



národní
úložiště
šedé
literatury

Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti

Javůrek, Miloslav; Mikanová, Olga; Vach, Milan; Šimon, Tomáš
2010

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-113904>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 28.09.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://www.nusl.cz) .



Miloslav Javůrek, Olga Mikanová, Milan Vach, Tomáš Šimon

Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti

METODIKA PRO PRAXI



Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2010

Metodika vznikla za finanční podpory MZe ČR a je výstupem řešení výzkumného záměru VÚRV v.v.i. č. 0002700604 „Udržitelné systémy pěstování zemědělských plodin pro produkci kvalitních a bezpečných potravin, krmiv a surovin“.

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2010

ISBN 978-80-7427-051-2

Miloslav Javůrek, Olga Mikanová, Milan Vach,
Tomáš Šimon

**Význam půdoochranných technologií
v rostlinné výrobě
pro rozvoj půdní úrodnosti**

METODIKA PRO PRAXI

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

2010

Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti

Tato metodika shrnuje nejnovější poznatky o vlivu vybraných agrotechnických opatření na půdní vlastnosti a na úrodnost půdy. Dává důraz na nejvýznamnější indikátory půdní úrodnosti podle jejichž úrovně lze posuzovat kvalitu půdy a poskytuje návody jak efektivně zvyšovat půdní úrodnost a následně rostlinnou produkci za použití půdoochranných technologií zpracování půdy pro zakládání porostů polních plodin.

The significance of conservation tillage technologies in crop production for soil fertility development

This methodology includes the newest knowledge on the influence of selected agricultural practices on soil properties and on soil fertility. It lays stress on the most important indicators of soil fertility that can help to evaluate the soil quality and it affords the instructions how to effectively increase the soil fertility and consequently plant production under use of conservation soil tillage technologies for field crop stand establishment.

Oponenti:

Ing. Michaela Budňáková – MZe ČR Praha

Prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc. – ČZU Praha

Metodika je určena zemědělcům a pracovníkům v zemědělském poradenství.

Metodika byla schválena Ministerstvem zemědělství ČR – odborem rostlinných komodit pod č.j. 36909/2010-17220

Ministerstvo zemědělství doporučuje tuto metodiku pro využití v praxi

Obsah

	Str.
I. Cíl metodiky	6
II. Vlastní popis metodiky	6
1. Půdní úrodnost	6
1.1. Charakteristika úrodnosti půdy	6
1.2. Indikátory půdní úrodnosti	7
1.2.1. Fyzikální indikátory	7
1.2.2. Chemické indikátory	9
1.2.3. Biologické indikátory	10
2. Půdní organická hmota	11
2.1. Organická hnojiva	11
2.2. Humus	13
3. Výsledky výzkumu	13
4. Technologie pěstování plodin, garantující vzestup půdní úrodnosti .	17
4.1. Obilniny	18
4.2. Luskoviny	20
4.3. Olejniny	21
4.4. Okopaniny	22
4.5. Příznivý vliv meziplodin	23
5. Závěr a doporučení pro praxi	25
III. Srovnání "novosti postupů"	26
IV. Popis uplatnění metodiky	26
V. Seznam použité související literatury	26
VI. Seznam publikací, které předcházely metodice	27

I. Cíl metodiky

Cílem předložené metodiky je specifikovat nejvýznamnější indikátory půdní úrodnosti a jejich působení na celkovou půdní fertilitu. Na základě dosavadních výsledků výzkumu a informací z praxe doporučit některé metody obdělávání půdy a zakládání porostů polních plodin, které by mohly být v různých podmínkách stanoviště zárukou růstu půdní úrodnosti, která je jednou ze základních atributů využívání produkčního potenciálu pěstovaných odrůd.

II. Vlastní popis metodiky

1. Půdní úrodnost

1.1. Charakteristika úrodnosti půdy

Půda je složitý, dynamicky se vyvíjející přírodní útvar, jehož vývoj a vlastnosti jsou ovlivňovány lokálními podmínkami prostředí. Je to základní, bez dlouhodobého vývoje neobnovitelný a v nejširším měřítku nenahraditelný prostředek k produkci potravin a krmiv a v tomto smyslu je třeba půdu vnímat jako národní přírodní bohatství. S ohledem nejen na funkci půdy jako zdroje pro produkci zemědělských komodit, ale i na další její funkce, jako např. vodohospodářskou, ekologickou, krajinářskou, kulturní, nebo sociální, je nasnadě aktualizace a posílení účinnosti její právní ochrany. Ta by více, než doposud měla regulovat a omezovat každoročně zvyšující se ztráty orné půdy, vznikající zejména zástavbou pro různé účely. V současné době aktuální jsou pak zábory orné půdy pro fotovoltaickou produkci elektřiny.

