

MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ PŘI OCHRANĚ PŮDY A KRAJINY



Blanka Procházková a kolektiv

Uplatněná certifikovaná metodika

Brno 2011

Metodika vznikla za finanční podpory Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR v souvislosti s řešením projektu NPV II č. 2B06101 „Optimalizace zemědělské a říční krajiny v ČR s důrazem na rozvoj biodiverzity“ a výzkumného záměru č. MSM 6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“.

© Mendelova univerzita v Brně, 2011

ISBN 978-80-7375-524-9

Blanka Procházková a kolektiv

**MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ
PŮDY A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ
PŘI OCHRANĚ PŮDY A KRAJINY**

Uplatněná certifikovaná metodika

**Mendelova univerzita v Brně
2011**

VEDOUCÍ AUTORSKÉHO KOLEKTIVU

Ing. Blanka Procházková, CSc. , Mendelova univerzita v Brně

SEZNAM AUTORŮ

RNDr. Jan Dovrtěl, CSc., Mendelova univerzita v Brně
Ing. Tamara Dryšlová, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně
prof. Ing. Jan Křen, CSc., Mendelova univerzita v Brně
Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně
Ing. Lubomír Neudert, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně
Ing. Vladimír Smutný, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně
Ing. Jan Winkler, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně

Oponenti

Ing. Jiří Hartmann, CSc., Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno
Ing. Ivo Hartman, Ph.D., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.

MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY A MOŽNOSTI JEJICH VYUŽITÍ PŘI OCHRANĚ PŮDY A KRAJINY

Metodika je zaměřena na vyhodnocení možností využití různých forem minimalizačních a půdoochranných technologií zpracování půdy u hlavních polních plodin a při ochraně půdy a krajiny. Zpracovány byly modelové typy minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů hlavních polních plodin a byl proveden rozbor možností jejich využívání v různých agroekologických podmínkách. V metodice jsou uvedeny výsledky hodnocení vlivu minimalizačních technologií na půdní prostředí.

Klíčová slova: zpracování půdy, minimalizační technologie, výnosy plodin, půdní vlastnosti

TECHNOLOGIES OF MINIMUM TILLAGE AND POSSIBILITIES OF THEIR APPLICATION FOR PROTECTION OF SOIL AND THE LANDSCAPE

This methodological guidebook is focused on the evaluation of possibilities of application of various forms of minimum tillage and soil conservation technologies when growing major field crops and protecting soil and the landscape. It presents model types of minimum tillage and major field crop technologies and analyses possibilities of their application under different agroecological conditions. The guidebook also presents results of the evaluation of effects of minimum tillage technologies on some selected parameters of soil environment.

Keywords: soil cultivation; minimum tillage technologies; soil properties

I. CÍL METODIKY

Cílem předkládané metodiky je rozbor možností využití různých forem minimalizačních a půdoochranných technologií zpracování půdy u hlavních polních plodin a při ochraně půdy a krajiny v různých agroekologických podmínkách České republiky.

II. VLASTNÍ METODIKA

1. ÚVOD

Úkolem zpracování půdy je vytvořit vhodné podmínky pro založení porostů, pro růst, vývoj a tvorbu výnosů pěstovaných plodin i pro správný průběh půdních procesů.

Při volbě způsobů zpracování půdy je potřeba postupovat diferencovaně především podle půdních a klimatických podmínek a nároků pěstovaných plodin na půdní prostředí.

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.

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.

Zpracování půdy a zakládání porostů je významnou součástí pěstitelských technologií polních plodin. Volba technologií zpracování půdy a zakládání porostů musí respektovat kromě agroekologických podmínek stanoviště a nároků plodin na půdní prostředí i časovou náročnost a nákladovost pracovních operací, dopad na půdní prostředí a na biotické škodlivé činitele i požadavky legislativy.

Výsledkem by měla být technologie zpracování půdy, která je ekonomicky efektivní a zároveň šetrná k půdnímu a životnímu prostředí.

2. MINIMALIZAČNÍ TECHNOLOGIE ZPRACOVÁNÍ PŮDY, DŮVODY ROZVOJE A ROZŠIŘOVÁNÍ A PODMÍNKY PRO JEJICH UPLATŇOVÁNÍ

V současné době se vedle pracovně a energeticky náročných konvenčních technologií zpracování půdy s orbou stále více používají minimalizační technologie. Ty se vyznačují dvěma znaky, a to redukcí hloubky a intenzity zpracování půdy a ponecháním zbytků rostlin na povrchu nebo ve vrchní vrstvě půdy. Jde o různé formy mělkého zpracování půdy, náhrady orby kypřením, výsevy plodin do povrchově zpracované a do nezpracované půdy, výsevy plodin do vymrzajících nebo přezimujících (chemicky likvidovaných) meziplodin, zpracování půdy ve výsevních pásech, výsevy plodin do hrůbků a další. Postupy zpracování půdy a zakládání porostů, u kterých zůstává nejméně 30 % povrchu půdy po zasetí pokryto rostlinnými zbytky předplodiny nebo meziplodiny jsou považovány za půdoochranné.

V České republice má výzkum i používání minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů dlouholetou tradici. Největší rozvoj a rozšiřování minimalizačních technologií nastaly v posledních dvaceti letech, především v souvislosti s vývojem a dostupností kvalitní techniky. Rozsah používání těchto technologií v ČR je odhadován (na základě množství prodaných strojů a nářadí, jejich plošného výkonu a předpokládaného využití) na více než 40 % orné půdy. V zemědělské praxi jsou minimalizační technologie používány především u hustě setých obilnin, dále u kukuřice, olejnin a luskovin a dokonce i u cukrovky.

2.1. DŮVODY ROZVOJE A ROZŠIŘOVÁNÍ MINIMALIZAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

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

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

Poznatky o vlivu různých způsobů zpracování půdy a managementu posklizňových zbytků na změny půdního prostředí jsou důležité nejen pro ochranu půdy a životního prostředí ale i pro optimalizaci technologií zpracování půdy a zakládání porostů plodin v různých produkčních podmínkách.

Pro zemědělskou praxi jsou významné ekonomické dopady. Minimalizační postupy přinášejí úspory práce a energie. Snížení počtu pracovních operací a vyšší výkonnost strojů využívaných v minimalizačních technologiích snižují nároky na organizaci práce i na počty pracovníků v zemědělských podnicích.

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

2.2. PODMÍNKY PRO UPLATNĚNÍ MINIMALIZAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Nejvhodnější podmínky pro minimalizační technologie jsou na středně těžkých půdách s vyšší přirozenou úrodností v sušších podmínkách kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Potvrzují to výsledky pokusů i zkušenosti zemědělské praxe.

V poslední době dochází k rozšiřování minimalizačních postupů i do oblastí s méně vhodnými půdními a klimatickými podmínkami. Důvodem je především snaha zemědělců hospodařících ve vyšších polohách o snížení nákladů a zvýšení rentability výroby. Významná je zde rovněž snaha o omezení vodní eroze půdy na svažitéch pozemcích.

Minimalizační technologie jsou uplatňovány i na těžkých půdách, kde stav půdního prostředí mnohdy vylučuje kvalitní založení porostů ozimých plodin v požadovaných agrotechnických termínech konvenční technologií s orbou. V takových případech je použití minimalizace často jediným možným způsobem jak založit porost. Vhodné se zde ukazuje především mělké zpracování půdy. Vliv snížené hloubky a intenzity zpracování těžkých půd na růst a výnosy pěstovaných plodin do značné míry závisí na průběhu povětrnostních podmínek v době vegetace. Při vlhčím a chladnějším průběhu počasí je zde nebezpečí nedostatečného provzdušnění půdy a zhoršení jejich teplotních poměrů se všemi nepříznivými důsledky pro pěstované plodiny i pro průběh půdních procesů.

Redukce hloubky a intenzity zpracování půdy je zcela nevhodná na zamokřených a nadměrně utužených půdách, kde je nutné zajistit dostatečné nakypření a provzdušnění půdy.

3. MODELOVÉ TYPY MINIMALIZAČNÍCH TECHNOLOGIÍ ZPRACOVÁNÍ PŮDY A ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ HLAVNÍCH POLNÍCH PLODIN

Na základě výsledků dlouhodobých polních pokusů vedených v různých půdně klimatických podmínkách a zkušeností zemědělské praxe byly pro hlavní polní plodiny navrženy schémata modelových typů minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů.

OZIMÁ PŠENICE

Ozimá pšenice pěstovaná po obilninách, ozimé řepce a hrachu

Technologie 1:

- podmítka
- mělké zpracování půdy kypřením (do 0,10-0,15 m)
- setí bezorebným secím stroje

Technologie 2:

- podmínka
- válení
- mělké zpracování půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 3:

- podmínka
- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 4:

- podmínka
- náhrada orby kypřením do 0,20 m
- urovnání povrchu půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 5:

- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivní herbicidem (případně i opakovaně)
- přímé setí do nezpracované půdy bezorebným secím strojem

Ozimá pšenice pěstovaná po jetelovinách (vojtěšce a jeteli lučním)

Technologie 1:

- likvidace vojtěšky neselektivním herbicidem v kombinaci s nízkou dávkou herbicidu na bázi sulfonylmočoviny (regulace obrůstání)
- mělké zpracování půdy kypřením
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 2:

- likvidace vojtěšky neselektivním herbicidem
- přímé setí do nezpracované půdy bezorebným secím strojem

Technologie 3 (po jeteli lučním):

- podmínka
- mělké zpracování půdy kypřením
- setí bezorebným secím strojem

Ozimá pšenice pěstovaná po kukuřici a okopaninách (cukrovce a bramborách)

Technologie 1:

- mělké zpracování půdy kypřením
- předset'ová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 2:

- mělké zpracování kypřením s urovnáním povrchu půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 3 (po kukuřici na siláž):

- regulace plevelů neselektivním herbicidem
- přímé setí do nezpracované půdy bezorebným secím strojem

JARNÍ JEČMEN

Jarní ječmen pěstovaný po okopaninách (cukrovce, bramborách), kukuřici a slunečnici

Technologie 1:

- mělké zpracování půdy kypřením (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 2:

- mělké zpracování kypřením s urovnáním povrchu půdy (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí do povrchově zpracované půdy bezorebným secím strojem

Technologie 3:

- regulace plevelů, případně výdrolu neselektivním herbicidem (na podzim, případně i na jaře)
- přímé setí do nezpracované půdy bezorebným secím strojem

Jarní ječmen pěstovaný po obilninách, ozimé řepce a máku

Technologie 1:

- podmítka
- mělké zpracování půdy kypřením s úpravou povrchu (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 2:

- podmítka
- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 3:

- podmítka
- náhrada orby kypřením do 0,20 m s následným urovnáním povrchu půdy (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 4:

- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivní herbicidem (na podzim, případně i na jaře)
- přímé setí do nezpracované půdy bezorebným secím strojem

Technologie 5:

- hlubší podmítka s urovnáním povrchu půdy
- setí strništní vymrzající meziplodiny
- aplikace neselektivního herbicidu (na jaře)
- setí do umrtveného porostu meziplodiny bezorebným secím strojem

KUKUŘICE

Kukuřice pěstovaná po obilninách

Technologie 1:

- podmítka
- mělké zpracování půdy kypřením (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 2:

- podmítka
- likvidace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 3:

- podmítka
- náhrada orby kypřením - hloubka kypření podle půdních podmínek (na podzim)
- urovnání povrchu půdy - dle stavu půdy (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 4:

- likvidace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem (na podzim, případně i na jaře)
- přímé setí kukuřice do nezpracované půdy bezorebným secím strojem

Technologie 5 (na erozně ohrožených půdách):

- podmítka
- mělké zpracování půdy kypřením (na podzim)
- výsev vymrzající nebo přezimující meziplodiny
- aplikace neselektivního herbicidu (na jaře)
- setí kukuřice do umrtveného porostu meziplodiny bezorebným secím strojem

Technologie 6 (na erozně ohrožených půdách):

- podmítka
- náhrada orby kypřením - hloubka kypření podle půdních podmínek (na podzim)
- výsev vymrzající nebo přezimující meziplodiny
- aplikace neselektivního herbicidu (na jaře)
- setí kukuřice do umrtveného porostu meziplodiny bezorebným secím strojem

Kukuřice pěstovaná po kukuřici a okopaninách

Technologie 1:

- mělké zpracování půdy kypřením (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí kukuřice

Technologie 2:

- aplikace neselektivního herbicidu (na jaře)

- přímé setí kukuřice do nezpracované půdy bezorebným secím strojem

HRÁCH

Hrách pěstovaný po obilninách

Technologie 1:

- podmítka
- mělké zpracování půdy kypřením (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí hrachu, sóji bezorebným secím strojem

Technologie 2:

- podmítka
- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí hrachu, sóji bezorebným secím strojem

Technologie 3:

- podmítka
- náhrada orby kypřením do 0,20 m s urovnáním povrchu půdy (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí hrachu, sóji bezorebným secím strojem

