto průzkumů poukazují zejména na pozitivní vliv těchto technologií na životní i půdní prostředí, což se může projevit především v omezení vodní a větrné eroze, snižování uvolňování oxidu uhličitého do ovzduší, zlepšení strukturního stavu půdy nebo ve zvyšování obsahu a kvality půdní organické hmoty. Samozřejmostí však zůstává i zachování dobrých výnosů pěstovaných plodin, které závisí na daných půdních a klimatických podmínkách. Výsledky dlouhodobých polních pokusů většinou prokazují, že výnosy plodin pěstovaných po orbě a po bezorebných technologiích se příliš neliší.

V České republice byl největší rozvoj minimalizačních technologií zaznamenán po roce 1990, rozsah používání těchto technologií v ČR je odhadován na více než 40 % orné půdy. Bezorebné technologie jsou využívány u hustě setých obilnin, kukuřice, ozimé řepky, sóje, máku i cukrovky. [Procházková et al., 2011]

Obecně platí, že s nižší intenzitou zpracování půdy dochází ke zvyšování objemové hmotnosti půdy a snižování celkové pórovitosti. Mění se poměr kapilárních a nekapilárních pórů, dochází ke zvyšování vododržnosti půdy, a tím i obsahu vody v půdě a ke snižování hodnot její provzdušenosti. K uchování půdní vody přispívá příznivě také mulč, který zmenšuje odtok vody z povrchu půdy. Snižování hloubky a intenzity zpracování půdy je vhodné především v teplejších oblastech a na lehkých půdách, kde se usiluje o zlepšení vodního režimu půdy a vláhového zabezpečení rostlin v průběhu vegetace. Naopak ve vlhčích a chladnějších podmínkách je třeba usilovat o udržení potřebné pórovitosti.

Jednou z největších výhod minimalizačních technologií zpracování půdy je šetření vláhy, ovšem tyto technologie mohou být v některých případech velmi nepříznivé. Například u půd s nižší vsakovací schopností dochází k riziku splachování hnojiv, pesticidů či mělce zasetého osiva, u půd s větší vlhkostí se při použití bezorebných systémů zvyšuje obsah pórů vyplněných vodou, po dešti zase větší množství vody, která se pohybuje přes makropóry. Obecně se tedy minimalizační technologie nedoporučují pro těžké zamokřené půdy, zde je výhodnější použít tradiční zpracování půdy s orbou. [Hůla et al., 2008]

Dle výše uvedených vlastností půdních typů lze vyloučit z použití bezorebných technologií zpracování půdy gleje a fluvizemě pro vysokou hladinu podzemní vody. Platí to i pro ty půdy, které potřebují hluboké kypření a pravidelné organické hnojení (pseudogleje) a také půdy sloužící jako lesní (podzoly, rendziny, regozemě). Pro ostatní typy lze tyto technologie a zakládání porostů doporučit.

Z hlediska ekonomiky přináší minimalizační technologie úsporu práce a energie, oproti technologiím s orbou, používání těchto technologií se může projevit i ve snížení počtu pracovníků v podniku, ve snížení investiční náročnosti, v dosažení vyšší produkce (rychlejší zvládnutí prací, založení porostů v optimálních termínech). [Procházková et al., 2011]

Pro podmínky v České republice se do minimalizačních technologií řadí následující postupy [Hůla et al., 2008]:

- minimalizace s kypřením půdy do zvolené, zpravidla malé hloubky, v případě potřeby lze ornici jednorázově hlouběji prokypřit bez obracení (tzv. vertikální zpracování půdy),
- půdoochranné zpracování půdy – nejméně 30 % povrchu půdy zůstává po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny a mezplodiny, především protierozní ochrana – porosty chrání povrch půdy,
- přímé setí (do nezpracované půdy) – půda se po sklizni předplodiny nezpracovává, využívají se speciální secí stroje.

Blanco a Lal [2008] uvádí následující rozdělení bezorebných systémů zpracování půdy:

- No Tillage – půda zůstává až do setí nezpracovaná, používá se speciální secí stroj.
- Reduced Tillage – obsahuje různé ochranné způsoby zpracování půdy bez orby, nejméně 30 % povrchu půdy je pokryto rostlinnými zbytky.
- Mulch Tillage – posklizňové zbytky jsou mulčovačem rozprostřeny po povrchu půdy, nejméně 30 % povrchu půdy je pokryto mulčem.
- Ridge Tillage – zpracování půdy do hrůbků, posklizňové zbytky jsou na spodku hrůbků, pokrývají půdu ze 40-70 %.
- Strip Tillage – pásové zpracování půdy, osivo se ukládá do úzkých pásů, mezi kterými půda zůstává nezpracovaná.

### 5.2.1 Půdoochranné technologie zpracování půdy

Půdoochranné technologie zpracování půdy jsou charakterizovány ponecháním zbytků předplodiny nebo meziplodiny na povrchu půdy jako mulč. Rostlinné zbytky přispívají k ochraně půdy proti erozi takovým způsobem, že chrání vrchní vrstvu půdy proti přívalovým dešťům a působení větru. Při celkovém pokrytí půdy rostlinnými zbytky lze odnos půdy téměř eliminovat. [Hůla et al., 2008]

Půdoochranné technologie pěstování plodin jsou velice účinné z hlediska ochrany půdy proti erozi. Pomocí posklizňových zbytků ponechaných na povrchu půdy dochází při přívalových srážkách k zachycení kinetické energie kapek, omezení poškození půdních agregátů a omezení vzniku půdní krusty. Tím se zvýší infiltrace vody do půdy a sníží se povrchový odtok. [Hůla et al., 2010] Pozitivní vliv ochranného obdělávání na stabilitu agregátů se zvyšuje, jestliže je na povrchu půdy ponecháno strniště [Cannel, Hawes, 1994]

Rostlinné zbytky ponechané na povrchu půdy a také způsob zpracování půdy mají vliv na řadu fyzikálních a biologických vlastností půdy. Organická hmota se při vynechání orby zvyšuje ve vrchní vrstvě půdy, po orbě se homogenizuje v celém profilu. Půdoochranné technologie mají velmi pozitivní vliv na uchování vody v půdě, zvyšují infiltraci vody do půdy a zmenšují povrchový odtok. Důsledkem toho jsou pěstované plodiny vláhově zabezpečené po celou dobu vegetace.

Ochranným způsobem zpracování půdy se omezuje zhutnění půdy především redukcí přejezdů souprav po poli oproti konvenčnímu způsobu. Omezením mechanických zásahů do půdy se snižuje narušení půdních agregátů, a tím se zvyšuje i únosnost půdy.

Půdoochranné technologie zpracování půdy se nejvíce používají v suchých a teplejších oblastech (tropy a subtropy), kde převládají jejich pozitivní účinky na půdu i na výnosy pěstovaných plodin. V mírném pásmu, kde je vláhově zabezpečení lepší, se více využívají minimalizační technologie s využitím různých forem kypření půdy.

Při využívání posklizňových zbytků je však třeba co nejvíce omezit možná rizika. Pokud se zapraví do půdy větší množství slámy, může dojít ke zhoršení kontaktu osiva s půdou a následně k redukcí přívodu vody důležité pro vyklíčení semen. Z mnohých výzkumů je prokázáno, že příhodnějším zdrojem organické hmoty je biomasa vymrzajících nebo nevymrzajících strniskových meziplodin. [Hůla et al., 2008]

#### **Volba vhodného druhu meziplodiny**

Při volbě vhodného druhu meziplodiny je nutné brát v úvahu stanovištní podmínky i dynamiku počátečního růstu, rychlost zapojení porostu (velikost listové plochy) a rozvoj

kořenového systému (hloubka prokořenění). Zvolení meziplodiny by mělo řešit i pěstitelské problémy (opakované pěstování stejných plodin v osevním sledu), potlačování škůdců (např. háďátko řepné), plevelů a půdních patogenů. Pro naše půdní a klimatické podmínky přichází v úvahu obzvláště hořčice bílá, svazenka vrtičolistá, ředkev olejná a jejich směsky. Je však možné využít i celou řadu dalších meziplodin. [Hůla et al., 2008]

V některých stanovištních oblastech lze také pěstovat ozimé meziplodiny. Tyto ozimé meziplodiny jsou vhodné především pro déle vysévané jarní plodiny (kukuřice, slunečnice). Nevýhodou je dražší osivo a je nezbytné porost umrtvit neselektivními herbicidy na bázi glyfosátu před setím následné plodiny, což zvyšuje náklady na technologii.