Půdní úrodnost je soubor vlastností, které se navenek projevují jako schopnost půdy vytvořit optimální půdní prostředí pro kořenovou soustavu rostlin a během celé jejich vegetační doby jim zajistit dostatečné množství živin, vzduchu a vody pro jejich růst a vývoj, směřující k maximální produkci. To zásadně odlišuje půdu, jakožto přirozené stanoviště pro růst a vývoj rostlin, od zvětralých horninových substrátů. Vlastnosti půdy, významné pro půdní úrodnost je možné rozdělit na fyzikální, chemické a biologické. Jejich optimální úroveň a vzájemný soulad vytváří tzv. potenciální půdní úrodnost. Ta je především ovlivněna přirozenými podmínkami za nichž se půda vytvořila a dále vyvíjela. Půdní úrodnost skutečná (aktuální) je potom výsledkem vzájemného působení mezi potenciální úrodností, podmínkami stanoviště a aktivitami, kterými na stanoviště působí člověk.

Produkční schopnost je půdní úrodnost, posuzovaná z hlediska určité, konkrétní polní plodiny. Je to komplexní, dynamická vlastnost půdy, která je nezbytná pro efektivní fungování agroekosystémů. Při využívání „Zásad správného hospodaření na půdě“ je eminentní snahou a dlouhodobým cílem působit na její zvyšování.

Úrodnost zemědělsky využívaných půd v České republice je v podstatě dána procentickým zastoupením jednotlivých půdních typů, jejichž úroveň přirozené

úrodnosti je více méně známá a odvíjí se od jejich genetického vývoje. Mezi nejúrodnější půdy se řadí černozemě, hnědozemě a černice, jejichž podíl na ZPF činí zhruba 26 %. Mezi středně úrodné s kolísáním úrovně podle místních podmínek lze počítat zejména kambizemě, fluvizemě a luvizemě, jejichž celkový podíl v ZPF je cca 56 %. Zbývajících 18 % tvoří půdy málo úrodné, nebo z různých důvodů obtížně zpracovatelné a proto pro intenzivní rostlinnou produkci méně vhodné. Vhodnými, či nevhodnými agrotechnickými opatřeními však může být stávající úrodnost půd zvyšována, nebo snižována, bez ohledu na to, o jak kvalitní půdu se jedná s tím, že u půd s vysokou úrodností lze počítat s vyšší stabilitou kvalitativních parametrů. Jako příklad nepochybného snížení úrodnosti půd lze zmínit dramatický pokles přívodu živin do půdy od roku 1990, kdy se prakticky přestalo hnojit minerálním fosforem a draslem a spotřeba dusíku klesla na polovinu. V posledních letech došlo k jistému narovnání, zejména v oblasti výživy dusíkem. V souvislosti s klesajícími stavy hospodářských zvířat však klesá přívod živin a zároveň i kvalitní organické hmoty do půdy ve formě statkových hnojiv živočišného původu. Naopak se zvyšuje podíl slámy, zejména obilné, která je v souvislosti s jejím klesajícím významem jako steliva stále ve větším měřítku zapravována do půdy. Ve formě slámy obilnin, dalších plodin a řepného chrástu je do půdy vráceno cca 85 % živin, odčerpaných vedlejšími produkty rostlinné výroby. Nezanedbatelným zdrojem organické hmoty a v ní vázaných živin z půdní zásoby jsou stále rozšiřující se plochy meziplochin.

1.2. Indikátory půdní úrodnosti

Jde o základní půdní vlastnosti a jejich zjišťování je významnou pomůckou, podle které lze usuzovat na kvalitu ornice na konkrétním pozemku, eventuelně naplánovat opatření k nápravě. Z hlediska agronoma jsou nejvhodnější ty znaky, které lze zjistit ihned, bez časově náročných a nákladných laboratorních analýz.

1.2.1. Fyzikální indikátory půdní úrodnosti

Znalost fyzikálních vlastností půdy hraje významnou úlohu při rozhodování kdy a jakým způsobem má být půda zpracovávána. Jde tedy o správný odhad zpracovatelnosti půdy s ohledem na konkrétní podmínky, panující na stanovišti, kdy při manipulaci s půdou nedochází k poškození její kvality, ale naopak je dosaženo optimálního stavu půdního prostředí, vhodného pro pěstování rostlin.