Technologie 4:

- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivní herbicidem (na podzim, případně i na jaře)
- přímé setí do nezpracované půdy bezorebným secím strojem

Hrách pěstovaný po okopaninách

Technonogie 1:

- mělké zpracování půdy kypřením (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 2:

- mělké zpracování půdy kypřením s urovnáním povrchu (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí do povrchově zpracované půdy bezorebným secím strojem

OZIMÁ ŘEPKA

Ozimá řepka pěstovaná po obilninách

Technologie 1:

- podmítka
- válení
- mělké zpracování půdy kypřením

- předseťová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 2:

- podmítka
- válení
- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 3:

- podmítka
- válení
- náhrada orby kypřením do 0,20 m s urovnáním povrchu
- předseťová příprava půdy
- setí bezorebným secím strojem

Technologie 4:

- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivní herbicidem
- přímé setí do nezpracované půdy bezorebným secím strojem

MÁK

Mák pěstovaný po obilninách

Technologie 1:

- podmítka
- mělké zpracování půdy kypřením (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí klasickým secím strojem

Technologie 2:

- podmítka
- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem (na podzim, případně i na jaře)
- předseťová příprava půdy
- setí klasickým secím strojem

Technologie 3:

- podmítka
- náhrada orby kypřením do 0,20 m (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí klasickým secím strojem

CUKROVKA

Cukrovka pěstovaná po obilninách

Technologie 1:

- podmínka
- mělké zpracování půdy kypřením (na podzim)
- kypření do 0,20–0,30 m s urovnáním povrchu půdy (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí secím strojem pro přesné setí s kotoučovými secími botkami

Technologie 2:

- podmínka
- regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem
- kypření do 0,20-0,30 m s urovnáním povrchu půdy (na podzim)
- předseťová příprava půdy
- setí secím strojem pro přesné setí s kotoučovými secími botkami

Technologie 3:

- podmínka
- kypření do 0,20-0,30 m s urovnáním povrchu půdy (na podzim)
- výsev vymrzající meziploidy
- aplikace neselektivního herbicidu
- setí do umrtveného porostu meziploidy secím strojem pro přesné setí s kotoučovými secími botkami

4. ROZBOR MOŽNOSTÍ VYUŽÍVÁNÍ MINIMALIZAČNÍCH TECHNOLOGIÍ ZPRACOVÁNÍ PŮDY A ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ U HLAVNÍCH POLNÍCH PLODIN

OZIMÁ PŠENICE

Ozimá pšenice je naší nejdůležitější obilninou, v současné době zaujímá v průměru téměř třetinu orné půdy a polovinu výměry obilnin. Ze všech obilnin nejcitlivěji reaguje výnosem na předplodinu. V osevních sledech je zařazována většinou po dobrých předplodinách - po víceletých pícninách, luskovinách, ozimé řepce, kukuřici na siláž, raných a poloraných bramborách. Ozimá pšenice je někdy zařazována i po přednostně sklizené cukrovce a včas sklizené kukuřici na zrno. Pěstování ozimé pšenice po obilninách je z hlediska výnosu, ale i kvality zrna méně výhodné, neboť obilniny způsobují obtížně kompenzovatelné zhoršení půdních vlastností. K tomu přistupuje riziko většího zaplevelení specifickými pleveli obilnin a vyšší napadení porostů chorobami a škůdci. Poněvadž je zastoupení ozimé pšenice v osevních postupech často poměrně vysoké, je třeba ji zařazovat i po obilních předplodinách. To je nevhodné zvláště v horších agroekologických podmínkách. Jarní ječmen je pak lepší předplodinou než sama ozimá pšenice. Dvakrát za sebou pěstovaná ozimá pšenice dává uspokojivé výnosy jen po jetelovinách nebo po dvou širokolistých plodinách. Důležitý je zde výběr odrůdy.

Jak ukazují výsledky dlouholetých výzkumů i zkušenosti zemědělské praxe obilniny obecně reagují příznivě na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. Minimalizační technologie zpracování půdy a zakládání porostů jsou pak nejvíce využívány u ozimé pšenice.

Ozimá pšenice pěstovaná po obilninách, ozimé řepce a hrachu

Při pěstování ozimé pšenice po plodinách, které zanechávají strniště je potřebné bezprostředně po sklizni předplodiny provést podmítku s ošetřením. Po vzejití výdrolu a plevelů následuje buď mělké zpracování půdy nebo regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem. Při pěstování ozimé pšenice na těžších nebo utuženějších půdách je vhodné provést po podmítce místo mělkého zpracování půdy kypření do 0,20 m.

Přímé setí ozimé pšenice do strniště po likvidaci vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem je potřeba považovat krajní technologii. Uplatnění lze předpokládat u ozimé pšenice pěstované po luskovinách na úrodných půdách s dobrým strukturním stavem.

Použití minimalizačních technologií k ozimé pšenici při ponechání slámy obilnin na pozemku vyžaduje zvýšenou pozornost. Větší množství posklizňových zbytků rostlin a slámy obilnin ve vrchní vrstvě půdy může vytvářet problémy s kvalitou založení porostů i se zajištěním vhodných podmínek pro růst následné plodiny. Vlivem vyšší koncentrace organických zbytků (zejména jsou-li ve shlučích) nejsou vytvořeny vhodné podmínky pro zajištění požadované hloubky a rovnoměrnosti uložení semen do půdy. Dále se může projevat inhibiční vliv posklizňových zbytků a slámy obilnin na klíčení, vzcházení a počáteční růst následné plodiny. Inhibice je většinou kombinací fyzikálního a biochemického vlivu. Zbytky rostlin snižují kontakt semen s půdou a tím fyzikálně omezují přívod vody z prostředí k semenům. Uvolňované látky z posklizňových zbytků i látky vznikající při jejich mikrobiálním rozkladu (fytotoxické látky) mohou působit inhibičně na klíčení a vzcházení rostlin. S postupným mikrobiálním rozkladem organických látek jejich fytoxicita slábne.

Významným činitelem pro snižování inhibičních účinků posklizňových zbytků a slámy je dobrý průběh jejich mikrobiálního rozkladu v půdě. K tomu je možno účinně přispět tím, že zbytky rostlin budou dobře rozdrčeny a rozprostřeny po půdě a zapraveny do půdy v co nejkratším termínu po sklizni a dobře ve zpracované půdě rozptýleny, což zajistí dobrý kontakt s půdou a tím i včasný start a rozvoj mikrobiálních procesů. Při ponechání slámy je nezbytná úprava poměru C:N doplňkovým hnojením dusíkem, nejlépe ve formě kapalných hnojiv. Výrazného urychlení rozkladu posklizňových zbytků a slámy je možné dosáhnout aplikací organominerálních hnojiv vyrobených na bázi melasových výpalků s vyšším obsahem zbytkového cukru.

Ozimá pšenice pěstovaná po jetelovinách (vojtěšce a jeteli lučním)

Při používání minimalizačních technologií k ozimé pšenici pěstované po víceletých pícninách, zejména po vojtěšce, je nutná likvidace víceleté pícniny neselektivním herbicidem, nejlépe v kombinaci s nízkou dávkou herbicidu na bázi sulfonylmočoviny pro regulaci obrůstání.

Po umrtvení porostu víceleté pícniny následuje obvykle mělké zpracování půdy s úpravou povrchu a setí. Pokud to stav půdy dovolí (dobrý fyzikální stav půdy, neutužená půda) je možné provést přímé setí ozimé pšenice do umrtvené víceleté pícniny bez předchozího mělkého zpracování půdy.

Ozimá pšenice pěstovaná po kukuřici a okopaninách (cukrovce a bramborách)

Při pěstování ozimé pšenice po kukuřici, cukrovce a bramborách lze použít technologii s mělkým zpracováním s urovnáním povrchu půdy.

Po kukuřici na siláž, pokud to stav povrchu půdy dovolí, je možné použít i přímé setí do nezpracované půdy (podle stavu zaplevelení půdy bez aplikace nebo s aplikací neselektivního herbicidu).

Použití minimalizačních technologií k ozimé pšenici pěstované po kukuřici a okopaninách by mohl zkomplikovat nevyhovující fyzikální stav půdy po sklizni předplodiny za mokra. Po kukuřici na zrno může docházet k problémům s vyšším výskytem fuzárií (spojených s kontaminací zrna mykotoxiny).

JARNÍ JEČMEN

Jarní ječmen je naší nejvýznamnější jarní obilninou. Jarní ječmen je v osevních sledech zařazován po plodinách s delší vegetační dobou, které pozdě opouští pozemky - po cukrovce, bramborách, kukuřici a po slunečnici. Vzhledem ke struktuře pěstovaných plodin v ČR (s vysokým zastoupením obilnin) i po obilninách, nejčastěji po ozimé pšenici.

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

Možnosti uplatnění minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů u jarního ječmene závisí především na stanovištních podmínkách. Nejvhodnější podmínky pro minimalizační postupy jsou obecně na středně těžkých strukturních půdách s vyšší přirozenou úrodností v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Na těžkých půdách a ve vlhčích a chladnějších podmínkách je použití minimalizačních technologií k jarnímu ječmeni méně vhodné. Při mělkém zpracování půdy a zejména při přímých výsevech do nezpracované půdy se v daných podmínkách zvyšuje nebezpečí přemokření, nedostatečného provzdušnění a prohrátí půdy se všemi nepříznivými důsledky pro rostliny jarního ječmene i pro průběh půdních procesů.

Volbu způsobů zpracování půdy a zakládání porostů jarního ječmene je nutné provádět s ohledem na předplodinu. Uplatnění minimalizačních technologií je vhodné zejména po dobrých předplodinách (cukrovce a bramborách).

Jarní ječmen pěstovaný po cukrovce, kukuřici a bramborách

Tradiční předplodinou pro jarní ječmen je cukrovka, která vytváří dobré podmínky pro tvorbu výnosů i kvalitu jarního ječmene. Dlouholeté výsledky pokusů i zkušenosti pěstitelů ukazují, že jarní ječmen pěstovaný po cukrovce reaguje příznivě na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. V současné době zůstává prakticky veškerý řepný chrást na poli. Při nepříznivých podmínkách pro jeho rozklad (nízké teploty v podzimním a zimním období, suché jaro) dochází zpravidla k pozdní mineralizaci dusíku. To může mít za následek poléhání porostů, rozvoj listových chorob i pokles sladovnické hodnoty zrna. Rychlost rozkladu chrástu lze do určité míry ovlivnit i volbou zpracování půdy. Výsledky pokusů ukázaly, že je vhodnější mělké zapravování chrástu do půdy (na 0,12 – 0,15 m). Se stoupající hloubkou zapravení se zvyšuje množství uvolňovaného dusíku v pozdějších fázích vegetace se všemi nepříznivými vlivy na výnos zrna a jeho sladovnickou kvalitu ječmene.

Vhodné je využití minimalizačních technologií zpracování půdy při pěstování jarního ječmene po bramborách, kde je v praxi již běžně orba nahrazována mělkým zpracováním půdy.

Jarní ječmen je v rámci osevního postupu často zařazován po kukuřici. Minimalizační technologie zpracování půdy lze realizovat bez většího omezení po kukuřici na siláž, kdy na pozemku zůstává menší množství posklizňových zbytků. Po kukuřici na zrno, ale i po slunečnici, může větší množství posklizňových zbytků při použití minimalizačních postupů bez orby negativně ovlivňovat kvalitu založení porostu, počáteční růst jarního ječmene i rozvoj houbových chorob.

Jarní ječmen pěstovaný po obilninách

Minimalizační technologie zpracování půdy k jarnímu ječmeni při pěstování po obilninách lze použít zejména na úrodných půdách. Při mělkém zpracování půdy jsou zde ve srovnání s orbou dosahovány stejné nebo i vyšší výnosy. I při ponechání slámy obilnin na poli nenastávají u následného jarního ječmene (vzhledem k dlouhému meziporostnímu období) vážnější problémy s kvalitou založení porostu a inhibičními účinky slámy na rostliny. Přesto i zde je nutné dodržovat zásady pro hnojení slámou. Slámu obilnin je potřeba jemně rozdrtit, rovnoměrně rozptýlit po pozemku a po aplikaci vyrovnávací dávky dusíku ihned zapravit podmínkou do půdy.

Na méně úrodných půdách může vést použití minimalizačních technologií zpracování půdy k jarnímu ječmeni pěstovanému po obilninách k poklesu výnosů.

Zakládání porostů jarního ječmene do meziplodin

Při pěstování jarního ječmene po obilninách připadá v úvahu i minimalizační technologie s výsevem jarního ječmene do vymrzající meziplodiny. Po sklizni obilniny se provede hlubší podmítka (lépe opakovaná podmítka) s urovnáním povrchu půdy a následným výsevem meziplodiny. Na jaře pokud je to potřeba (nedostatečně vymrzlá meziplodina, vydrol a větší zaplevelení) je aplikován neselektivní herbicid. Následuje mělké prokypření půdy (ihned jak to podmínky na pozemku dovolí), příprava půdy a setí. S výsevy jarního ječmene do vymrzající meziplodiny nejsou zatím větší zkušenosti. Lze předpokládat, že za nepříznivých půdních podmínek na jaře zde mohou nastat problémy s proteplením a pomalým vysycháním půdy a tím s opožděním výsevu jarního ječmene.