### **Zdroje mulče**

Mulč chrání půdu před vodní a větrnou erozí, udržuje půdní strukturu a celkově zachovává a zlepšuje agrofyzikální a biologické vlastnosti půdy. Aby byl mulč účinný, je třeba, aby byla půda pokryta rostlinnou biomasou minimálně na 30% svého povrchu. [Procházková et al., 2011]

Základní zdroje mulče:

- mulč z posklizňových zbytků,
- mulč z nadzemní biomasy meziplodin.

### **Způsoby využití mulče**

Uplatnění mulče v půdoochranných technologiích je různé podle způsobu hospodaření s rostlinnými zbytky:

- **Výsev do mulče z rostlinných zbytků předplodin** – založení porostů přímo do mulče z rozdrčené slámy a jiných posklizňových zbytků předplodin, nejčastěji se využívá po ozimé řepce a hrachu, ve většině případů se do takového mulče vysévají ozimé obilniny, zejména ozimá pšenice, pokud je na pozemku větší množství plevelů, je třeba aplikovat neselektivní herbicid.
- **Výsev do mulče meziplodin** – zdrojem mulče je nadzemní biomasa meziplodin, které mohou být strniskové (umrtvené mrazem), anebo ozimé (umrtvené chemicky), po sklizení následuje aplikace minerálních hnojiv a provádí se hlubší podmítka, poté probíhá setí strniskových meziplodin, při použití ozimých meziplodin (termín zasetí do 15. září) se sekundární zpracování půdy uskuteční až před jejich setím, na jaře se vy-

sévají jarní obilniny (především jarní ječmen, luskoviny (hrách, sója), kukuřice na zrno i siláž, popřípadě i slunečnice) do mulče meziplodin. [Hůla et al., 2008]

*Tabulka 2 Procentické hodnocení pokryvu povrchu půdy uvedenými ozimými meziplodinami*

Meziplodiny	Pokryv v % (průměr let 2004-2006)	
	podzim	jaro
Žito trsnaté (lesní)	88	80
Sléz krmný	69	48
Lesknice kanárská	68	44
Světlice barvířská	56	30

Zdroj: Vach, Javůrek, 2011

### Výsev do ochranné podplodiny (setí s podsevem)

Jedná se například o setí kukuřice s ochrannou podplodinou ozimým žitem v meziřadí, pro tento postup je nutná úprava secího stroje pro přesné setí doplněním jednou nebo dvěma výsevními skříněmi pro setí obilnin a secími botkami pro výsev ozimého žita, nevýhodou tohoto způsobu je nízká protierozní ochrana v době jednoho měsíce od zasetí. [Janeček et al., 2012]

### 5.2.2 Pásové zpracování půdy (Strip-till)

Pásové zpracování půdy lze definovat jako zpracování půdy v pruzích ve směru řádků vysévané plodiny, jehož plošný podíl nepřesáhne více než jednu čtvrtinu povrchu pozemku. [Brant, 2011] Do úzkých pásů se ukládá osivo, zatímco půda mezi jednotlivými pásy zůstává nezpracovaná. Tato technologie je znázorněna na obrázku 4. Za hlavní výhody tohoto způsobu zpracování půdy lze považovat:

- ochranu půdy proti vodní erozi v důsledku ponechání rostlinných zbytků v meziřádcích,
- lepší půdní podmínky pro vývoj rostlin v řádcích (kvalitněji připravené set'ové lůžko),
- uložení hnojiv blíže ke kořenům, čímž se může snížit jejich dávka,
- časnější termín výsevu, nižší startovací dávky hnojiv.

*Obrázek 4 Pásové zpracování půdy v porostech silážní kukuřice*



Zdroj: [www.agromanual.cz](http://www.agromanual.cz)

### 5.2.3 Zpracování půdy do hrůbků (Ridge-till)

Tato technologie je vhodná zejména pro ty plodiny, které se pěstují v širokých řádcích. K setí slouží speciální secí stroje, seje se na upravený vrchol hrůbků. Na spodku hrůbků jsou rozmístěny posklizňové zbytky, kdy by 40 až 70 % povrchu půdy mělo zůstat pokryto. Plevel se likvidují chemicky nebo kultivací. Vytvořené hrůbky poté mohou na poli setrvat i několik sezon. [Mašek, Novák, Cholenský, 2015]

### 5.3 Technologie přímého setí do nezpracované půdy

Tato technologie spočívá v ponechání neporušené půdy od sklizně předplodiny až do zasetí následné plodiny. Osivo je do půdy ukládáno speciálním secím strojem pro přímé setí do nezpracované půdy. Pokryvnost rostlinnými zbytky zůstane po setí 80 až 90 %. Plevel a vzešlý výdrol se likvidují pomocí neselektivního herbicidu. Jako mulč slouží zejména posklizňové zbytky předplodiny (sláma řepky, luskovin) nebo i vyšší strniště předplodiny (max. výška 0,2 m) na erozí ohrožených pozemcích. [Mašek, Novák, Cholenský, 2015] Přímé setí lze využít například při setí ozimé obilniny po řepce, obilnině nebo luskovinách.

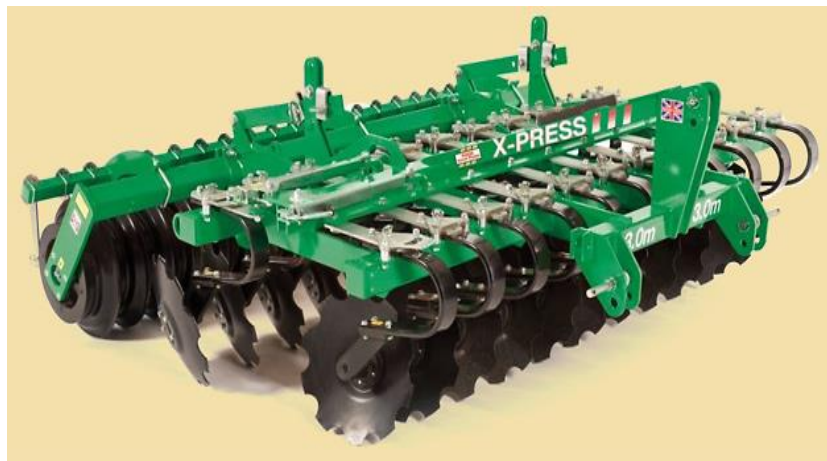
## 6 Technika pro půdoochranné technologie zpracování půdy

### 6.1 Stroje pro primární zpracování půdy

V půdoochranných technologiích je vynecháno použití pluhu, které je nahrazeno především použitím kypřičů.

Talířové kypřiče jsou charakteristické vysokou plošnou výkonností při podmítce nebo při opakovaném mělkém kypření půdy. Pojezdová rychlost souprav je až  $14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Talířové kypřiče jsou ve většině případů opatřeny drobíciemi a utužovacími válci, z toho důvodu není nutné další ošetření po podmítce v samostatné operaci. Používají se zejména při podmítce po sklizni obilnin, řepky a dalších plodin v letním období. Kvalita jejich práce závisí na kvalitě sklizně předplodin, je-li na pozemku nesklizená sláma, nebo shluky nesebrané slámy, zhoršuje se kvalita podmínky a tím i zakládání porostů plodin bez orby. Pro zlepšení kvality práce jsou jednotlivé talíře uchyceny na samostatných slupicích.