1.2.1.1. Objemová hmotnost redukovaná (O_r),

Objemová hmotnost půdy je hmotnost objemové jednotky půdy (g/cm^3 , t/m^3) v neporušeném stavu, vysušené (redukované o půdní vlhkost) při 105 °C. Optimální rozmezí pro polní kultury v orniční vrstvě (hlinitá půda) je 1,2 – 1,5 g/cm^3 , v podorničí pak 1,6 – 1,8 g/cm^3 . Pokud dochází k dlouhodobému překračování tzv. kritických hodnot (Tab. 1), které jsou nižší pro jílovité půdy a vyšší pro půdy písčité, lze očekávat snižování půdní úrodnosti, potažmo i výnosů, vzhledem k nepříznivým vlivům na vodní, vzdušný a živinný režim půd

1.2.1.2. Pórovitost půdy celková (P)

Obecně je známo, že hodnoty celkové pórovitosti půdy napovídají o stavu struktury půdy. Větší obsah pórů (45-50 %) odpovídá lepší strukturní výstavbě půdy. V porovnání s objemovou hmotností vykazují hodnoty pórovitosti opačný trend: pokud objemová hmotnost roste, pak klesá pórovitost a naopak. Za kritickou hranici (Tab. 1) celkové pórovitosti půdy se považuje na hlinitých půdách objem pórů pod 45 %. Čím více klesají hodnoty pod tuto hranici, je strukturní stav půdy více nevyhovující (půdy jsou ulehlé, až utužené). Testování vyžaduje laboratorní podmínky.

1.2.1.3 Maximální kapilární vodní kapacita (MKVK)

Vyjadřuje hodnotu maximální nasycenosti kapilárních půdních pórů. U středně těžkých hlinitých půd se hodnoty pohybují mezi 30 – 40 % obj. Půdy s nízkými hodnotami MKVK mají nízkou retenční kapacitu, což znamená, že při intenzivních, nebo dlouhotrvajících srážkách dochází na lehkých půdách k průsakům do podorničí a ke ztrátám živin. Na těžších půdách, v erozně rizikových oblastech dochází k povrchovému odtoku mimo obdělávané pozemky. V obou případech existuje riziko ztrát živin a kontaminace podzemních, nebo povrchových vod. K vyšším hodnotám tohoto parametru přispívá vyšší obsah humusu a organických látek v půdě.

1.2.1.4. Minimální vzdušná kapacita půdy (Vz)

Podle literárních údajů by se měly hodnoty minimální vzdušné kapacity půdy u náročných polních plodin pohybovat kolem 15 %, u méně náročných kolem 10 %. Kritické hodnoty Vz pro všechny polní plodiny jsou pod 10 %. Takové půdy vykazují špatnou propustnost pro vodu a jsou náchylné k zamokření.

Tab. 1: Limitní hodnoty vybraných fyzikálních vlastností orných půd (podle Lhotského, Váchala, Ehrlicha, 1984)

Kritické hodnoty fyzikálních vlastností	Druh půdy					
	Jílovitá	Jílovito hlinitá	Hlinitá	Písčito hlinitá	Hlinito písčitá	Písčitá
Objemová hmotnost (g.cm ⁻³)	> 1,35	> 1,40	> 1,45	> 1,55	> 1,60	> 1,70
Pórovitost celková (% vol.)	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38
Penetrační odpor (MPa)	2,8-3,2	3,2-3,7	3,7-4,2	4,5-5,0	5,5	6,0
Při vlhkosti (%)	28-24	24-20	18-16	13-15	12	10

1.2.1.5. Penetrometrický odpor

Jedná se o měření odporu půdy proti vtlačování kovové tyče, zakončené kuželovým hrotem. Pro polní testování lze namísto drahého penetrometru použít prostou železnou tyč (obr. 1) s označením délky a podle odporu při zasouvání do půdy je možné tímto způsobem získat představu o zhutnění orničních i podorničních vrstev. Nadměrné půdní zhutnění způsobuje zhoršení propustnosti

půdy pro vodu, snížení retenční schopnosti půdy, narušení půdních režimů, celkovou redukcí produkční schopnosti půdy a zhoršení a prodražení její zpracovatelnosti. U středně těžkých, hlinitých půd je za kritické považováno rozmezí 3,8-4,2 MPa při vlhkosti půdy 16-18 % (Tab. 1). Při překročení limitních hodnot lze v důsledku nadměrného zhutnění půdy očekávat negativní účinky na produkci plodin.