KUKUŘICE

Kukuřice je teplomilná plodina s dlouhou vegetační dobou. Plochy kukuřice na zrno v posledních letech vzrůstají, naopak plochy kukuřice na siláž se v souvislosti se snižováním stavů skotu snižují. Zvětšování ploch kukuřice na siláž lze v dalších letech očekávat v souvislosti s výstavbou bioplynových stanic.

Kukuřice je většinou v osevním postupu zařazována mezi dvě obilniny, v menším rozsahu je pěstována opakovaně po sobě. Při dlouhodobějším opakovaném pěstování kukuřice po sobě je nezanedbatelné rozšiřování škůdců. Patří k nim hlavně zavíječ kukuřičný (*Ostrinia nubilalis*) a bázlivec kukuřičný (*Diabrotica virgifera virgifera*).

V posledním období jsme svědky rozšiřování minimalizačních technologií i u kukuřice. Problémem při používání minimalizačních technologií u kukuřice je nedostatečné prohřívání půdy v jarním období (v době setí a počátečních fázích růstu a vývoje kukuřice).

To se odráží ve zpomalování klíčení, vzcházení a počátečního růstu. Vlhkostní podmínky půdy jsou naopak při její nižší intenzitě zpracování příznivější než po orbě.

Problémy poklesu výnosů kukuřice při používání minimalizačních technologií v chladnějších podmínkách lze do určité míry řešit používáním hlubšího kypření půdy, případně hřebenové technologie.

Kukuřice pěstovaná po obilninách

Při zařazení kukuřice po obilninách jsou u nás nejvíce využívány technologické postupy s podmínkou, po které následuje mělké zpracování půdy nebo hlubší kypření půdy. V úvahu rovněž přichází postup s podmínkou a regulací vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem. Tento postup je vhodný především v teplejších a sušších podmínkách. Na jaře se provádí mělké zpracování půdy se zapravením minerálních nebo tekutých organických hnojiv s následným výsevem kukuřice.

Na erozně ohrožených půdách je vhodné použití technologie s výsevem kukuřice do vymrzající meziplodiny. Nejvhodnější (s ohledem na potřebné proteplení půdy na jaře) je zde po podmítce zařadit hlubší prokypření půdy do 0,20 m s urovnáním povrchu a následným výsevem vymrzající meziplodiny. Na jaře je potřeba počítat s aplikací neselektivního herbicidu a setím kukuřice se současným podpovrchovým zapravením kapalného minerálního hnojiva.

Kukuřice po kukuřici

Při pěstování kukuřice po kukuřici přichází v úvahu technologické postupy s mělkým zapravením posklizňových zbytků kukuřice, případně minerálních nebo organických hnojiv do půdy (většinou talířovým náradím). Je žádoucí, aby posklizňové zbytky kukuřice byly před zapravením do půdy dobře rozdrobeny a rovnoměrně rozprostřeny po povrchu půdy umlčovacími stroji. Na jaře se podle stavu pozemku provádí mělké zpracování půdy radličkovým nebo talířovým náradím. V sušších podmínkách je možné využít postup s aplikací neselektivního herbicidu a následným přímým setím. Setí se provádí přesnými secími stroji, pokud možno se současnou podpovrchovou aplikací minerálních hnojiv.

Vynechání zpracování půdy na podzim i na jaře a přímé setí kukuřice do nezpracované půdy je krajní variantou. Při tomto postupu mohou vznikat problémy s kvalitou založení porostu (v důsledku velkého množství posklizňových zbytků na povrchu půdy), prohříváním půdy na jaře a v neposlední řadě i s vyšším zaplevelením.

Zakládání porostů kukuřice do meziplodin

Zejména na erozně ohrožených půdách je vhodné použití technologie s výsevem kukuřice do vymrzající nebo i přezimující (chemicky likvidované) meziplodiny. Hlavním cílem tohoto technologického postupu je ochrana půdy a životního prostředí.

Půda na neoraných pozemcích s vymrzající meziplodinou se na jaře prohřívá pomaleji v důsledku přítomnosti zbytků meziplodiny, vyšší objemové hmotnosti, vlhkosti, a tím i vyšší tepelné vodivosti půdy. Tato skutečnost může v některých letech oddálit termín výsevu nebo zpomalit počáteční růst kukuřice. Velké množství zbytků meziplodiny na povrchu půdy může způsobovat problémy s kvalitou setí i s ochranou proti plevelům.

Při zakládání porostu meziplodiny je (se zřetelem na potřebné proteplení půdy na jaře, zvláště v chladnějších podmínkách na těžších půdách) účelné po podmítce zařadit hlubší prokypření půdy s urovnáním povrchu a následným výsevem meziplodiny. Na jaře je většinou

potřeba počítat s aplikací neselektivního herbicidu, následuje setí kukuřice nejlépe se současným podpovrchovým zapravením minerálního hnojiva.

Při zakládání porostu kukuřice do vymrzající meziplodiny lze využít následujících možností:

- mělké celoplošné zpracování půdy, předseťová příprava půdy, setí;
- přímý výsev kukuřice do vymrzlé nebo chemicky likvidované meziplodiny;
- prokypření půdy ve výsevním řádku – použití secích strojů s výsevem do pásů.

Výsevy kukuřice do meziplodin se provádí nejčastěji při pěstování kukuřice po obilninách, kdy se pěstování meziplodin většinou dobře daří.

HRÁCH A SÓJA

Luskoviny jsou obecně zlepšující plodiny, obohacují půdu o dusík, zanechávají půdu v dobrém fyzikálním stavu. V osevním postupu jsou nejčastěji řazeny po obilninách.

Hrách je v osevním postupu většinou zařazován mezi dvě obilniny. Pouze v horších půdně-klimatických podmínkách je někdy pěstován i po lepších předplodinách (nejčastěji po okopaninách). Sója je v osevním postupu většinou zařazována mezi dvě obilniny, možné je i opakované pěstování sóji po sobě.

Využití minimalizačních technologií zpracování půdy k hrachu je vhodné především v teplejších a sušších podmínkách. Hrách zde příznivě reaguje na snížení hloubky a intenzity zpracování půdy. Podmínkou úspěchu je dobré založení porostu s dodržением požadované hloubky setí (50 – 60 mm). Využití minimalizačních technologií v chladnějších a vlhčích polohách může mít již určitá omezení.

Využívání minimalizačních technologií zpracování půdy u sóji je u nás poměrně rozšířené. Sója je často pěstována podniky, které používají minimalizační technologie celoplošně.

Hrách a sója pěstované po obilninách

Při pěstování hrachu a sóje po obilninách je potřebné bezprostředně po sklizni provést podmínku. Po vzejití výdrolu a plevelů následuje buď mělké zpracování půdy nebo regulace vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem. Setí je vhodné provádět secími stroji, které zajistí dobré založení porostu, zejména požadovanou hloubku setí. Na půdách se zhoršenými fyzikálními poměry půdy je vhodné provést po podmítce místo mělkého zpracování půdy hlubší prokypření půdy.

Přímé setí hrachu a sóji do nezpracované půdy bude přicházet v úvahu jen výjimečně. Použití lze předpokládat pouze na úrodných půdách s dobrým strukturním stavem. Tato technologie předpokládá regulaci vzešlého výdrolu a plevelů neselektivním herbicidem na podzim, podle potřeby i na jaře před setím.

Hrách pěstovaný po okopaninách

Zařazení hrachu v osevním postupu po okopaninách (tzv. luxusní sled) lze výjimečně předpokládat v horších půdně klimatických podmínkách (ve vyšších polohách). S ohledem na tuto skutečnost je zde potřeba provést mělké zpracování půdy a na jaře podle stavu půdy zařadit ještě předseťovou přípravu půdy kombinátorem. Přímé setí do nezpracované nebo povrchově zpracované půdy v daných podmínkách je nutné považovat za okrajovou technologii.

OZIMÁ ŘEPKA

Ozimá řepka je naší nejvýznamnější olejninou. V posledních letech byl zaznamenán výrazný nárůst ploch ozimé řepky. Vhodnější podmínky pro pěstování ozimé řepky jsou v bramborářské a řepařské výrobní oblasti. Méně vhodné podmínky pro pěstování ozimé řepky jsou v kukuřičné výrobní oblasti. Důvodem je zde vyšší riziko vymrznutí porostů vzhledem k častějšímu výskytu holomrazů, dále pak rizikové zakládání porostů (sucho) a větší napadení škůdci a někdy i chorobami.

Nejčastějšími předplodinami pro ozimou řepku jsou obilniny. Ozimá řepka sama je velmi dobrou předplodinou, hlavně pro ozimou pšenici. Má příznivý vliv na strukturní stav půdy, její posklizňové zbytky mají dobrou kvalitu.

Využití minimalizačních technologií u ozimé řepky má určitá omezení související především s regulací výdrolu a ponecháním slámy obilnin na poli. Při pěstování ozimé řepky po obilninách s ponecháním slámy na poli je vzhledem k velmi krátkému meziporostnímu období a k celkově vyšším požadavkům řepky na kvalitu setí (drobná semena) potřeba kvalitního rozdrčení, rovnoměrného rozprostření slámy po pozemku, úpravy poměru C:N a okamžitého zapravení slámy do půdy podmínkou významnější než u obilnin.

I tak je potřeba při ponechání slámy na poli při použití minimalizačních zpracování půdy technologií k ozimé řepce počítat s větším rizikem. Vážnější problémy s inhibičním působením slámy a zejména s výdrolom jsou při pěstování ozimé řepky po jarním ječmeni než po ozimé pšenici.

Ozimá řepka pěstovaná po obilninách

Při pěstování ozimé řepky po obilninách je potřeba bezprostředně po sklizni obilnin provést podmínku. Dále může následovat podle podmínek buď mělké zpracování půdy nebo hlubší kypření, vždy s úpravou povrchu půdy nebo aplikace neselektivního herbicidu k regulaci vzešlého výdrolu a plevelů.

Varianta bez zpracování půdy s aplikací neselektivního herbicidu a přímým setím do nezpracované půdy je přijatelná jen při velmi krátkém meziporostním období. Přímý výsev je zde nejlépe provádět secími stroji vybavenými pro podpovrchové zapravení kapalných minerálních hnojiv do půdy.

MÁK

Mák je v ČR tradiční olejнина, která si udržuje svoje stálé postavení ve struktuře plodin. V současné době je zařazován v osevním postupu nejčastěji mezi dvě obilniny. Používání minimalizačních technologií zpracování půdy je u máku poměrně hodně rozšířeno.

Mák pěstovaný po obilninách

Při pěstování máku po obilninách se bezprostředně po sklizni obilnin provádí podmínka. Při používání minimalizačních technologií následuje po vzejití výdrolu a plevelů kypření půdy do zvolené hloubky (podle půdních podmínek) nebo aplikace neselektivního herbicidu. Při ponechání slámy na poli je potřebné zajistit její kvalitní rozdrčení a rozprostření po pozemku, vyrovnání poměru C:N vyrovnávací dávkou dusíku a bezprostřední zapravení do půdy podmínkou. V předset'ové přípravě se půda zpracovává jen mělce. Nezbytnou podmínkou pro kvalitní založení porostu máku je urovnaná půda. Hlavním cílem agromických zásahů na jaře je maximální úspora vláhy, která zajišťuje rovnoměrné vzcházení

porostů. Není vhodné přílišné rozdrobení půdních agregátů, Setí máku se provádí klasickými secími stroji. Které může vést v případě deštivého počasí k vytvoření nežádoucí půdní krusty, nerovnoměrnému vzházení máku a vzniku mezerovitých porostů. Z těchto důvodů se na jaře obvykle nezařazuje ani válení výsevů.

CUKROVKA

Cukrovka je plodina hlouběji kořenící. Pro její pěstování jsou nejvhodnější strukturní středně těžké (hlinité až jílovitohlinité), dobře propustné a zpracovatelné půdy s neutrální půdní reakcí, nejlépe černozemního a hnědozemního typu. Je hlavní okopaninou řepařské a částečně i kukuřičné výrobní oblasti.