*Obrázek 5 Talířový kypřič*



Zdroj: [www.vobosystem.cz](http://www.vobosystem.cz)

Radličkové kypřiče mohou mít rozdílně řešené pracovní nástroje, čímž lze zvolit intenzitu kypření a mísení půdy s rostlinnými zbytky – od zapravení veškeré biomasy do půdy až po mělké kypření půdy a ponechání většiny rostlinných zbytků na povrchu půdy, kde poté slouží jako mulč. Vedle kypřících radliček mohou být radličkové kypřiče vybaveny také talíři k urovnávání povrchu půdy a k zapravování posklizňových zbytků, sekcí prutových bran a drobíciemi a utužovacími válci. [Hůla et al., 2008]



Obrázek 6 Radličkový kypřič



Zdroj: [www.vobosystem.cz](http://www.vobosystem.cz)

Při dlouhodobém používání technologií s mělkým zpracováním půdy může dojít k nežádoucímu ztuhnutí půdy v podorniční vrstvě. Pro intenzivní prokypření do podobné hloubky jako při orbě, avšak bez obracení půdy, se používají kombinované kypřiče, které umožňují půdu prokypřit do hloubky až 0,3 m, promísit posklizňové zbytky v celé zpracovávané vrstvě, urovnat povrch půdy a pečem přiměřeně utužit povrchovou vrstvu půdy za účelem přípravy lůžka pro osivo. Používají se zejména pro hlubší prokypření půdy pro kukuřici a řepku.

Obrázek 7 Kombinovaný kypřič



Zdroj: [www.stroje-naradie.sk](http://www.stroje-naradie.sk)

Dalšími kypřiči, které lze použít pro velmi mělkou podmítku na lehkých a středně těžkých půdách, jsou prutové kypřiče. Prutové kypřiče mají pracovní záběr 8, 12 i 15 m a velkou pojezdovou rychlost až  $15 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Na půdách druhově těžších, které se obtížněji zpracovávají, může prutový kypřič zlepšit plošné rozptýlení drcené slámy po podmítce. [Hůla et al., 2008]

## 6.2 Stroje pro předseťovou přípravu půdy

V minimalizačních a půdoochranných technologiích zpracování půdy lze také využít stroje s poháněnými pracovními nástroji, jako jsou například vířivé kypřiče, kypřiče s horizontálním hřbovým rotorem nebo kypřiče s horizontálním nožovým rotorem. Tyto stroje se používají zejména při sekundárním zpracování půdy (předseťová příprava půdy) na půdách středně těžkých a těžkých, v mnoha případech ve spojení se secími stroji.

Dalšími stroji používanými jak v konvenčních, tak půdoochranných technologiích jsou kombinátory. Používají se také pro předseťovou přípravu půdy neboli pro sekundární zpracování půdy. Jejich výhodou je velká plošná výkonnost podmíněná jezdovou rychlostí 10 km.h<sup>-1</sup>. Povrchová vrstva půdy se po použití kombinátoru urovná, prokypří do zvolené hloubky, hroudy se rozdrobí a dojde k utužení seťového lůžka.

*Obrázek 8 Kombinátor*



Zdroj: [www.apsagro.hu](http://www.apsagro.hu)

### **Kypřiče pro hlubší kypření půdy**

V minimalizačních a půdoochranných technologiích lze použít kypřiče, které půdu prokypří do hloubky 0,2-0,4 m bez obrácení půdy. Tyto kypřiče se využívají zejména pro kypření zhutnělých vrstev půdy, pokud se tyto vrstvy vytvoří po opakovaném používání pouze mělkého kypření půdy stylu podmítky.

Pro středně hluboké a hluboké kypření půdy se používají především dlátové kypřiče. Při hlubokém kypření půdy dochází ke zvednutí celého bloku zeminy, který se rozláme a drobí. Dále mohou být použity kombinované kypřiče pro postupné kypření půdy do narůstající hloubky.

Obrázek 9 Dlátový kypřič



Zdroj: [www.farmet.cz](http://www.farmet.cz)

### 6.3 Secí stroje

Při použití půdoochranných technologií je třeba osivo uložit do půdy tak, aby bylo co nejvíce v kontaktu s půdou, i při vysokém pokrytí povrchu půdy posklizňovými zbytky. Snížení intenzity zpracování půdy způsobuje ztížené podmínky pro uložení osiva do půdy, je tedy třeba používat vhodné secí stroje se správným nastavením. Důležitým faktorem je rovnoměrnost rozptýlení rostlinných zbytků na povrchu půdy. Pokud jsou na poli velké shluky slámy a plev, kvalita setí se zhoršuje. Sklízecí mlátičky jsou vybaveny drtiči slámy, krátce podrcená sláma způsobuje menší problémy při setí, delší sláma má naopak vyšší protierozní účinek, ale setí je problematictější.

#### **Stroje pro řádkové setí a nepravidelný výsev**

Tyto secí stroje lze použít pro výsev obilovin, olejnin, luskovin apod. Rozlišují se podle druhu výsevního mechanismu:

1. Individuální výsevní mechanismy – dávkují osivo do jednoho nebo dvou semenovodů – řádků:
  - a) válečkové,
    - s hrotovými válečky,
    - s rýhovanými válečky,
    - s hladkými válečky,
  - b) lžičkové,
  - c) motýlkové.

2. Centrální výsevní mechanismy – dávkují osivo do všech semenovodů secího stroje:

- a) pneumatické přetlakové,
- b) odstředivé.

Konstrukce secích strojů pro nepravidelný řádkový výsev:

- a) zásobník,
  - b) výsevní mechanismus,
  - c) semenovody – spirálové, hadicové, teleskopické, nálevkové,
  - d) secí botky:
    - radličkové secí botky s tupým úhlem náběhu do půdy (pro konvenční zpracování půdy) – stlačují půdu,
    - radličkové secí botky s ostrým úhlem náběhu do půdy – zvedají půdu,
    - jednokotoučové secí botky,
    - dvoukotoučové secí botky s předřazeným krojidlem (pro bezorebné setí) – prořezávají rostlinné zbytky a vrchní část ornice.
- Pro půdoochranné technologie:**
- šípové radličky s ostrým úhlem vnikání do půdy,
  - dlátovité secí botky,
  - jednokotoučové nebo dvoukotoučové secí botky,
- e) příslušenství.

[Kumhála et al., 2007]

*Obrázek 10 Secí stroj pro plynulý výsev*



Zdroj: [www.agrozetshop.cz](http://www.agrozetshop.cz)



## Stroje pro řádkové setí a přesný výsev

Na stroje pro přené setí jsou v minimalizačních a půdoochranných technologiích kladeny vysoké požadavky, kdy je důležité zachovat vyžadovanou hloubku setí, vzdálenost osiva v řádcích a zabezpečit uzavírání rýhy pro osivo. Při setí například kukuřice do mulče se využívají prořezávací kotouče.

Výsevní mechanismy pro přesný výsev:

1. kotoučové,
  - se svislým kotoučem a přímým nebo děleným náběrem,
  - se šikmým kotoučem a přímým náběrem,
2. pneumatické podtlakové,
3. lžičkové,
4. páskové,
  - s přidržovači,
  - s otvory.

[Kumhála et al., 2007]

*Obrázek 11 Přesný secí stroj*



Zdroj: [www.kvernelandgroup.cz](http://www.kvernelandgroup.cz)

## Stroje pro přímé setí do nezpracované půdy

Kotoučové secí botky jsou ve většině případů součástí strojů pro přímé setí, některé mohou být ale opatřeny radličkovými či dlátovitými secími botkami. Při použití radličkových secích botek dochází ovšem k velkému narušení půdy, což může ve výsledku snížit protieroz-

ní účinek technologie přímého setí. Tento stroj by měl půdu kypřit a promíchat co nejméně, přitom osivo uložit do dané hloubky, přikrýt dostatečnou vrstvou půdy a pokud možno zamezit kontaktu osiva s rostlinnými zbytky předplodiny. Měl by také dobře pracovat na suchých i vlhkých půdách a kvalitně ukládat osivo i do velkého množství rostlinných zbytků, které po sklizni zůstanou na povrchu půdy.