Obr. 1: Kovová tyč délky cca 1 m pro testování hloubky zhutnění ornice (Orig. Dutzi, SRN)

1.2.2. Chemické indikátory půdní úrodnosti

Mezi chemické indikátory půdní úrodnosti patří základní chemické vlastnosti, jako je reakce půdního roztoku (pH půdy), zásobenost půd hlavními živinami, zejména dusíkem, vodivost (zasolenost) půd, hygienické parametry s ohledem na rizikové prvky a organické kontaminanty.

1.3.1. Půdní reakce

Půdní reakce má významný vliv na půdní úrodnost. Silně kyselé půdy vytvářejí nepříznivé prostředí pro některé užitečné bakterie, které jsou významné pro optimální průběh biochemických reakcí v půdě (Azotobacter sp., rhizobiální bakterie aj.). Naopak příznivé podmínky nastávají pro činnost plísňí, které jsou pro rozklad organické hmoty a pro úrodnost půdy méně vhodné. Procesy mineralizace jsou v kyselých podmínkách celkově zpomaleny a během humusotvorných procesů vznikají látky méně kvalitní s vyšším obsahem fulvokyselin. Vysoká kyselost půdy snižuje efektivnost využití některých živin (zejména P) z aplikovaných hnojiv. Kyselé prostředí v půdě rovněž podporuje aktivaci těžkých kovů, které pronikají do rostlin a posléze i do potravního řetězce. Účinným opatřením k odstranění půdní kyselosti je pravidelné vápnění. Preventivně lze půdní kyselost ovlivnit méně častým používáním fyziologicky kyselých hnojiv.

1.3.2. Obsah živin v půdě

Dostatečný obsah přijatelných živin v půdě je základní podmínkou pro dosažení požadované úrovně produkce pěstovaných plodin. Cestou k zabezpečení této podmínky je respektování hlavních principů hnojení polních plodin (Klír a kol., 2008). Základním z těchto principů je pravidelné vracení z půdy odčerpaných

živin zpět a současně pravidelný a dostatečný přísun kvalitní organické hmoty do půdy. Stanovení potřeby hnojení pěstovaných plodin se řídí podle následujících kritérií:

1. Vlastnosti lokality (typ a druh půdy, vlivy počasí)
2. Vlastnosti půdy (zásobenost hlavními živinami, pH půdy atd.)
3. Charakteristika pěstitelské technologie (předplodina, zpracování půdy apod.)
4. Stanovení potřeby živin pro uvažovanou výnosovou hladinu a kvalitu výnosu
Vhodnou metodou pro zajištění potřebného obsahu živin v půdě je metoda bilancování živin.

1.3.3. Indikátory znečištění půdy

Půda může být kontaminována celou řadou anorganických i organických látek přírodního nebo antropogenního původu. Ty se potravním řetězcem posléze dostávají do těl živých organismů a ohrožují jejich zdraví i život.

Půdními kontaminanty mohou být rezidua pesticidů, které se v půdě pomalu odbourávají a mohou vážně poškodit půdní organismy.

Půda může být dále kontaminována těžkými kovy, jejichž zdrojem mohou být minerální hnojiva, organická hnojiva s obsahem čistírenských kalů, nebo rybníčního bahna. Tyto kontaminanty může přinést i povodňová voda v záplavových oblastech.

Mezi znečišťovatele půdního prostředí patří i kyselé atmosférické srážky, které mohou dlouhodobě změnit pH půdy a také nadměrné používání posypových solí v zimním období, které způsobují zasolování půdy a její postupnou degradaci.

1.4. Biologické indikátory půdní úrodnosti

Půdní mikroorganismy jsou vhodným indikátorem půdní úrodnosti zejména díky jejich všudypřítomnosti, množství a důležité roli v potravních řetězcích a cyklech živin. Z hlediska půdní úrodnosti jsou důležité půdní mikroorganismy podporující růst a vývoj rostlin. Tato skupina se podílí na řadě klíčových procesů v půdě, přispívá ke zvyšování dostupnosti živin pro rostliny a pomáhá k udržení dobré půdní struktury. Půdy, ve kterých je mikrobiální činnost všestranně rozvinuta, proto lépe uspokojují nároky rostlin na živiny, než půdy s omezenou mikrobiální činností. Informace o půdních mikroorganismech lze získat z charakteristik o jejich stavu a jejich aktivitě. Zjišťování biologických indikátorů úrodnosti se neobejde bez pomoci specializované laboratoře.