V osevním postupu se cukrovka zařazuje převážně po obilninách a je pro obilniny, hlavně jarní dobrou předplodinou. Na vodu je náročná, proto v sušších podmínkách mohou následné obilniny trpět nedostatkem vody. V řepařské oblasti se řadí ve sledu plodin blíže jetelovinám, v kukuřičné oblasti dále od jetelovin z důvodu nedostatku vody v půdě po vojtěškách. Cukrovka je plodina po sobě nesnášenlivá, vyžaduje časový odstup minimálně čtyřletý především z důvodu přežívání háďátka řepného i nárůstu tlaku dalších škodlivých

Minimalizační technologie zpracování půdy se začínají používat i u této plodiny a oproti očekávání jsou zde dosahovány většinou dobré výsledky. Příčiny je možné hledat v tom, že zemědělské podniky, které používají minimalizační postupy u cukrovky, používají minimalizační technologie celoplošně (u všech plodin). Příznivý vliv minimalizačních technologií na strukturní stav půdy (zejména se projevující při jejich opakovaném používání) výborně zúročí právě cukrovka s velmi dobrými výsledky.

Cukrovka pěstovaná po obilninách

Při používání minimalizačních technologií u cukrovky pěstované po obilninách bez hnojení chlévským hnojem je prvním zpracovatelským zásahem podmínka, kterou je zapravena do půdy rozdrčená sláma obilniny s vyrovnávací dávkou dusíku (v minerálních nebo tekutých organických hnojivech). Po vzejití výdrolu a plevelů následuje buď aplikace neselektivního herbicidu nebo mělké zpracování půdy a podle podmínek i následné středně hluboké kypření.

Při pěstování cukrovky po obilninách a hnojení chlévským hnojem může být hnůj zapraven do půdy přímo podmínkou nebo může být aplikován na vzešlý výdrol a zapraven do půdy následným mělkým zpracováním půdy talířovým nebo radličkovým nářadím.

Zakládání porostů kukuřice do meziplodin

V posledních letech se při pěstování cukrovky začíná prosazovat i ochranné zpracování půdy s využitím mulče strniskových meziplodin, což je zvláště vhodné pro podniky hospodařící bez živočišné výroby.

Očekávaným efektem setí cukrovky do mulče z vymrzající meziplodiny je příspěvek k ochraně půdy před vodní a větrnou erozí. Významný je i přínos této technologie ke snížení rozsahu a intenzity zhutňování půdy na jaře. Dalším očekávaným přínosem setí cukrovky do mulče z vymrzajících meziplodin je snížení proplavování živin, především dusíku, do podzemních vod v období, kdy by jinak byla půda bez vegetačního krytu (podzim).

Technologie se zakládáním porostu cukrovky do mulče z vymrzající meziplodiny je používána především při pěstování cukrovky po obilninách, kdy po podmínce je většinou zařazeno středně hluboké kypření s urovnáním povrchu půdy a následným výsevem

meziplodiny. Na jaře se podle podmínek provede buď mělká předset'ová příprava půdy nebo přímý výsev cukrovky do mulče. Většinou je potřeba počítat s použitím neselektivního herbicidu, který je aplikován před předset'ovou přípravou půdy a při přímém setí před setím nebo až po zasetí cukrovky do mulče. K setí cukrovky jsou používány speciální secí stroje (které umožňují kvalitní založení porostu i při vyšším zastoupení biomasy meziplodin na povrchu půdy) nejčastěji se současným podpovrchovým zapravením minerálního hnojiva.

5. ROZBOR MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ MINIMALIZAČNÍCH TECHNOLOGIÍ ZPRACOVÁNÍ PŮDY PŘI OCHRANĚ PŮDY A KRAJINY

Při posuzování různých způsobů zpracování půdy hrají vedle ekonomických a technických hledisek stále významnější úlohu hlediska ekologická.

Od minimalizačních a především od půdoochranných technologií se očekává, že přispějí ke zlepšení půdního a životního prostředí (zejména ke zlepšení strukturního stavu půdy, hospodaření s půdní vodou, stavu půdní organické hmoty, k redukci vodní a větrné eroze a omezení vyplavování pohyblivých forem dusíku).

Každá změna způsobu zpracování půdy nutně vede i ke změnám půdního prostředí. Rozsah těchto změn při používání minimalizačních technologií závisí na stupni redukce hloubky a intenzity zpracování půdy, na množství rostlinných zbytků ponechaných na povrchu nebo ve vrchní vrstvě půdy a na době po kterou změna technologie trvá. Změny půdního prostředí vlivem různého zpracování jsou rovněž rozdílné v závislosti na půdních a klimatických podmínkách hospodaření.

Způsob zpracování půdy a s ním související distribuce posklizňových zbytků ovlivňují celou řadu fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy.

5.1. VLIV MINIMALIZAČNÍCH TECHNOLOGIÍ NA PŮDNÍ VLASTNOSTI

FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI A PENEROTOMETRICKÝ ODPOR PŮDY

Z fyzikálních vlastností se změny vyvolané různým zpracováním půdy nejvíce dotýkají objemové hmotnosti půdy, která pak ovlivňuje celý komplex dalších fyzikálních vlastností půdy. S objemovou hmotností úzce koreluje pórovitost půdy. Objem a zastoupení jednotlivých velikostních skupin pórů významně ovlivňují vodní a vzdušný režim půdy.

S nižší intenzitou zpracování obecně dochází ke zvyšování objemové hmotnosti půdy a snižování celkové pórovitosti. Mění se poměr kapilárních a nekapilárních pórů, to se promítá ve zvyšování vododržnosti půdy a tím i obsahu vody v půdě a ve snižování hodnot provzdušenosti půdy. Na uchování půdní vody má příznivý vliv rovněž mulč ze zbytků rostlin na povrchu půdy, především tím, že zmenšuje odtok vody s povrchu půdy a redukuje neproduktivní výpar. Změny fyzikálních vlastností vlivem různého zpracování půdy vyvolávají také změny propustnosti pro vodu a vzduch a vodivosti pro teplo.

Výsledky hodnocení vlivu různého zpracování půdy na základní fyzikální vlastnosti půdy

Vliv různého zpracování půdy na její fyzikální vlastnosti byl sledován v dlouhodobých polních pokusech s různými způsoby zpracování půdy ke kukuřici na zrno a ozimé pšenici.

Pokus s různým zpracováním půdy ke kukuřici na zrno je veden od roku 2001 na hlinité hnědozemí půdě v kukuřičné výrobní oblasti (na pozemku zemědělského podniku Agroservis, 1. zemědělská a.s. Višňové.). Pokus s různými způsoby zpracování půdy k ozimé pšenici pěstované v rámci osevního postupu po kukuřici na siláž je veden od roku 2003 na jílovitohlinité fluvizemi glejové v kukuřičné výrobní oblasti (na pozemku Mendelovy univerzity v Brně v Žabčicích).

Ze sledovaných fyzikálních vlastností půdy byly jako reprezentativní ukazatelé změn orniční vrstvy zpracováním vybrány - objemová hmotnost půdy (OH, pórovitost celková (P) a minimální vzdušná kapacita (MVK). Tyto hlavní fyzikální vlastnosti půdy velmi dobře odrážejí vliv každého mechanického zásahu do třífázového půdního systému (pevná půdní hmota, voda a vzduch). Dále byly zjišťovány vlhkostní poměry půdy (objemová vlhkost půdy). Výsledky sledování jsou uvedeny v tab. 1 a 2.

Tab. 1 Vliv různého zpracování půdy ke kukuřici na zrno na základní fyzikální vlastnosti půdy (průměr 2005-2010)

Fyzikální vlastnosti půdy (průměr 0 – 0,30 m)	Orba na 0,22 m	Mělké kypření půdy	Přímé setí
<i>Objemová hmotnost (g.cm⁻³)</i>	1,31	1,41	1,47
<i>Celková pórovitost (% obj.)</i>	50,24	46,22	44,18
<i>Minimální vzdušná kapacita (% obj.)</i>	14,42	11,77	9,84
<i>Objemová vlhkost (% obj.)</i>	22,54	24,44	26,10

Tab. 2 Vliv různého zpracování půdy k ozimé pšenici na základní fyzikální vlastnosti půdy (průměr 2008-2010)

Fyzikální vlastnosti půdy (průměr 0 – 0,30 m)	Orba	Mělké kypření půdy	Přímé setí
<i>Objemová hmotnost (g.cm⁻³)</i>	1,34	1,39	1,43
<i>Celková pórovitost (% obj.)</i>	48,92	47,06	45,75
<i>Minimální vzdušná kapacita (% obj.)</i>	15,19	13,93	13,76
<i>Objemová vlhkost (% obj.)</i>	21,40	21,76	22,30

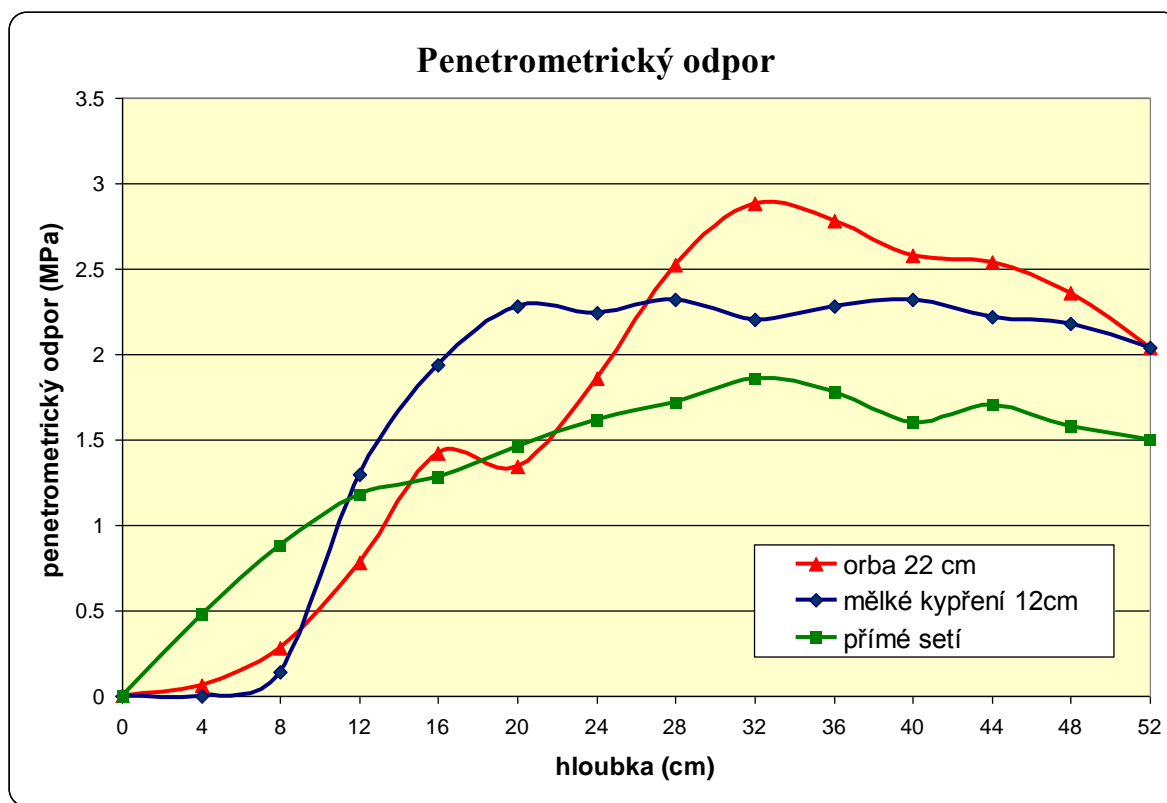
U obou pokusů byla zaznamenáno zvyšování objemové hmotnosti půdy a snižování celkové a minimální vzdušné kapacity půdy (objemu nekapilárních pórů) se snižující se intenzitou zpracování půdy.

Zaznamenán byl výrazný vliv různé intenzity zpracování půdy na objemovou vlhkost půdy. Objemová vlhkost půdy se zvyšovala se snižující se intenzitou zpracování půdy. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány na variantě bez zpracování půdy, nejnižší na variantě s orbou.

Výsledky hodnocení vlivu různého zpracování půdy na penetrometrický odpor půdy

Sledování vlivu různého zpracování půdy na základní fyzikální vlastnosti bylo v pokusu s kukuřicí na zrno doplněno o sledování pokusných faktorů na penetrometrický odpor půdy. Na obr. 1 jsou uvedeny výsledky sledování v roce 2006.

Obr. 1 Penetrometrický odpor půdy při jejím různém zpracování ke kukuřici na zrno (2006)



U varianty bez zpracování půdy (s přímým setím kukuřice do nezpracované půdy) byl zaznamenán pozvolný nárůst penetrometrického odporu se zvyšující se hloubkou půdy. Ve vrchní vrstvě půdy byl penetrometrický odpor vyšší než na variantě s orbou a mělkým zpracováním půdy. Od hloubky 0,24 m do 0,52 m byl naopak zde penetrometrický odpor nižší.

Varianta s orbou vykazovala nízké hodnoty penetrometrického odporu ve vrchní vrstvě půdy. Od hloubky 0,24 m byl zaznamenán výrazný nárůst odporu a od hloubky 0,28 m byl penetrometrický odpor půdy na této variantě nejvyšší. Zjištěné vyšší hodnoty odporu půdy lze dát do souvislosti s nepříznivým vlivem orby na zhutnění spodních půdních vrstev.