Velké množství slámy nebo příliš vlhká jílovitá nebo jílovitohlinitá půda může způsobit problémy, kdy dojde k zalepení secích botek. Naproti tomu mohou problémy se správným zasetím způsobovat i lehké písčité půdy. Někdy může dojít i k tomu, že kotoučové secí botky slámu zatlačí do hloubky setí a osivo je tak nesprávně uloženo do slámy. Následkem toho může vzniknout nevyrovnaný porost plodiny.

Pro tyto secí stroje lze také použít systém hnojení pod lůžko osiva. Pro každý řádek jsou využity dva páry kotoučů, pokud jsou secí botky tvořeny dvojicemi kotoučů. První pár slouží k uložení hnojiva do větší hloubky, než je hloubka setí, druhý pár představuje secí botka k ukládání osiva do požadované hloubky. Hnojení pod lůžko osiva lze využít i u přesných secích strojů při setí do nezpracované půdy. [Hůla et al., 2008]

*Obrázek 12 Secí stroj pro přímé setí do nezpracované půdy*



Zdroj: [www.klas-bohemia.cz](http://www.klas-bohemia.cz)

## 7 Využití minimalizačních technologií v praxi pro hlavní plodiny ČR

### 7.1 Pšenice ozimá

Pšenice ozimá je v České republice rozhodující obilninou, zaujímá více než čtvrtinu orné půdy a zhruba 60% plochy obilnin. [Hůla et al., 2008] Ze všech obilnin pšenice nejvýrazněji reaguje na předplodinu, z toho důvodu je nejčastěji v osevních postupech zařazena po víceletých pícevinách, luskovinách, ozimé řepce, kukuřici na siláž a raných bramborách. [Procházková et al., 2011]

Při zakládání porostu ozimé pšenice lze zvolit různé možnosti minimalizačních způsobů zpracování půdy. Důležité je brát v úvahu vhodnost předplodiny a stav pozemku po její sklizni (výskyt plevelů, utužení, úrodnost). Optimálním termínem setí je konec září, cca do 10. října. [Vach, Javůrek, 2011]

Zakládání porostu pomocí bezorebných technologií po dobrých předplodinách, jako jsou luskoviny (hrách, sója) nebo řepka olejka se provádí zapravením posklizňových zbytků do půdy talířovými kypřiči (kvůli víceletým plevelům), nebo i ponecháním posklizňových zbytků na povrchu půdy jako mulč. Před setím se mohou aplikovat herbicidy pro likvidaci plevelů. K setí se používají speciální secí stroje do nezpracované půdy s kotoučovými nebo radličkovými secími botkami.

Po bramborách nebo cukrové řepě se před setím půda urovná těžšími branami. Výsev se provede secími stroji do nezpracované půdy.

Při zakládání porostu po kukuřici na siláž nebo na zrno je nutné, aby po sklizni těchto plodin nezůstaly na pozemku hluboké koleje stopy. U nezaplevelených pozemků lze k výsevu použít secí kombinace do nezpracované půdy. V případě zaplevelených pozemků se aplikuje herbicid, který se použije bezprostředně po sklizni silážní kukuřice. Po kukuřici na zrno je nutné rozdrtit posklizňové zbytky mulčovačem a pšenici zasít do mulče secími stroji pro přímé setí do nezpracované půdy se šípovými radličkami. Tyto technologie lze využít i po slunečnici a máku.

Při výsevu po obilnině následuje po úklidu slámy hlubší zpracování půdy radličkovým kypřičem (cca 0,2 m). Na výdrol a plevele se aplikuje herbicid, nejpozději 3-4 dny před výsevem pšenice. K výsevu se používají secí stroje do nezpracované půdy s kotoučovými secími botkami. [Vach, Javůrek, 2011]

## 7.2 Kukuřice

Kukuřice je nejčastěji v osevním postupu řazena po obilninách, v některých případech i opakovaně po sobě. Zastoupení kukuřice na siláž u nás stále klesá, což souvisí s úbytkem stavu skotu, naopak kukuřice na zrno má rostoucí tendenci. V dalších letech lze však očekávat rozšíření ploch kukuřice na siláž z důvodu výstavby bioplynových stanic. [Procházková et al., 2011]

Při pěstování kukuřice na zrno po obilninách je ihned uklizena sláma a následuje hlubší zpracování půdy radličkovými kypřiči (0,22-0,25 m). Po včasném zpracování půdy přispívají vzešlý výdrol a plevele při intenzivních srážkách v letním období k omezení vodní eroze. Na podzim se výdrol a plevele likvidují neselektivními herbicidy.

Při pěstování kukuřice na siláž se využívá mulč z nevymrzajících ozimých meziplodin, především na sklonitých pozemcích ohrožených vodní erozí. Půda se po sklizni obilniny a úklidu slámy zpracovává kypřičem na 0,2 m, poté následuje výsev ozimé meziplodiny. Její účinnost proti erozi se zvyšuje na jaře nárůstem nadzemní biomasy. [Vach, Javůrek, 2011]

Při zakládání porostu meziplodiny je vhodné po podmítce zvolit hlubší prokypření půdy, urovnat povrch a následně zasít. Na jaře se ve většině případů aplikuje neselektivní herbicid, kukuřice se seje speciálními secími stroji se současným podpovrchovým zapravením minerálního hnojiva. Příklad pracovního postupu kukuřice seté do vymrzající meziplodiny je uveden v tabulce 4.

Protierozní účinnost při setí kukuřice do vymrzlé meziplodiny je možné ještě zvýšit zasetím ochranné podplodiny zároveň se setím kukuřice. Lze například zasít ozimý ječmen nebo žito do meziřadí, čímž se ještě zvýší ochrana povrchu půdy. Ozimá obilnina nevymetá, pokud je zasetá na jaře, a proto také nekonkuruje kukuřici. [Hůla et al., 2010]



Tabulka 3 Kukuřice setá do vymrzající meziplodiny (kukuřice po obilninách, v podmínkách se zvýšeným rizikem vodní eroze půdy)

Pracovní operace	Poznámka	Příklad skupin strojů	Spotřeba nafty (l.ha <sup>-1</sup> )	Přímé náklady (Kč.ha <sup>-1</sup> )
Doprava a rozmetání směsi PK hnojiva	před podmínkou	automobilová dopravní souprava + šnekový převladač, samojízdné pneumatiké rozmetadlo 7 t, pracovní záběr 18 m	1,8	335 <sup>1</sup>
Podmítka na střední hloubku	po sklizni předplodiny a aplikaci hnojiva	traktor 4x4, 170 kW + radličkový kypřič, pracovní záběr 6 m	7,2	500
Středně hluboké kypření dlátovým kypřičem s urovnáním povrchu půdy	do poloviny srpna	traktor 4x4, 170 kW + dlátový kypřič, pracovní záběr 4 m	18,5	1000
Setí meziplodiny	2. polovina srpna	traktor 4x4, 140 kW + secí stroj s kotoučovými botkami, pracovní záběr 6 m	4,2	450 <sup>2</sup>
Společná aplikace neselektivního herbicidu a kapalného minerálního hnojiva	duben	traktor 4x4, 100 kW + cisterna, traktor 4x2, 100 kW + návěsný postřikovač, pracovní záběr 18 m	2	330 <sup>1,3</sup>
Setí kukuřice se současným podpovrchovým zapravením minerálního hnojiva	duben	traktor 4x4, 80 kW + secí stroj na přesné setí s kotoučovými botkami a adaptérem na zapravení tuhých nebo kapalných minerálních hnojiv, 8 řádků	3,8	560 <sup>1,2</sup>
		traktor 4x4, 100 kW + cisterna	0,4	110
Celkem			37,9	3285

<sup>1</sup> bez ceny hnojiva

<sup>2</sup> bez ceny osiva

<sup>3</sup> bez ceny herbicidu

Zdroj: Hůla et al., 2010

### 7.3 Ozimá řepka

Řepka olejka se nejčastěji pěstuje po obilninách, což vyžaduje rychlý úklid slámy pro včasné založení porostu. Řepka je vynikající předplodinou pro ozimou pšenici, má kladný vliv na strukturní stav půdy a dobrou kvalitu posklizňových zbytků. Je to naše nejvýznamnější olejnina. [Procházková et al., 2011]

Při pěstování řepky je velice důležité dodržet stanovený termín setí (20-31. srpna). Optimální termín setí zaručuje dobré přezimování, zdravotní stav i výnosnost řepky.

Při zakládání porostu řepky lze využít konvenční i minimalizační technologie zpracování půdy. Při volbě minimalizačního zpracování půdy se ihned po sklizni půda zpracuje kypřičem. Na výdrol a plevele se před setím aplikuje herbicid. Výsev řepky se provádí secími stroji do nezpracované půdy s radličkovými secími botkami. [Vach, Javůrek, 2011]

Minimalizační technologie při pěstování řepky mají velký význam především z organizačních důvodů, kdy po většině předplodin zůstává jen velmi málo času na kvalitní založení porostu řepky a dodržení agrotechnických lhůt. [Hůla et al., 2008]

### 7.4 Jarní ječmen

Jarní ječmen je naše nejvýznamnější jarní obilnina. V osevních postupech je nejčastěji zařazován po ozimé pšenici, cukrovce, bramborách, kukuřici a slunečnici. [Procházková et al., 2011]

Při využití minimalizačních a půdoochranných technologií k pěstování ječmene jarního se zohledňuje především předplodina a stav pozemku. Po velmi dobrých předplodinách (cukrovka, brambory) je třeba urovnat půdu těžkými branami nebo talířovým kypřičem. V některých případech není nutné půdu na podzim zpracovávat. Výsev se provádí do nezpracované půdy secí kombinací.

Pokud je předplodinou kukuřice na siláž, po její sklizni se půda zpracuje talířovým kypřičem a vysévá se secími stroji s kotoučovými secími botkami. Pokud je ječmen zařazen v osevním postupu po kukuřici na zrno nebo slunečnici, je nutno posklizňové zbytky zapravit do půdy talířovými kypřiči. Kukuřičná sláma může být také využita jako mulč, ovšem jen za předpokladu nízkého zaplevelení. K výsevu ječmene se používají secí stroje do nezpracované půdy se šípovými secími botkami. [Vach, Javůrek, 2011]

Pokud se pěstuje ječmen jarní po obilninách, lze využít mulče strniskových mezplodin, které mají dobrý vliv na půdní podmínky i na výnosnost obilnin. Nejprve je nutné uklidit

slámu, poté následuje hlubší kypření (0,22-0,25 m) a výsev meziplodiny secím strojem s kotoučovými secími botkami. Pracovní postup je podrobněji popsán v tabulce 5.

Jestliže není zaručena potřebná produkce biomasy meziplodiny, je třeba využít plevel a výdrolu jako mulče. Půda se hlouběji zpracuje ihned po sklizni obilniny radličkovým kypřičem, vegetace se ponechává zhruba do poloviny listopadu, aby byla zajištěna dostatečná produkce biomasy výdrolu a plevelů. K umrtvení porostu se používá herbicid. Ječmen se vysévá do mulče mrazem umrtvené strniskové meziplodiny nebo ve druhém případě do chemicky umrtveného porostu výdrolu a plevelů. Seje se secími stroji se šípovými secími botkami. [Vach, Javůrek, 2011]

*Tabulka 4 Jarní ječmen po obilninách nebo řepce s využitím strniskové meziplodiny*

Pracovní operace	Poznámka	Příklad skupin strojů	Spotřeba nafty (l.ha <sup>-1</sup> )	Přímé náklady (Kč.ha <sup>-1</sup> )
Doprava a rozmetání směsi PK hnojiva	před podmínkou	automobilová dopravní souprava + šnekový překladač, samojízdné pneumatické rozmetadlo 7 t, pracovní záběr 18 m	1,7	330 <sup>1</sup>
Podmítka hlubší (0,15 m)	po sklizni předplodiny a aplikaci hnojiva	traktor 4x4, 170 kW + radličkový kypřič, pracovní záběr 6 m	9,4	650
Setí strniskové meziplodiny	srpen	traktor 4x4, 140 kW + secí stroj s kotoučovými botkami, pracovní záběr 6 m	4,2	450 <sup>2</sup>
Aplikace neselektivního herbicidu	před setím jarního ječmene	traktor 4x4, 100 kW + cisterna, traktor 4x2, 100 kW + návěsný postřikovač, pracovní záběr 18 m	1,9	310 <sup>3</sup>
Setí do odumřelého porostu meziplodiny	březen	traktor 4x4, 140 kW + secí stroj pro setí do minimálně zpracované půdy, pracovní záběr 6 m	6,0	850 <sup>2</sup>
Celkem			23,2	2590

<sup>1</sup> bez ceny hnojiva    <sup>2</sup> bez ceny osiva    <sup>3</sup> bez ceny herbicidu

Zdroj: Hůla et al., 2010

## 7.5 Brambory

Brambory obvykle nebývají pěstovány s využitím minimalizačních technologií, ale lze tyto technologie využít při dobrých půdních podmínkách s dobrými fyzikálními a biologickými vlastnostmi. Brambory jsou také náročné na provzdušnění půdy, kde vytváří bohatší kořenový systém. Minimalizace zpracování půdy nicméně klade větší nároky na regulaci plevelů pomocí vhodných herbicidů. [Vach, Javůrek, 2011]

Jako vhodný postup pracovních operací z hlediska zachování půdní struktury je:

- podmínka po sklizni předplodiny do hloubky 100 mm,
- aplikace organického hnojiva ( $35\text{-}40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ),
- mělké zapravení organického hnojiva kypřením do hloubky 150 mm,
- jarní smykování a kypření do hloubky 150 mm,
- regulace plevelů po sázení systémem omezené mechanické kultivace (kombinace jednoho až dvou mechanických zásahů po sázení, aplikace herbicidu), nebo chemicky. [Hůla et al., 2008]

Brambory by se neměly pěstovat na stanovištích s utuženou nebo málo provzdušněnou půdou a také při úplném vynechání zpracování půdy.

## 7.6 Cukrovka

Cukrovka se nejčastěji pěstuje po obilninách, především po pšenici ozimé a zároveň je pro obilniny velmi dobrou předplodinou. Při pěstování cukrovky převažují konvenční technologie zpracování půdy (orba a předseťová příprava půdy), ale lze v praxi použít i minimalizační a půdoochranné technologie.

Při zvolení minimalizační technologie se po úklidu slámy obilniny provede hlubší kypření půdy radličkovým kypřičem. Vzešlý výdrol a plevele se zapraví talířovým kypřičem do půdy. Pokud se sláma nevyužije, lze ji rozdrtit a zapravit do půdy s vyrovnávací dávkou dusíku. Na víceleté plevele a vzešlý výdrol se aplikuje neselektivní herbicid. Poté následuje hlubší zpracování půdy radličkovým kypřičem. Seťové lůžko se na jaře připraví kombinátorem, následuje setí speciálními secími stroji s pneumatickým nebo mechanickým náběrem osiva.