U varianty s mělkým zpracováním půdy kypření byly zaznamenány nízké hodnoty penetrometrického odporu ve vrchní vrstvě půdy. Od hloubky cca 0,10 m je patrný výrazný

nárůst odporu. V hloubce 0,12 – 0,24 m byly u této varianty zjištěny nejvyšší hodnoty odporu půdy (vyšší než na variantě s orbou a na variantě bez zpracování půdy). Od hloubky 0,24 m se zde již nárůst penetračního odporu se zvětšující se hloubkou půdy neprojevoval. V hloubce půdy 0,24 – 0,52 m zaujímala varianta s mělkým zpracováním půdy střední postavení, jsou zde nižší hodnoty odporu půdy než na variantě s orbou a vyšší než na variantě bez zpracování půdy.

INFILTRACE VODY DO PŮDY

Infiltrační schopnost půdy představuje jeden z nejvýznamnějších faktorů při ochraně půdy před vodní erozí. Nedostatečné infiltrační vlastnosti půdního povrchu omezují vsak vody do půdy, což v kombinaci s vysokou intenzitou dešťových srážek (nebo jejich delším trváním) může zapříčinit vznik povrchového odtoku a s ním spojené negativní erozní jevy.

Infiltrace je ovlivňována řadou faktorů, které lze zařadit do čtyř skupin – vlastnosti půdy (struktura, textura, morfologické, chemické a vlhkostní parametry), vlastnosti půdního povrchu (např. výskyt půdního škraloupu), způsob hospodaření na půdě (technologie zpracování půdy, druh vegetačního krytu) a přírodní podmínky (množství a intenzita dešťových srážek, teplota a vlhkost půdy).

Agrotechnické zásahy představují nejméně náročná protierozní opatření. Vedle změny pěstované plodiny má výrazný význam i volba technologie zpracování půdy. Rozdílné technologie zpracování půdy působí odlišně na fyzikální stav půdy, zejména na objemovou hmotnost, pórovitost a strukturní stav půdy, což se následně odráží i v infiltrační schopnosti půdy.

Minimalizační zpracování půdy zpravidla vede ke zvyšování infiltrace vody do půdy a k redukci povrchového odtoku vody a snížení rizika eroze půdy. Rozhodující vliv na povrchový odtok vody a tím i na erozi půdy má především strukturní stav povrchové vrstvy půdy. Infiltrace vody do půdy je přímo úměrná vodostálosti strukturních agregátů.

Nižší intenzita infiltrace vody u konvenčního zpracování půdy orbou je rovněž způsobena destrukcí půdních agregátů, které jsou vlivem nižšího obsahu organické hmoty méně stabilní a následně tvoří po dopadu dešťových kapek půdní škraloup. Výrazný vliv na infiltraci vody mají makropóry. Jsou to velká prázdná místa v půdě vzniklá vlivem změny struktury půdy, po starých kořenových systémech a dále jsou to kanálky vytvořené půdními organismy (zejména žížalami).

Významný vliv na velikost povrchového odtoku a ztrátu půdy má ponechání rostlinných zbytků na povrchu půdy ve formě mulče. Ponechané rostlinné zbytky na povrchu půdy průkazně zvyšují intenzitu infiltrace a snižují ztrátu půdy a zabraňují tvorbě půdního škraloupu. Rostlinné zbytky snižují evaporaci v době největší pravděpodobnosti výskytu přívalových dešťů, tím se zvyšuje vlhkost půdy a odolnost půdních agregátů proti rozplavování.

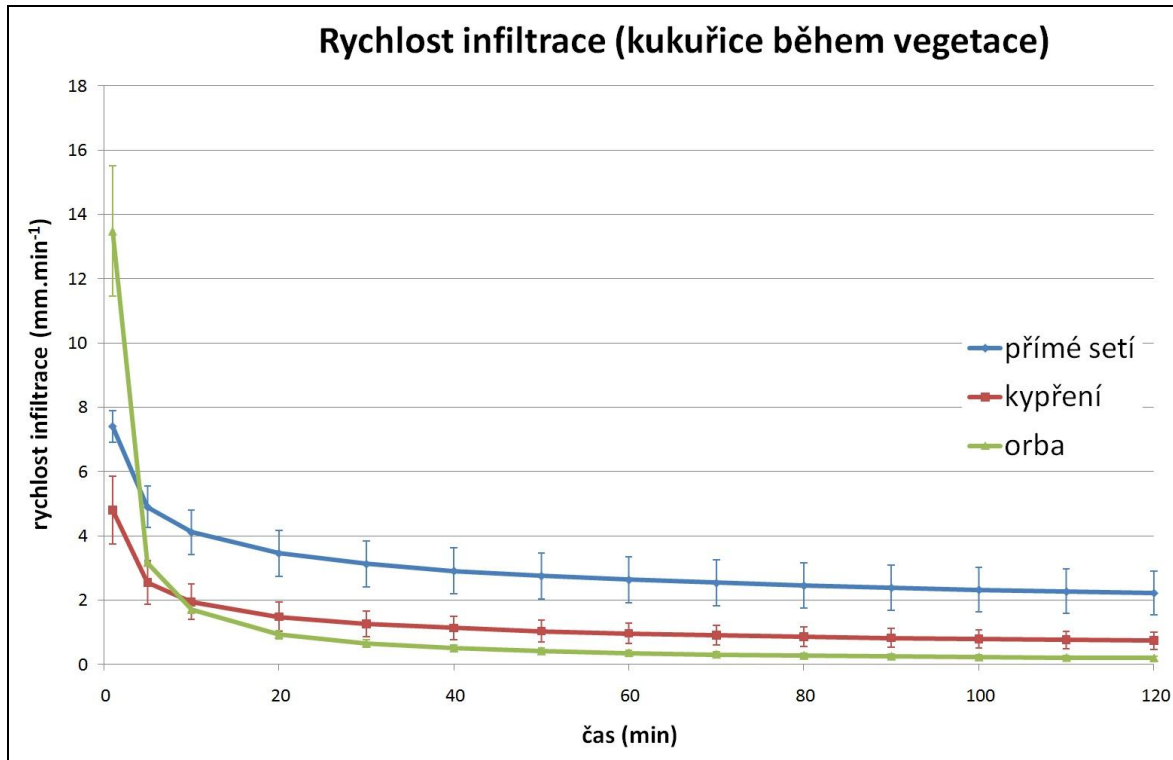
Výsledky hodnocení vlivu různého zpracování půdy na infiltrační schopnost půdy

Vliv různého zpracování půdy na její infiltrační schopnost byl sledován ve výše uvedené polním pokusu s variantními způsoby zpracování půdy ke kukuřici na zrno vedeném od roku 2001 na hlinité hnědozemí půdě v kukuřičné výrobní oblasti.

Výsledky hodnocení infiltrační schopnosti půdy ukázaly rozdíly mezi tradičním a minimalizačním zpracováním půdy. Při měření během vegetace kukuřice na zrno v roce 2008, 2009 a 2011 byla zaznamenána vyšší rychlost infiltrace vody do půdy u minimalizačních technologií (u přímého setí do nezpracované půdy a mělkého zpracování půdy kypřením) než u tradičního zpracování půdy s orbou. Ačkoli rychlost infiltrace vody do půdy

je obvykle na variantě s orbou na počátku měření vyšší, po několika minutách prudce klesá pod úroveň minimalizačních technologií. Ve srážkově nadprůměrném roce 2010 byla naopak zaznamenána vyšší rychlost infiltrace vody do půdy na variantě s orbou. Tato skutečnost ukazuje na potřebu dlouhodobějšího sledování se zohledněním ostatních faktorů s možným vlivem na infiltrační schopnost půdy.

Obr. 3 Rychlost infiltrace vody do půdy při jejím různém zpracování - měření během vegetace kukuřice na zrno (2008)



Obr. 2 Množství posklizňových zbytků na povrchu půdy v porostu kukuřice na zrno u jednotlivých způsobů zpracování půdy - orba, mělké zpracování půdy kypřením a přímé setí



STRUKTURNÍ STAV PŮDY

Různá intenzita zpracování půdy i hospodaření s posklizňovými zbytky rostlin se promítá nejen ve změnách fyzikálních a hydrofyzikálních vlastností půdy, ale i ve změnách půdní struktury. Strukturní stav půdy je významným prvkem půdní úrodnosti. Snížení hloubky a intenzity zpracování půdy a ponechání zbytků rostlin na povrchu půdy většinou vede ke zlepšení půdní struktury (k vyššímu zastoupení agronomicky cenných strukturních agregátů i ke zvyšování jejich vodostálosti).

Vhodné agregátové složení půdy a dostatečná vodoodolnost agregátů jsou základem pro optimalizaci půdní pórovitosti, aerace, infiltrace, vododržnosti půdy a dostupnosti vody pro rostliny. Stabilita půdních agregátů se zvyšuje se zvyšujícím se obsahem půdní organické hmoty a vlhkosti. Vlhké agregáty jsou odolnější vůči energii deště než vyschlé. U půd zpracovávaných minimalizačními postupy (s příznivým vlivem na obsah humusu a vody v půdě) jsou půdní agregáty většinou stabilnější než u klasického zpracování půdy s orbou.

Výsledky hodnocení vlivu různého zpracování půdy ke kukuřici na zrno na strukturní stav půdy

Sledování vlivu různého zpracování půdy na její strukturní stav bylo prováděno ve výše uvedeném polním pokusu vedeném od roku 2001 na hlinité hnědozemí půdě v kukuřičné výrobní oblasti v letech 2005 - 2007.

Z půdních vzorků odebíraných na jaře v jednotlivých letech byl stanoven koeficient strukturnosti půdy (který vyjadřuje vztah mezi agronomicky hodnotnými a méně hodnotnými strukturními agregáty) a dále byla hodnocena stabilita půdních agregátů (která udává odolnost agregátů proti rozplavování vodou). Výsledky sledování jsou uvedeny v tab. 3 a 4.

Tab. 3 Vliv různého zpracování půdy na koeficient strukturnosti půdy

Varianty zpracování půdy	Koeficient strukturnosti			Průměr
	2005	2006	2007	
Orba	1,23	1,49	1,22	1,31
Mělké zpracování půdy	1,80	1,57	1,48	1,62
Bez zpracování půdy	1,49	1,56	1,39	1,48

Tab. 4 Vliv různého zpracování půdy na vodostálost půdních agregátů

Varianty zpracování půdy	Stabilita agregátů (%)			Průměr
	2005	2006	2007	
Orba	28,3	34,6	42,4	35,1
Mělké zpracování půdy	38,5	40,8	52,3	43,9
Bez zpracování půdy	30,4	37,9	44,2	37,5

Z výsledků sledování je patrný poměrně výrazný vliv různé intenzity zpracování půdy na její strukturní stav a stabilitu půdních agregátů. Lepší strukturní stav vykazovala půda na variantách s minimalizačními technologiemi zpracování (s mělkým zpracováním půdy kypřením a bez zpracování půdy).

Nejvyšší hodnoty koeficientu strukturnosti i stability půdních agregátů byly zjištěny na variantě s mělkým zpracováním půdy. Nejnižší hodnoty koeficientu strukturnosti půdy i stability půdních agregátů byly zaznamenány po klasickém zpracování půdy orbou.

Výsledky hodnocení vlivu různého zpracování půdy k jarnímu ječmeni na strukturní stav půdy

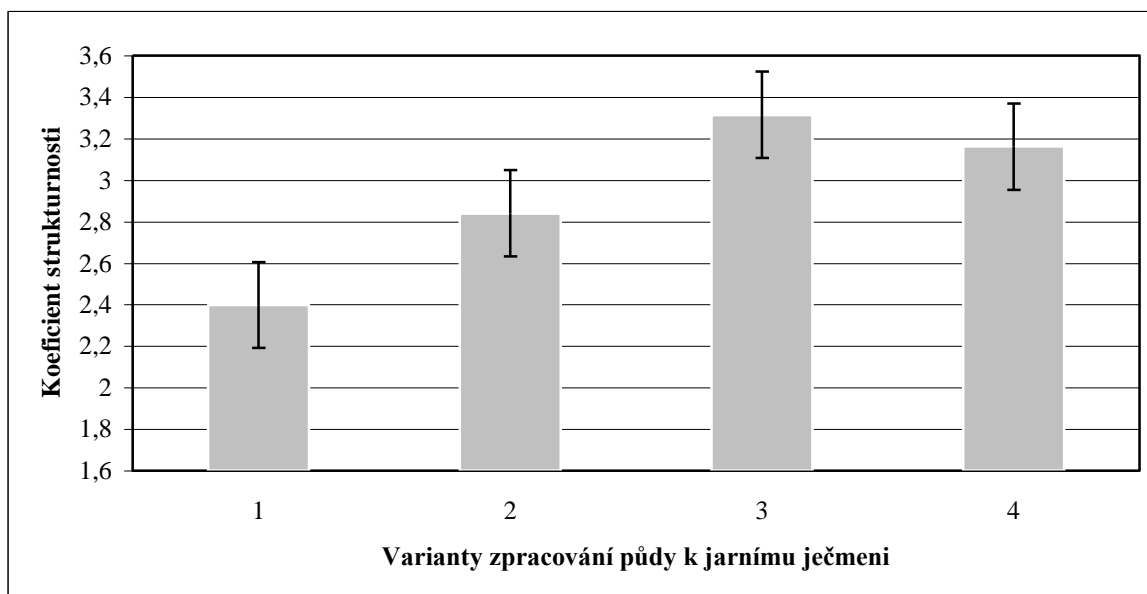
Vliv různé intenzity zpracování půdy k jarnímu ječmeni na strukturní stav půdy byl sledován v polním pokusu vedené od roku 1989 na hlinité černozemní půdě v řepařské výrobní oblasti (na pozemku Výzkumného ústavu rostlinné výroby v Praze-Ruzyni v Ivanovicích na Hané).