Při půdoochranném zpracování půdy se většinou využívá mulče strniskových mezplodin, což pomáhá k ochraně půdy proti vodní a větrné erozi. Po úklidu slámy obilniny se půda hlouběji prokypří radličkovým kypřičem s úpravou půdy pro výsev strniskové mezplodiny.

diny. Cukrovka se na jaře vysévá do mrazem umrtvené meziplodiny speciálními secími stroji. [Vach, Javůrek, 2011]

## 7.7 Hrách setý

Hrách se nejčastěji pěstuje po obilninách nebo okopaninách. Při pěstování hrachu po okopaninách lze využít výsev do nezpracované půdy speciálními secími stroji. K regulaci zaplevelení se používají herbicidy.

Při pěstování hrachu po obilnině lze využít:

- výsev do mulče vymrzajících strniskových mezipločin,
- výsev po posklizňových zbytcích obilnin povrchově zapravených talířovými kypřiči do půdy.

## 7.8 Mák setý

Pro pěstování máku je důležitý dobrý strukturní stav půdy, včasné setí a optimální hustota porostu. Ihned po sklizni se provede kypření půdy radličkovými kypřiči, do hloubky minimálně 0,15 m, optimálně do 0,22-0,25 m. Výdrol a plevele se na podzim likvidují neselektivním herbicidem. Při výsevu máku je vhodné použít secí kombinaci, která zajistí předseťovou přípravu půdy a setí v jedné operaci. Je tak využita půdní vláhová důležitost pro rychlé vzejití osiva. Nutnou podmínkou k využití minimalizačních technologií je urovnaná půda, díky čemuž mohou secí stroje uložit osivo do stejné hloubky. [Vach, Javůrek, 2011]

## 7.9 Slunečnice

Slunečnice je naší druhou nejvýznamnější olejninou. Slunečnice je teplomilná rostlina, seje se pozdě na jaře a sklízí se v září. Nejčastější předplodinou i následnou plodinou pro slunečnici jsou obilniny. Je to zhoršující plodina v osevním postupu z důvodu její náročnosti na dostatek živin a odčerpávání vláh z půdy. Posklizňové zbytky slunečnice mají také horší kvalitu. Kvůli riziku houbových chorob se na stejný pozemek řadí po pěti až sedmi letech.

Jako u předcházejících plodin i u slunečnice je třeba volit minimalizační technologie na základě stavu pozemku po předplodině. Po obilninách, případně luskovinách a jetelovinách lze využít následující technologie [Hůla et al., 2008]:

### 1. Technologie:

- podmítka,

- kypření půdy (0,12-0,15 m) – může být se zapravením střední dávky chlévského hnoje
- kypření na hloubku setí (na jaře),
- setí secím strojem s kotoučovými secími botkami nebo přesným secím strojem s dvoukotoučovými secími botkami.

## 2. Technologie:

- podmínka,
- likvidace plevelů a výdrolu neselektivním herbicidem,
- aplikace neselektivního herbicidu (na jaře),
- setí secím strojem s kotoučovými botkami nebo přesným secím strojem s dvoukotoučovými secími botkami.

## 3. Technologie:

- podmínka,
- kypření do 0,2 m,
- urovnání půdy,
- setí secím strojem s kotoučovými botkami nebo přesným secím strojem s dvoukotoučovými secími botkami.

## 4. Technologie:

- likvidace výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem,
- setí secím strojem s kotoučovými botkami nebo přesným secím strojem s dvoukotoučovými secími botkami.

## 5. Technologie (na erozně ohrožených půdách):

- podmínka,
- výsev vymrzající meziplodiny,
- setí do mulče secím strojem na přesné setí.

Po kukuřici a okopaninách lze použít:

## 1. Technologie:

- mělké zpracování půdy,
- kypření na hloubku setí,
- setí secím strojem s kotoučovými botkami nebo přesným secím strojem s dvoukotoučovými secími botkami.

## 2. Technologie:

- rozbití posklizňových zbytků mulčovačem,

- mělké zpracování půdy,
  - kypření na hloubku setí (na jaře),
  - setí secím strojem s kotoučovými botkami nebo přesným secím strojem s dvoukotoučovými secími botkami.
3. Technologie:
- přímé setí speciálním secím strojem do nezpracované půdy.
4. Technologie (po kukuřici na siláž na erozí ohrožených půdách):
- mělké zpracování půdy,
  - výsev vymrzající meziplodiny,
  - setí do mulče přesným secím strojem.
5. Technologie (po kukuřici na siláž na erozí ohrožených půdách):
- rozbití strniště (posklizňových zbytků),
  - mělké zpracování půdy,
  - výsev vymrzající meziplodiny,
  - setí do mulče strojem na přesné setí.

## 8 Vliv vybraných variant zpracování půdy na erozi

Účinnost protierozních opatření je stanovena zejména rychlostí vzniku povrchového odtoku od začátku deště, množstvím povrchového odtoku z přívalového deště a množstvím ztráty půdy (smyvu) v t.ha<sup>-1</sup> z pozemku přívalovými srážkami. Povrchový odtok je vhodné uvádět v mm, pro porovnání s příčinnou srážkou. [Hůla et al., 2010]

Pro tyto účely byly vyvinuty simulátory deště, které zajistí poměrně přesné výsledky hydrologických veličin a lze tak relativně porovnat účinnost jednotlivých variant. Ve VÚMOP, v.v.i. byl proveden výzkum pomocí 3 druhů simulátorů deště, na základě zjištěných hodnot pak byla porovnána účinnost jednotlivých technologií. Měření bylo provedeno v lokalitách s průměrnými podmínkami půdních poměrů v ČR.

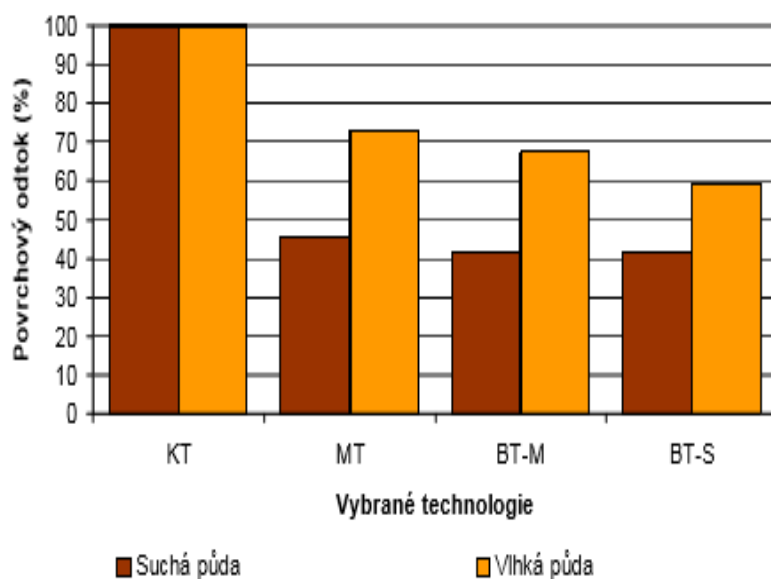
Vybrané zkoumané technologie zpracování půdy:

- Minimalizační technologie (MT) – zpracování půdy bez orby, provádí se pouze podmínka nebo opakované mělké kypření, z hlediska účinnosti proti erozi nejméně účinná.
- Půdoochranná technologie (BT-M) – přímé setí do nezpracované půdy pokryté mulčem z drcené slámy předplodiny nebo meziplodiny, tato technologie zvyšuje infiltraci vody do půdy a omezuje vznik půdní krusty.
- Půdoochranná technologie (BT-S) – setí přímo do strniště přemrznutých meziplodin, tato technologie se vyznačuje vysokou protierozní účinností.

Základním kritériem porovnání jednotlivých variant ochranného zpracování půdy byl stupeň pokrytí půdního povrchu vegetačním porostem nebo rostlinnými zbytky během roku. Vybrané minimalizační a půdoochranné technologie měly vliv na snížení eroze na pozemcích v porovnání s konvenčními technologiemi. Nejúčinnější variantou se stala bezorebné technologie setí přímo do strniště přemrznutých meziplodin. Tato varianta přispěla ke snížení povrchového odtoku v průměru o 40% a smyvu půdy až o 90 % oproti klasickému zpracování půdy. Účinnost této varianty se snižuje se zvyšující se vlhkostí půdy, i tak je ale z vybraných variant nejúčinnější. Ostatní vybrané varianty mají přibližně stejnou účinnost a lze je použít dle místních poměrů. [Hůla et al., 2010]

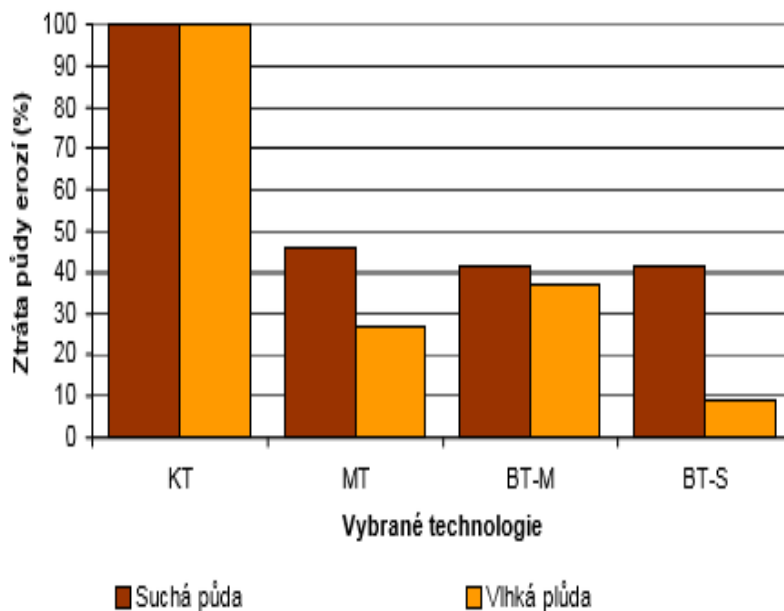


Graf 1 Vliv vybraných protierozních technologií na povrchový odtok (KT=konvenční zpracování půdy, 100%)



Zdroj: Hůla et al., 2010

Graf 2 Vliv vybraných technologií na ztrátu půdy erozí (vztaženo ke konvenčnímu zpracování půdy, KT=100%)



Zdroj: Hůla et al., 2010

## 9 Ekonomické zhodnocení bezorebných technologií

Zvolení minimalizačních technologií zpracování půdy může znamenat pro podnik snížení pracovních nákladů (snížení potřeby pracovního času například sloučením několika operací, použitím souprav strojů, nižší počet pracovních operací). Úsporou může být také snižování energetických nákladů (výdaje za naftu), čehož lze docílit zejména omezením hloubky a intenzity zpracování půdy. Úspory ovšem nesmí vést ke snížení výnosů plodin a tím i tržeb na jednotku plochy. Technika používaná v minimalizačních technologiích (kypřiče, postřikovače) vykazuje vyšší jednotkovou výkonnost a napomáhá tak podnikům dodržovat termíny zakládání porostů a dosahovat dobrých výnosů. [Hůla et al., 2008] Výnosy zrna pšenice ozimé a přímé náklady při různých způsobech založení porostu jsou uvedeny v tabulce 6, výnosy a přímé náklady kukuřice na siláž poté v tabulce 7.

Při přechodu podniku z konvenčních na minimalizační technologie zpracování půdy je samozřejmě nutné vybavení odpovídajícími stroji (kypřiče, postřikovače, secí stroje). Jednorázově je tak zvýšená potřeba investičních nákladů. Výhodou je vyšší využití strojů v průběhu roku současně s nižším požadavkem na počet traktorů.

Ekonomický efekt však také závisí na půdních a klimatických podmínkách, zda jsou vhodné pro použití těchto technologií. Například na místech, kde se vyskytují vytrvalé plevele, je třeba aplikovat herbicidy nebo použít kombinace herbicidů, které jsou nákladnější. Úspora nákladů na naftu tedy může být na druhé straně vyvážena náklady na chemickou ochranu rostlin.

Spotřeba motorové nafty u bezorebných technologií [Hůla et al., 2010]:

- Spotřeba nafty při mělké podmítce (talířový nebo radličkový kypřič) – do 8 l/ha, při opakovaném kypření je spotřeba o 20-25% nižší, tyto technologie jsou úsporné z hlediska spotřeby nafty i času.
- Spotřeba nafty při kypření dlátovými kypřiči – na středně těžké půdě 17,2 l/ha při hloubce 0,32 m, což vykazuje ve srovnání s orbou do stejné hloubky nižší energetickou náročnost.
- Spotřeba nafty při kypření kombinovaným kypřičem – ve srovnání s orbou do stejné hloubky byla zjištěna o 20-22 % nižší spotřeba nafty.

Tabulka 5 Výnosy zrna pšenice ozimé a ekonomika zakládání porostu po kukuřici na siláž s různými způsoby založení porostů na 2 různých stanovištích (prům. 2000-2003)

Způsob založení porostu	Výnosy zrna		PN založení porostu na 1 t zrna (Kč)	Úspora přímých nákladů (Kč.ha <sup>-1</sup> )
	(t.ha <sup>-1</sup> )	(%)		
<b>Stanoviště Ivanovice na Hané<sup>1</sup></b>				
<b>I. Konvenční</b> - střední orba na 0,22 m, příprava půdy, setí	7,36	100,0	238	0
<b>II. Minimalizační</b> - talířový kypřič na 0,10 m, setí secím strojem do nezpracované půdy	7,51	102,0	143	680
<b>III. Přímé setí do nezpracované půdy</b> - secím strojem se šípovými secími botkami	7,64	103,8	92	1055
<b>Stanoviště Žabčice<sup>2</sup></b>				
Stejný jako I	4,12	100,0	426	0
Stejný jako II	4,33	105,1	248	680
Stejný jako III	4,88	118,4	143	1055

<sup>1</sup> Pokusná stanice VÚRV v Ivanovicích na Hané.

<sup>2</sup> Školní zemědělský podnik Mendelovy univerzity Brno v Žabčicích.

Zdroj: Vach, Javůrek, 2011

Tabulka 6 Výnosy kukuřice na siláž, odnos půdy a přímé náklady na zakládání porostu při různém způsobu jeho založení na svažitém pozemku nad 8 %

Technologie založení porostu	Výnos sušiny nadzemní biomasy (t.ha <sup>-1</sup> )	Odos půdy (t.ha <sup>-1</sup> )	Přímé náklady	
			na 1 ha (Kč)	na 1 tunu produkce (Kč)
<b>Konvenční:</b> podmítka, orba na 0,25 m, předseťová příprava, setí	14,81	0,385	2690	182
<b>Ochranná:</b> kypření půdy na 0,25 m, setí ozimého žita, na jaře umrtvení meziplodiny, setí	15,80	0,010	2960 <sup>x)</sup>	187

<sup>x)</sup> včetně ceny osiva, ceny herbicidu a jeho aplikace

Zdroj: Vach, Javůrek, 2011

Při použití půdoochranných technologií zpracování půdy, kde je meziplodina zdrojem mulče, je třeba počítat s náklady na osivo a na herbicidy, pokud je porost meziplodiny umrtven chemicky. Průměrné náklady na osivo vybraných meziplodin jsou uvedeny v tabulce 8.