Sledování probíhalo u jarního ječmene pěstovaného v rámci osevního postupu po cukrovce. Zařazeny byly čtyři varianty zpracování půdy (1 - orba na 0,22 m, 2 - orba na 0,15 m, 3 - setí do nezpracované půdy, 4 - mělké zpracování půdy kypřením na 0,10 m).

V letech 2004 a 2007 byly po sklizni jarního ječmene odebrány půdní vzorky z hloubek 0 - 0,15 a 0,15 - 0,30 m a byl stanoven koeficient strukturnosti.

Při vyhodnocení vlivu pokusných faktorů na koeficient strukturnosti byla použita analýza rozptylu s následným testováním podle Tukeye (intervaly spolehlivosti jsou sestrojeny pro 95 % hladinu pravděpodobnosti). Výsledky sledování jsou uvedeny v obr. 3 .

Obr. 3 Koeficienty strukturnosti půdy při jejím různém zpracování k jarnímu ječmeni, průměr let 2004 a 2007



Varianty zpracování půdy: 1 – orba na 0,22 m, 2 – orba na 0,15 m, 3 – setí do nezpracované půdy, 4 – mělké zpracování půdy kypřením na 0,10 m

Vliv různého zpracování půdy na její strukturní stav byl statisticky významný. Zaznamenán byl pozitivní vliv snížené intenzity zpracování půdy na hodnoty koeficientu strukturnosti. Nejnižší koeficient strukturnosti vykazovala varianta s orbou na 0,22 m (1)

a nejvyšší koeficient strukturnosti (s nejpříznivějším zastoupením strukturních agregátů) byl zaznamenán na variantě bez zpracování půdy (3).

PŮDNÍ ORGANICKÁ HMOTA

Velký význam pro půdní úrodnost i pro výživu rostlin má stav půdní organické hmoty. Vlastním pojmem půdní organická hmota se rozumí soubor všech neživých organických látek nacházejících se v půdě nebo na povrchu půdy. I když nemá půdní organická hmota kvantitativní převahu nad částí minerální, má rozhodující vliv na půdní vlastnosti, a tím i na půdní úrodnost.

Různá intenzita zpracování půdy má poměrně výrazný vliv na ukládání uhlíku (jako humus) v půdě a jeho uvolňování (jako CO₂) do atmosféry. Po intenzivním zpracování půdy dochází většinou k většímu uvolňování CO₂ a nižšímu ukládání uhlíku v půdě. Vliv různého zpracování půdy na množství a složení půdní organické hmoty je však měřitelný až po dlouhodobějším používání, v krátkodobějším časovém horizontu nelze očekávat podstatnější změny. Dřívější informace o mechanismu koloběhu uhlíku však mohou poskytnout i krátkodobější výsledky uvolňování CO₂ z půdy do ovzduší.

Výsledky sledování vlivu různého zpracování půdy a hospodaření se slámou na obsah organického (oxidovatelného) uhlíku v půdě

Sledování vlivu různého zpracování půdy a hospodaření se slámou na obsah oxidovatelného uhlíku (Cox) bylo provedeno v dlouhodobém polním pokusu s monokulturním pěstováním jarního ječmene. Polní pokus byl založen v roce 1971 a je dosud veden na jílovi-tohlinité fluvizemi glejové v kukuřičné výrobní oblasti (na pozemku Mendelovy univerzity v Brně v Žabčicích). V pokusu jsou zařazeny dvě varianty zpracování půdy (1 - orba na 0,22 m, 2 - mělké zpracování půdy kypřením na 0,12-0,15 m) v kombinaci se třemi variantami hospodaření se slámou (1 - sláma sklizená, 2 - sláma zapravovaná do půdy, 3 - sláma pálená). Výsledky sledování jsou uvedeny v tab. 5.

Tab. 5 Vliv různého zpracování půdy a hospodaření se slámou na obsah organického (oxidovatelného) uhlíku v půdě (2006)

Varianty zpracování půdy	Varianty hospodaření se slámou			Průměr
	sláma sklizená	sláma zapravovaná do půdy	sláma pálená	
Orba na 0,22 m	1,59	1,63	1,88	1,70
Kypření 0,12-0,15 m	1,81	2,08	2,04	1,98
Průměr	1,70	1,86	1,96	1,84

Celková průměrná hodnota obsahu organického uhlíku v půdě u všech hodnocených pokusných variant byla 1,84 %.

Snížení intenzity zpracování půdy v celkovém průměru i u všech variant hospodaření se slámou ve zvýšení obsahu organického uhlíku v půdě.

Výrazný vliv na obsah organického uhlíku mělo různé hospodaření se slámou. Nejnižší obsah uhlíku v půdě byl podle předpokladu zaznamenán na variantě se sklizní slámy. Nejvyšší obsah oxidovatelného uhlíku vykazovala varianta s pálením slámy. Varianta se zapravováním slámy do půdy zaujímala střední postavení.

Výsledky sledování vlivu různého zpracování půdy ke kukuřici na zrno na obsah organického (oxidovatelného) uhlíku v půdě

Sledování vlivu různého zpracování půdy na stav půdní organické hmoty (vyjadřováno jako obsah celkového oxidovatelného uhlíku v %, dále jen Cox) probíhalo v letech 2005 až 2008 a 2010 při pěstování kukuřice na zrno ve výše uvedeném polním pokusu vedeném na hlinité hnědozemí půdě v kukuřičné výrobní oblasti.

Odběr vzorků zeminy byl proveden vždy během měsíce června, a to tak, aby porost kukuřice byl v podobné růstové fázi ve všech sledovaných letech.

Při hodnocení vlivu různého zpracování půdy na obsah organického uhlíku v půdě byla zaznamenána tendence ke snižování obsahu oxidovatelného uhlíku se zvyšující se intenzitou zpracování půdy. Ve všech třech sledovaných půdních vrstvách byl v průměru zaznamenán nejvyšší obsah Cox na variantě bez zpracování půdy a nejnižší na variantě s orbou. Varianta s mělkým zpracováním půdy kypřením zaujímala střední postavení. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v tab. 6.

Tab. 6 Průměrné hodnoty obsahu půdní organické hmoty (Cox v %) - v letech 2005-2010

Varianty pokusu	Hloubka (m)	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Průměr
Orba	0 – 0,1	1,48	1,76	1,6	1,59	1,26	1,41	1,51
	0,1 – 0,2	1,29	1,61	1,42	1,36	1,21	1,35	1,37
	0,2 – 0,3	1,21	1,57	1,07	1,11	1,01	1,17	1,19
Průměr		1,33	1,65	1,36	1,35	1,16	1,31	1,36
Mělké zpracování půdy	0 – 0,1	1,48	2,06	1,63	1,65	1,79	1,91	1,75
	0,1 – 0,2	1,52	1,88	1,5	1,38	1,24	1,39	1,49
	0,2 – 0,3	1,24	1,35	1,7	1,33	0,87	1,04	1,26
Průměr		1,41	1,76	1,61	1,45	1,3	1,45	1,5
Bez zpracování půdy	0 – 0,1	1,59	2,36	1,42	2,01	1,66	1,6	1,77
	0,1 – 0,2	1,47	2,19	1,4	1,7	1,27	1,24	1,55
	0,2 – 0,3	1,32	1,65	1,25	1,55	1,07	1,06	1,32
Průměr		1,46	2,07	1,36	1,75	1,34	1,29	1,55
Průměr		1,40	1,83	1,44	1,52	1,27	1,35	1,47

DUSÍK V PŮDĚ

Technologie zpracování půdy významně ovlivňují využití dusíku z půdy (ale i z hnojiv) rostlinami a vytvářejí odlišné podmínky pro přeměny dusíku v půdě. Intenzivní kypření vytváří aerobní podmínky ve zpracovávané vrstvě půdy, a tak dochází k intenzivnějšímu uvolňování dusíku z půdní zásoby a jeho přeměně na nitráty. Při používání minimalizačních technologií probíhá mineralizace dusíku z půdní organické hmoty pozvolněji. Obecně se dá říci, že snížení intenzity zpracování půdy většinou vede k omezení tvorby nitrátového dusíku a jeho vyplavování do podzemních vod.

K významnému snížení ztrát živin vyplavováním dochází při používání půdoochranných technologií zpracování půdy s výsevy plodin do vymrzajících nebo i přezimujících (chemicky) likvidovaných meziplodin. Meziplodiny vyseté po sklizni hlavní plodiny výrazně omezují ztráty živin vyplavováním, především dusíku, který vážou ve své biomase a zabraňují tak jeho transportu do hlubších půdních horizontů, mimo kořenovou zónu, kde je

pro rostliny nedosažitelný. Dochází tak k efektivnějšímu využití aplikovaného dusíku aplikovaného v hnojivech i dusíku z půdy pro rostlinnou produkci a k zabránění kontaminace podzemních vod.

Výsledky sledování vlivu pěstování strništních (vymrzajících a přezimujících) meziplodin na obsah minerálního dusíku v půdě

Sledování vlivu pěstování strništních meziplodin na obsah minerálního dusíku v půdě probíhalo v rámci polního pokusu vedeného v letech 2006 - 2009 v kukuřičné výrobní oblasti na jílovitohlinité, fluvizemi glejové (na pozemku Mendelovy univerzity Brno v Žabčicích).

Do pokusu bylo zařazeno 11 druhů meziplodin: hořčice bílá, ředkev olejná, svazenka vratičolistá, pohanka obecná, žito svatojánské, proso seté, krambe habešská, sléz krmný, lesknice kanárská a světlice barvířská. U hořčice bílé byly hodnoceny tři a u svazenky vratičolisté dvě odrůdy.

Porosty meziplodin byly založeny ve dvou termínech (I. termín výsevu - bezprostředně po sklizni předplodiny a po zpracování a přípravě půdy k setí; II. termín výsevu - v polovině září). V prvním termínu výsevu byly vždy vysety všechny druhy a odrůdy meziplodin. V druhém termínu výsevu bylo vyseto šest vybraných druhů meziplodin. U prvního i druhého termínu výsevu byla do pokusu zařazena kontrolní varianta – bez meziplodiny.

Porosty meziplodin byly zakládány po sklizni ozimé pšenice. Sláma ozimé pšenice byla z pozemku sklizena. Bezprostředně po sklizni slámy byla provedena podmínka a příprava půdy pro setí.

Výsledky hodnocení vlivu pěstování jednotlivých druhů meziplodin a termínu jejich výsevu na změny obsahu minerálního dusíku v půdě v podzimním (průměr za roky 2006 až 2009) a jarním období (průměr za roky 2007 – 2009) období jsou uvedeny v tab. 7 - 10.