*Tabulka 7 Průměrné náklady na osivo některých meziplodin v posledních letech*

<b>Druh plodiny</b>	<b>Minimální výsevek (kg.ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>Nákupní cena osiva (Kč.kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Náklady (Kč.ha<sup>-1</sup>)</b>
Hořčice bílá	15	40	600
Svazenka vratičolistá	12	100	1 200
Ředkev olejná	15	50	750
Světlice barvířská	30	20	600
Sléz krmný	15	60	900
Lesknice kanárská	20	30	600

Zdroj: Vach, Javůrek, 2011

## 10 Závěr

V České republice dochází ke snižování produkční schopnosti půdy z důvodu její degradace erozí a intenzivního obhospodařování půdy na svažitých pozemcích. Půdní obnovitelnost je přitom téměř nemožná. Snížení produkční schopnosti půdy souvisí se snížením její kvality, změnou půdních vlastností a v neposlední řadě také se snížením ceny půdy. Degradaci půdy se snaží zabránit Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES).

Uplatněním výše uvedených protierozních opatření a způsobů zpracování půdy, zjištěných ze současné tuzemské i zahraniční literatury, lze výrazně omezit zrychlenou formu eroze, i když procesy eroze nelze zcela zastavit. Nejúčinnějšími technologiemi zpracování půdy z hlediska omezení vodní eroze jsou půdoochranné technologie zpracování půdy, méně účinnější jsou technologie minimalizační. V porovnání s konvenčním zpracováním půdy dokáží tyto technologie výrazně omezit povrchový odtok a ztrátu půdy erozí. Pro zemědělce jsou finančně přijatelné, zlepšují půdní vlastnosti a působí již v horních částech povodí na velmi sklonitých svazích.

Z hlediska ekonomiky vedou minimalizační technologie k úspoře přímých nákladů na práci a energii, na druhé straně ale vzrostou náklady na přípravky pro chemickou ochranu rostlin. Při využití půdoochranných technologií se zasetím meziplodiny je třeba brát v úvahu cenu osiva a také cenu herbicidu, proto jsou tyto technologie finančně náročnější. Nicméně zachování úrodnosti půdy a jejích ekologických funkcí by mělo být do budoucna prioritou.

## 11 Seznam použité literatury

- Blanco H., Lal R. Principles of soil conservation and management. Springer Science+Business Media B.V. 2008. 601 p. ISBN 978-1-4020-8708-0
- Bocchi et al. 2000: Application of factorial kriging for mapping soil variation at field scale. European Journal Of Agronomy 13 (4), Elsevier: 295-308.
- Brant V. Pásové zpracování půdy v porostech silážní kukuřice. [online]. Publikováno 10. 3.2011[cit. 2016-01-24]. Dostupné z <http://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/pasove-zpracovani-pudy-v-porostech-silazni-kukurice.html>
- Cannel R. Q. Hawes J. 1994: Trends in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. Soil Tillage Res. 30: 245-282.
- Eagri.cz. Standardy dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy DZES (GAEC). [online]. Publikováno 8. 6. 2015 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z <http://eagri.cz/public/web/mze/dotace/kontroly-podminenosti-cross-compliance/dobry-zemedelsky-a-environmentalni-stav/?fullArticle=1>
- Hůla J. et al., Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2010. 58 s. ISBN 978-80-86884-53-0
- Hůla J., Procházková B. et al., Minimalizace zpracování půdy. 1. vydání. Praha: Profi Press s.r.o., 2008. 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1
- Janeček M. et al., Ochrana zemědělské půdy před erozí. 1. vydání. Praha: powerprint s.r.o., 2012. 113 s. ISBN 978-80-87415-42-9
- Kumhála F. et al., Zemědělská technika. 1. vydání. Praha: 2007. 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7
- Kvítek T., Tippl M. Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině. Zemědělské informace č. 10/2003. Praha: 2003, ÚZPI, 47 s.
- Leijl F. J., Ghezzehei, T. A., Or, D. (2002): Modelling the dynamics of the soil pore-size distribution. Soil and Tillage Research, 64, 1-2, s. 61-78
- Mašek J., Novák P., Cholenský J. Vliv technologie zpracování půdy na její vlastnosti.[online]. Publikováno 5. 4. 2015 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z <http://www.agrojournal.cz/clanky/vliv-technologie-zpracovani-pudy-na-jeji-vlastnosti-43>

Morgan R.P.C. Soil erosion and conservation. Third edition. Blackwell Publishing company, Malden, USA: 2005. 304 p.

Procházková B. et al. Minimalizační technologie zpracování půdy a možnosti jejich využití při ochraně půdy a krajiny. Mendelova univerzita v Brně, 2011. 40 s. ISBN 978-80-7375-524-9

PV-Agri s.r.o. Asociace soukromého zemědělství ČR. LPIS. Eroze (Podklady pro školení). [online]. Publikováno 7. 1. 2013 [cit. 2016-01-24]. Dostupné z [http://www.pvagri.cz/docs/projekt-2012/Podklad\\_Eroze\\_final\\_A5\\_\(07-01-2013\).pdf](http://www.pvagri.cz/docs/projekt-2012/Podklad_Eroze_final_A5_(07-01-2013).pdf)

Roh J., Kumhála F., Heřmánek P. Stroje používané v rostlinné výrobě. 1. vydání. Praha: CREDIT, 1997. 278 s. ISBN 80-213-0327-1

Schillinger W. F. Reducing Water Runoff and Erosion from Frozen Agricultural Soils. Soil Erosion Research for the 21st Century, Proc. Int. Symp. ASAE 701P000, 7Pp. 32-35

Šarapatka B. Fyzikální degradace půdy a způsoby ochrany. Ekozemědělců přírodě. 12/2008, s. 26-27

Šarapatka B. Pedologie. 1. vydání. Olomouc: Univerzita Palackého, 1996. 235 s. ISBN 80-7067-590

Titi E. A. Soil Tillage in Agroecosystems. CRC press: 2002, U.S.A.: 367 p.

Vach M., Javůrek M. Efektivní technologie obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2011. 26 s. ISBN 978-80-7427-079-6

Vopravil J. et al. Studie zabývající se základní problematikou eroze půdy a jejím současným stavem v Ústeckém a Jihomoravském kraji České republiky. SOWAC s.r.o. Praha, 2013. 51 s.

## 12 Seznam obrázků

Obrázek 1 Eroze způsobená nevhodnou orbou.....	8
Obrázek 2 Zařízení na důlkování brambor .....	12
Obrázek 3 Čtyřradličný pluh.....	18
Obrázek 4 Pásové zpracování půdy v porostech silážní kukuřice .....	24
Obrázek 5 Talířový kypřič .....	25
Obrázek 6 Radličkový kypřič .....	26
Obrázek 7 Kombinovaný kypřič .....	26
Obrázek 8 Kombinátor .....	27
Obrázek 9 Dlátový kypřič.....	28
Obrázek 10 Secí stroj pro plynulý výsev .....	29
Obrázek 11 Přesný secí stroj.....	30
Obrázek 12 Secí stroj pro přímé setí do nezpracované půdy.....	31



## 13 Seznam tabulek

Tabulka 1 Vliv organické hmoty na smyv půdy .....	10
Tabulka 2 Procentické hodnocení pokryvu povrchu půdy uvedenými ozimými meziplovinami .....	23
Tabulka 3 Kukuřice setá do vymrzající meziploviny (kukuřice po obilninách, v podmínkách se zvýšeným rizikem vodní eroze půdy) .....	34
Tabulka 4 Jarní ječmen po obilninách nebo řepce s využitím strniskové meziploviny .....	36
Tabulka 5 Výnosy zrna pšenice ozimé a ekonomika zakládání porostu po kukuřici na siláž s různými způsoby založení porostů na 2 různých stanovištích (prům. 2000-2003) .....	44
Tabulka 6 Výnosy kukuřice na siláž, odnos půdy a přímé náklady na zakládání porostu při různém způsobu jeho založení na svažitém pozemku nad 8 % .....	44
Tabulka 7 Průměrné náklady na osivo některých meziplovin v posledních letech .....	45