Tab. 7 Obsah minerálního dusíku po mezipločinách v hloubce 0 - 0,3 m; podzimní období (průměr let 2006 – 2009)

Varianta		NO ₃ ⁻		NH ₄ ⁺		N _{min}	
		(mg.kg ⁻¹)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(%)
I. termín výsevu							
1	Hořčice bílá - Veronika	10,83	51,4	0,55	108,0	11,38	52,6
2	Hořčice bílá - Severka	12,09	57,3	0,58	109,4	12,67	58,6
3	Hořčice bílá - Ascot	10,99	52,1	0,60	113,2	11,59	53,6
4	Ředkev olejná - Ikarus	11,43	54,2	0,53	100,0	11,96	55,3
5	Svazenka vratičolist.- Větrovská	9,27	44,0	0,28	52,8	9,55	44,2
6	Svazenka vratičolistá - Angelia	11,86	56,2	0,33	62,3	12,19	56,4
7	Pohanka obecná - Pyra Elita	14,91	70,7	0,63	118,9	15,54	71,9
8	Žito svatojánské - Lesan	16,35	77,5	0,68	128,3	17,03	78,8
9	Proso seté - Hanácká mana	15,94	75,6	0,58	109,4	16,52	76,4
10	Krambe habešská - Borowska	8,99	42,6	0,43	81,1	9,42	43,6
11	Sléz krmný - Dolina	16,47	78,1	0,53	100,0	17,00	78,6
12	Lesknice kanárská - Judita	15,15	71,8	0,70	132,1	15,85	73,3
13	Světlice barvířská - Sabina	17,58	83,3	0,63	118,9	18,21	84,2
14	Kontrola – bez mezipločiny	21,09	100,0	0,53	100,0	21,62	100,0
II. termín výsevu							
2	Hořčice bílá - Severka	15,30	76,5	0,78	205,2	16,08	79,0
4	Ředkev olejná - Ikarus	17,57	87,9	0,45	118,4	18,02	88,4
5	Svazenka vratičolist.- Větrovská	16,75	83,8	0,43	113,2	17,18	84,3
8	Žito svatojánské - Lesan	21,75	108,7	0,48	126,3	22,23	109,1
11	Sléz krmný - Dolina	19,82	99,1	0,43	113,2	20,25	99,4
12	Lesknice kanárská - Judita	19,79	99,0	0,35	92,1	20,14	98,8
14	Kontrola – bez mezipločiny	20,00	100,0	0,38	100,0	20,38	100,0

Tab. 8 Obsah minerálního dusíku po mezipločinách v hloubce 0,3 – 0,6 m; podzimní období (průměr let 2006 – 2009)

Varianta	NO ₃ ⁻		NH ₄ ⁺		N _{min}		
	(mg.kg ⁻¹)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(%)	
I. termín výsevu							
1	Hořčice bílá - Veronika	10,15	39,2	0,35	60,3	10,50	39,6
2	Hořčice bílá - Severka	12,86	49,6	0,48	82,8	13,34	50,3
3	Hořčice bílá - Ascot	12,12	46,8	0,63	108,6	12,75	48,1
4	Ředkev olejná - Ikarus	12,61	48,6	0,50	86,2	13,11	49,5
5	Svazenka vratičolist.- Větrovská	9,60	37,0	0,33	56,9	9,93	37,5
6	Svazenka vratičolistá - Angelia	12,08	46,6	0,38	65,5	12,46	47,0
7	Pohanka obecná - Pyra Elita	18,74	72,3	0,53	91,4	19,27	72,7
8	Žito svatojánské - Lesan	17,52	67,6	0,63	108,6	18,15	68,5
9	Proso seté - Hanácká mana	21,37	82,4	0,55	94,8	21,92	82,7
10	Krambe habešská - Borowska	10,32	39,8	0,53	91,4	10,85	40,9
11	Sléz krmný - Dolina	18,58	71,7	0,53	91,4	19,11	72,1
12	Lesknice kanárská - Judita	19,48	75,2	0,73	125,9	20,21	76,3
13	Světlice barvířská - Sabina	22,93	88,5	0,70	120,7	23,63	89,2
14	Kontrola – bez mezipločiny	25,92	100,0	0,58	100,0	26,50	100,0
II. termín výsevu							
2	Hořčice bílá - Severka	18,96	72,1	0,78	181,4	19,74	73,8
4	Ředkev olejná - Ikarus	22,15	84,2	0,45	104,7	22,60	84,5
5	Svazenka vratičolist.- Větrovská	18,36	69,8	0,48	111,6	18,84	70,5
8	Žito svatojánské - Lesan	30,42	115,6	0,50	104,2	30,92	115,7
11	Sléz krmný - Dolina	26,54	100,9	0,53	123,6	27,07	101,3
12	Lesknice kanárská - Judita	26,73	101,6	0,43	100,0	27,16	101,6
14	Kontrola – bez mezipločiny	26,30	100,0	0,43	100,0	26,73	100,0

V podzimním období při včasném výsevu mezipločin (I. termín výsevu) byl v průměru sledovaných let (2006 – 2009) v půdní vrstvě 0 – 0,3 i 0,3 – 0,6 m zaznamenán nejvyšší obsah nitrátového i celkového minerálního dusíku na kontrole (bez mezipločiny). Na všech variantách s mezipločinami byly obsahy nižší. Nejnižší obsah vykazovala půda na variantě s krambe habešskou, dále hořčicí bílou, svazenkou vratičolistou a ředkví olejnou.

V pozdějším termínu výsevu (II. termín) byly v podzimním období (v průměru za roky 2006 - 2009) zaznamenány ve srovnání s I. termínem výsevu vyšší obsahy dusíku v půdě pod mezipločinami. Nižší obsahy dusíku ve srovnání s kontrolou zde byly zaznamenány u mezipločin s vyššími výnosy nadzemní biomasy (u hořčice bílé, svazenky vratičolisté a ředkve olejné).

Tab. 9 Obsah minerálního dusíku po mezipločinách v hloubce 0 - 0,3 m;
jarní období (průměr let 2007 – 2009)

Varianta		NO ₃ ⁻		NH ₄ ⁺		N _{min}	
		(mg.kg ⁻¹)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(%)
I. termín výsevu							
1	Hořčice bílá - Veronika	11,04	50,0	0,97	97,0	12,01	52,0
2	Hořčice bílá - Severka	10,43	47,2	1,00	100,0	11,43	49,5
3	Hořčice bílá - Ascot	9,98	45,2	1,13	113,0	11,11	52,5
4	Ředkev olejná - Ikarus	10,18	46,1	0,77	77,0	10,95	47,4
5	Svazenka vratičolist.- Větrovská	11,68	52,9	0,97	97,0	12,65	54,8
6	Svazenka vratičolistá - Angelia	12,48	56,5	0,77	77,0	13,25	57,4
7	Pohanka obecná - Pyra Elita	12,04	54,5	0,60	60,0	12,64	54,8
8	Žito svatojánské - Lesan	11,58	52,4	0,87	87,0	12,45	53,9
9	Proso seté - Hanácká mana	16,36	74,1	0,77	77,0	17,13	74,2
10	Krambe habešská - Borowska	11,12	50,4	0,87	87,0	11,99	51,9
11	Sléz krmný - Dolina	16,72	75,7	1,03	103,0	17,75	76,9
12	Lesknice kanárská - Judita	13,82	62,6	0,60	60,0	14,42	62,5
13	Světlice barvířská - Sabina	13,76	62,3	0,70	70,0	14,46	62,6
14	Kontrola – bez mezipločiny	22,08	100,0	1,00	100,0	23,08	100,0
II. termín výsevu							
2	Hořčice bílá - Severka	9,37	51,0	1,30	134,0	10,67	55,2
4	Ředkev olejná - Ikarus	7,78	42,4	0,77	79,4	8,55	44,2
5	Svazenka vratičolist.- Větrovská	10,73	58,4	0,77	79,4	11,50	59,5
8	Žito svatojánské - Lesan	13,53	73,7	0,73	75,3	14,26	73,7
11	Sléz krmný - Dolina	10,76	58,6	0,33	75,3	11,49	59,4
12	Lesknice kanárská - Judita	12,36	67,3	0,77	79,4	13,13	67,9
14	Kontrola – bez mezipločiny	18,37	100,0	0,97	100,0	19,34	100,0

Tab. 10 Obsah minerálního dusíku po mezipločinách v hloubce 0,3 – 0,6 m; jarní období (průměr let 2007 – 2009)

Varianta	NO ₃ ⁻		NH ₄ ⁺		N _{min}		
	(mg.kg ⁻¹)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(%)	(mg.kg ⁻¹)	(%)	
I. termín výsevu							
1	Hořčice bílá - Veronika	10,84	48,1	0,73	109,0	11,57	49,8
2	Hořčice bílá - Severka	10,61	47,1	0,47	70,1	11,08	47,7
3	Hořčice bílá - Ascot	9,44	41,9	0,63	94,0	10,07	43,4
4	Ředkev olejná - Ikarus	7,44	33,0	0,57	85,1	8,01	34,5
5	Svazenka vratičolist. - Větrovská	9,36	41,5	0,53	79,1	9,89	42,6
6	Svazenka vratičolistá - Angelia	10,55	46,8	0,50	74,6	11,05	47,6
7	Pohanka obecná - Pyra Elita	14,16	62,8	0,47	70,1	14,63	63,0
8	Žito svatojánské - Lesan	12,45	55,2	0,47	70,1	12,92	55,7
9	Proso seté - Hanácká mana	17,65	78,3	0,50	74,6	18,15	78,2
10	Krambe habešská - Borowska	9,70	43,0	0,57	85,1	10,27	44,2
11	Sléz krmný - Dolina	15,74	69,8	0,67	100,0	16,41	70,7
12	Lesknice kanárská - Judita	17,30	76,8	0,47	70,1	17,77	76,6
13	Světlice barvířská - Sabina	16,03	71,3	0,50	74,6	16,53	71,2
14	Kontrola – bez mezipločiny	22,54	100,0	0,67	100,0	23,21	100,0
II. termín výsevu							
2	Hořčice bílá - Severka	16,47	70,5	0,43	64,2	16,90	70,3
4	Ředkev olejná - Ikarus	20,20	86,5	0,53	79,1	20,73	86,3
5	Svazenka vratičolist. - Větrovská	18,38	78,7	0,53	79,1	18,91	78,7
8	Žito svatojánské - Lesan	20,90	89,5	0,57	85,1	21,47	89,3
11	Sléz krmný - Dolina	23,79	101,8	0,57	85,1	24,36	101,4
12	Lesknice kanárská - Judita	15,82	67,7	0,57	85,1	16,39	68,2
14	Kontrola – bez mezipločiny	23,36	100,0	0,67	100,0	24,03	100,0

V jarním období při včasném výsevu mezipločin (I. termín výsevu) byl také v průměru sledovaných let (2007 – 2009) v půdní vrstvě 0 – 0,6 m zaznamenán nejvyšší obsah nitrátového i celkového minerálního dusíku na kontrole (bez mezipločiny). Na všech variantách s mezipločinami byly obsahy dusíku nižší. Nejnižší obsah vykazovala půda na variantě s ředkví olejnou, dále krambe habešskou, hořčicí bílou a svazenkou vratičolistou.

V pozdějším termínu výsevu (II. termín) byl zaznamenán na kontrole i na variantách s mezipločinami nižší obsah dusíku ve vrchní vrstvě půdy (0 – 0,3 m) a vyšší obsah ve spodní vrstvě půdy (0,3 – 0,6 m). Docházelo zde k vertikálnímu posunu dusíku v půdním profilu (od podzimního do jarního období) jak na variantě bez mezipločiny, tak i na variantách s mezipločinami. Tuto skutečnost lze dát do souvislosti s malým nárůstem biomasy mezipločin při jejich pozdním výsevu.

Výsledky sledování celkově ukazují na příznivý vliv pěstování mezipločin na snížení obsahu nitrátového a celkového minerálního dusíku v půdě. Mezipločiny přijímají zbytkový dusík z půdy do své biomasy, a tím působí v podzimním a jarním období proti vyplavování dusíku do spodních vrstev půdy a podzemních vod. S nástupem jarní vegetace je dusík při rozkladu mezipločin postupně uvolňován a přijímán následnou plodinou. Z tohoto pohledu se nejpříznivěji projevují mezipločiny s vyššími výnosy biomasy, tedy brukvovité mezipločiny (ředkev olejná, hořčice bílá a krambe habešská) a svazenka vratičolistá. Výsledky sledování ukazují na velký význam včasného výsevu strništních mezipločin pro vytvoření dostatečného množství biomasy a tím i ochranu před posunem dusíku do spodních vrstev půdy.

III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Metodika vychází z výsledků řešení projektu NPV II č. 2B06101 a Výzkumného záměru č. MSM 6215648905. Novost metodiky spočívá v komplexním rozboru možnosti využití různých forem minimalizačních a půdoochranných technologií zpracování půdy u hlavních polních plodin a při ochraně půdy a krajiny v různých agroekologických podmínkách ČR.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika je určena pro podniky zemědělské prvovýroby, pracovníky zemědělského odborného poradenství a pro vzdělávací instituce. V tištěné podobě bude metodika distribuována v systému rezortního poradenství, v elektronické podobě bude k dispozici na webových stránkách vydavatele (www.mendelu.cz).

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Při používání minimalizačních technologií dochází ke snižování nákladů na základní zpracování půdy a zakládání porostů pěstovaných plodin. Snižování nákladů je způsobeno nižší energetickou a pracovní náročností pracovních postupů. Úspora variabilních nákladů je rozdílná v závislosti na podmínkách hospodaření a použitých pracovních operacích, pohybuje se v rozmezí od 300 do 1200 Kč na hektar.

Vedle nižších nákladů na pohonné hmoty a nižších pracovních nákladů může být významným ekonomickým přínosem i snižování pracovních špiček. To umožňuje snížení počtu stálých pracovníků v rostlinné výrobě. I při nižším stavu stálých pracovníků dochází, vzhledem k využívání techniky s vysokými jednotkovými výkony, ke zvládnutí pracovních operací v optimálních termínech.

Výsledky dlouhodobých pokusů i zkušenosti zemědělské praxe ukazují, že při používání minimalizačních technologií jsou ve většině případů dosahovány srovnatelné výnosy s konvenčními technologiemi.

Používání minimalizačních a především půdoochranných technologií má příznivý vliv na kvalitu půdního prostředí a významně omezuje vodní i větrnou erozi půdy. Ekonomické vyjádření půdoochranných efektů minimalizačních technologií zpracování půdy nelze spolehlivě ekonomicky vyhodnotit.

VI. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ABID, M., LAL, R. Tillage and drainage impact on soil quality: II. Tensile strength of aggregates, moisture retention and water infiltration. *Soil and Tillage Research*, 2009, vol. 103, Issue 2, p. 364-372.
- ANKEN, T., WEISSKOPF, P., ZIHLMANN, U., FORRER, H., JANSKA, J., PERHACOVA, K. Long-term tillage system effects under moist cool conditions in Switzerland. *Soil and Tillage Research*, 2004, Vol. 78, Issue 2, p. 171-183.
- ARSHAD, M. A., SCHNITZER, M., ANGERS, D. A., RIPMEESTER, J. A. Effects of till, no-till on the quality of soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 1990, Vol. 22, Issue 5, p. 225-299.
- AZZOZ, R. H., ARSHAD, M. A. Soil infiltration and hydraulic conductivity under long-term no-tillage and conventional tillage systems. *Canadian Journal of Soil Science*, 1996, Vol. 76, No. 2, p. 143-152.
- FRANZLUEBBERS, A. J. Water infiltration and soil structure related to organic matter and its stratification with depth. *Soil and Tillage Research*, 2002, Vol. 66, Issue 2, p. 197-205.
- HANGEN, E., BUCZKO, U., BENS, O., BRUNOTTE, J., HÜTTL, R. F. Infiltration patterns into two soils under conventional and conservation tillage. *Soil and Tillage Research*, 2002, Vol. 63, Issue 3-4, p. 181-186.
- HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. *Vliv minimalizačních a půdoochranných technologií na plodiny, půdní prostředí a ekonomiku. Zemědělské informace č. 3/2002*. Praha: ÚZPI, 2002, s. 30-38. ISBN 80-7271-106-7
- HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. *Minimalizace zpracování půdy*. Praha: ProfiPress, s. r. o., 2008, 246 s. ISBN 978-80-86726-28-1
- HŮLA, J., PROCHÁZKOVÁ, B., KOVAŘÍČEK, P. a kol. *Minimalizační a půdoochranné technologie. Metodika č. 6/2004*. Praha: VÚZT Praha, 2004, 58 s. ISBN 80-86884-01-5
- JAVŮREK, M., MIKANOVA, O., VACH, M. Changes of biological activity in soil after 10 years of minimum and no soil tillage for stand establishment. In *Proceedings of 17th Triennial Conference „Sustainability – its Impact on Soil Management and Environment“*, [CD-ROM]. Kiel: ISTRO and Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Germany, 2006, p. 1141-1147.
- KLADIVKO, E. J. Tillage systems and soil ecology. *Soil Tillage Research*, 2001, Vol. 61, Issue 1-2, p. 61-76.
- KVÍTEK, T., TIPPL, M. *Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině. Metodika č. 10/2003*. Praha: ÚZPI, 2003, 46 s. ISBN 80-7271-140-7
- MULUMBA, L. N. M., LAL, R. Mulching effects on selected soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, 2008, Vol. 98, Issue 1, p. 106-111.
- PROCHÁZKOVÁ, B., DOVRTĚL, J. Effect of different soil tillage and straw management systems on the yield of wheat. In *Proceedings of the 15th International Conference of the International Soil Tillage Research Organization*, [CD-ROM]. Temple, Texas, USA: ISTRO, 2000, 5 p.
- PROCHÁZKOVÁ, B., HRUBÝ, J., SUŠKEVIČ, M. Volba způsobů zpracování půdy podle stanovištních podmínek. *Farmář*, 2000, č. 2, s. 39-41.
- REICOSKY, D. C., LINDSTROM, M. J., SCHUMACHER, T. E., LOBB, D. E., MALO, D. D. Tillage-induced CO₂ loss across an eroded landscape. *Soil and Tillage Research*, 2005, Vol. 81, Issue 2, p. 183-194.
- RŮŽEK, P., HŮLA, J. Zpracování půdy v různých agroekologických podmínkách. *Farmář*, 2000, č. 2, s. 26-27.

- SHIPITALO, M. J., DICK, W. A., EDWARDS, W. M. Conservation tillage and macropore factors that affect water movement and the fate of chemicals. *Soil and Tillage Research*, 2000, Vol. 53, Issue 3-4, p. 167-183.
- STRUDLEY, M. W., GREEN, T. R., ASCOUGH, J. C. Tillage effects of soil hydraulic properties in space and time: State of the science. *Soil and Tillage Research*, 2008, Vol. 99, Issue 1, p. 4– 48.
- TIPPL, M., JANEČEK, M., KAČER, M. Vliv zpracování půdy na velikost povrchového odtoku a ztrátu vody erozí. In *Průběžná výzkumná zpráva projektu NAZV č. 1G57042*, 2005, s. 63-82.
- USSIRI, D. A. N., LAL, R. Long-term tillage effects on soil carbon storage and carbon dioxide emissions in continuous corn cropping system from an alfisol in Ohio. *Soil and Tillage Research*, 2009, Vol. 104, Issue 1, p. 39-47.
- ZIMOLKA, J. a kol. *Pšenice - pěstování, hodnocení a užití zrna*. 1. vyd. Praha: Profi Press, s. r. o., 2005, 180 s. ISBN 80-86726-09-6
- ZIMOLKA, J. *Ječmen - formy a užitkové směry v České republice*. 1. vyd. Praha: Profi Press, s. r. o., 2006, 200 s. ISBN 80-86726-09-6
- ZIMOLKA, J. a kol. *Kukuřice – hlavní a alternativní užitkové směry*. 1. vyd. Praha: Profi Press, s. r. o., 2008, 200 s. ISBN 978-80-86726-31-1

VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- DRYŠLOVÁ, T., PROCHÁZKOVÁ, B., HLEDÍK, P. Long-term effect of different crop rotations and soil tillage systems on soil organic matter content. *Italian Journal of Agronomy*, 2008, sv. 3, č. 3, s. 201-202. ISSN 1125-4718.
- DRYŠLOVÁ, T., PROCHÁZKOVÁ, B. Vliv zpracování půdy na vybrané parametry půdního prostředí. In WINKLER, J. (Ed.) *Sborník odborných příspěvků "MendelAgro" 2010*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, s. 56-58. ISBN 978-80-73-75-405-1.
- DRYŠLOVÁ, T., PROCHÁZKOVÁ, B., KŘEN, J., SMUTNÝ, V. Vliv vybraných faktorů na výnos zrna jarního ječmene při dlouhodobém pěstování. In WINKLER, J. (Ed.) *Sborník odborných příspěvků "MendelAgro" 2010*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, s. 52-55. ISBN 978-80-73-75-405-1.
- DRYŠLOVÁ, T., SMUTNÝ, V., KŘEN, J., PROCHÁZKOVÁ, B. Výnos zrna jarního ječmene (*Hordeum vulgare* L.) pěstovaného v dlouhodobé monokultuře na lokalitě Žabčice. In CERKAL, R., HRSTKOVÁ, P. (Eds.) *Sborník odborných příspěvků a sdělení "MendelAgro 2011"*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2011, s. 33-35. ISBN 978-80-7375-516-4.
- FILIPSKÝ, T., SMUTNÝ, V., PROCHÁZKOVÁ, B. Effect of different methods of tillage on yields and economy of growing maize for grain. In *Proceedings of 6th International Conference of ISTRO Branch - Czech Republic "Crop Management Practices Adaptable to Soil Conditions and Climate Change"*. Praha, 2011, in print.
- HOUŠŤ, M., PROCHÁZKOVÁ, B., HLEDÍK, P. Effect of different tillage intensity on yields of winter wheat. In *Proceedings of 6th International Conference of ISTRO Branch - Czech Republic "Crop Management Practices Adaptable to Soil Conditions and Climate Change"*. Praha, 2011, in print.
- LUKAS, V., ŠTIBINGER, J., PROCHÁZKOVÁ, B., NEUDERT, L. Vliv rozdílného způsobu zpracování půdy na infiltrační vlastnosti půdního povrchu. In CERKAL, R., HRSTKOVÁ, P., VEJRAŽKA, K., STŘEDA, T. *Sborník odborných příspěvků a sdělení "MZLU pěstitelům 2007"*. Brno: AF MZLU v Brně, 2007, s. 48-51. ISBN 978-80-7375-058-9.

- MIKEL, O., SMUTNÝ, V., PROCHÁZKOVÁ, B. Effect of different tillage and straw management on the yield of winter wheat. [CD-ROM]. In *Proceedings of International Ph.D. Students Conference "MendelNet 2010"*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, s. 99-103. ISBN 978-80-7375-453-2.
- NEUDERT, L., PROCHÁZKOVÁ, B. Orba a minimalizační technologie. *Zemědělec - týdeník moderního hospodáře*, 2009, sv. XVII, č. 26, s. 11-14. ISSN 1211-3816.
- PERNICOVÁ, A., PROCHÁZKOVÁ, B., JANEČEK, M. Effect of various tillage intensity on yield and content of N-compounds in kernels of spring barley. In *Proceedings of 6th International Conference of ISTRO Branch - Czech Republic "Crop Management Practices Adaptable to Soil Conditions and Climate Change"*. Praha, 2011, in print.
- PROCHÁZKOVÁ, B., DRYŠLOVÁ, T., HLEDÍK, P., PROCHÁZKA, J. Effect of different soil tillage technologies on yields of winter wheat. In *Proceedings of 18th Triennial ISTRO Conference [CD-ROM]*, Izmir, Turkey: EGE University in Turkey, 2009, s. 1-5.
- PROCHÁZKOVÁ, B., DRYŠLOVÁ, T., ILLEK, F. Vliv různého zpracování půdy na výnosy kukuřice a obsah organického uhlíku v půdě. *Úroda, vědecká příloha*, 2009, sv. LVII, č. 12, s. 457-460. ISSN 0139-6013.
- PROCHÁZKOVÁ, B., DRYŠLOVÁ, T., HOUŠŤ, M., JANEČEK, M. Effect of different soil tillage on yields of sugar beet. In *Proceedings of "Agro2010 the XIth ESA Congress"*. Montpellier, France: Agropolis International Editions, 2010, s. 765-766. ISBN 978-2-909613-01-7
- PROCHÁZKOVÁ, B., SMUTNÝ, V., NEUDERT, L., LUKAS, V., DRYŠLOVÁ, T. Technologie zpracování půdy a zakládání porostů kukuřice. In *Sborník z odborného semináře "Kukuřice v praxi 2010"*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, KWS Osiva, s.r.o., 2010, s. 12-23. ISBN 978-80-7375-371-9.
- SMUTNÝ, V., NEUDERT, L., DRYŠLOVÁ, T. What agronomic factors do influence quality of malting barley in dry areas?. In *Proceedings of "Agro2010 the XIth ESA Congress"*. Montpellier, France: Agropolis International Editions, 2010, s. 757-758. ISBN 978-2-909613-01-7.
- SMUTNÝ, V., PROCHÁZKOVÁ, B., NEUDERT, L., DRYŠLOVÁ, T., LUKAS, V., WINKLER, J. Vliv technologií zpracování půdy na výnosy plodin a kvalitu půdního prostředí. *Úroda, vědecká příloha*, 2010, sv. LVIII, č. 12, s. 59-64. ISSN 0139-6013.
- WINKLER, J. Zaplevelení dlouhodobé monokultury jarního ječmene v roce 2009. In WINKLER, J. (Ed.) *Sborník odborných příspěvků "MendelAgro" 2010*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2010, s. 151-153. ISBN 978-80-73-75-405-1.

Vydala: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Tisk: Reklamní studio REIS Brno

**Název: VÝZNAM A OPTIMALIZACE STRUKTURY A STRÍDÁNÍ PLODIN
V SYSTÉMECH HOSPODAŘENÍ NA PŮDĚ**

Autoři:

Ing. Blanka Procházková, CSc., Mendelova univerzita v Brně

RNDr. Jan Dovrtěl, CSc., Mendelova univerzita v Brně

Ing. Tamara Dryšlová, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně

prof. Ing. Jan Křen, CSc., Mendelova univerzita v Brně

Ing. Vojtěch Lukas, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně

Ing. Lubomír Neudert, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně

Ing. Vladimír Smutný, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně

Ing. Jan Winkler, Ph.D., Mendelova univerzita v Brně

Oponenti:

Ing. Jiří Hartmann, CSc., Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno

Ing. Ivo Hartman, Ph.D., Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.

Vydáno bez jazykové úpravy

**Metodika byla zpracována v souvislosti s řešením projektu MŠMT ČR NPV II
č. 2B06101 a Výzkumného záměru č. MSM 6215648905.**

ISBN 978-80-7375-524-9

©Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno



**Vydala Mendelova univerzita v Brně
2011**