1.4.1. Celková biomasa mikroorganismů v půdě - jedná se o základní, výchozí charakteristiku půdních mikroorganismů. Mikrobiální biomasa je považována za dobrý indikátor, protože není založena na separaci mikroorganismů, ale stanovuje se přímo ve vzorcích půdy. Její pokles může signalizovat nepříznivé změny půdní organické hmoty.

1.4.2. Počty mikroorganismů v půdě - stanovuje se celkové množství mikroorganismů nebo některých skupin, či indikátorových druhů. Velký

význam pro výživu rostlin mají bakterie poutající dusík (*Rhizobium* spp. a *Azotobacter* spp.) a bakterie uvolňující fosfor z půdních minerálů (P-solubilizující bakterie). Tyto dvě skupiny mikroorganismů tak zajišťují alternativní výživu rostlin těmito základními živinami a jsou proto dobrým indikátorem úrodnosti půd. Obecně platí, že půdy s rozvinutou mikrobiální činností, lépe uspokojují nároky rostlin na živiny.

1.4.3. Enzymové aktivity - jedná se o charakteristiku metabolických aktivit půdních organismů. Proto jsou někdy označovány také jako „půdní enzymy“. Tyto enzymy pocházejí z produkce mikroorganismů, ale také kořenů nebo mrtvých mikroorganismů. Jako indikátor kvality půdy mají enzymové aktivity několik výhod: jsou v úzkém vztahu k důležitým půdním charakteristikám, mohou vykazovat změny dříve než jiné půdní vlastnosti a mohou být půdně biologickým indexem odrážejícím využívání půdy. K nejčastěji stanovovaným patří aktivita dehydrogenázy, ureázy a invertázy.

2. Půdní organická hmota

Organická hmota v půdě (2 – 5%) podmiňuje celou řadu pochodů příznivě ovlivňujících výživu a růst rostlin. Představuje velmi složitý komplex nejrůznějších organických sloučenin, které se dostávají do půdy posklizňovými zbytky rostlin, organickými hnojivy (hnůj, kejda, močůvka, zelené hnojení, kompost) nebo v půdě vznikají (humus trvalý, edafon – živé organismy). Veškeré organické látky v půdě dělíme na látky nehumifikované, humifikované a přechodné. Je mnohonásobně prokázáno, že organická hmota v půdě má zásadní význam pro zachování a zvyšování kvality půdy.

2.1. Organická hnojiva

Patří k nejvýznamnějším zdrojům organické hmoty v půdě. Účinnost živin v organických hnojivech obsažených je ovlivněna především termínem jejich aplikace a meteorologickými podmínkami na stanovišti, na nichž závisí zejména účinnost dusíku a draslíku.

2.1.1. Chlévský hnůj

Řadíme ho mezi statková hnojiva živočišného původu. Správně skladovaný a fermentovaný je nejvíce ceněným a nejrozšířenějším organickým hnojivem. V zemědělských podnicích však v současné době jeho zásoba nepokrývá skutečnou potřebu vzhledem k poklesu počtů hospodářských zvířat. Jeho aplikace je doporučována především k okopaninám, olejninám, kukuřici a zelenině. Pro zlepšení půdních vlastností je jeho častější využití doporučováno na velmi lehkých, nebo naopak na těžkých půdách. Účinnost hnoje stoupá s klesající potenciální úrodností půdy. Dlouhodobé hnojení hnojem zvyšuje rostlinnou produkci až o 20 %. Zároveň také zvyšuje účinek minerálních hnojiv. *Hnojení hnojem je považováno za takové agrotechnické opatření, které může zásadně přispět k vyšší úrodnosti půd.*

2.1.2. Močůvka

Je hnojivo s nízkou sušinou a s nízkým obsahem hlavních živin, obsahuje však některé růstové látky (auxiny, gibereliny, cytokininy). Používá se ke hnojení jarních směsek, strniskových meziplodin, luk a víceletých pícnin po sečích. Dále je vhodné aplikovat močůvku na posklizňové zbytky k zaorání (drcená sláma, chrást), nebo na zelené hnojení. Je výhodné zároveň aplikovat fosforečná hnojiva. Při pravidelném využívání je nutná kontrola pH půdy, popř. jeho úprava vápněním. *Vliv hnojení močůvkou na půdní úrodnost je omezený.*

2.1.3. Kejda

Při správném a účelném používání zvyšuje půdní úrodnost a částečně nahrazuje použití minerálních hnojiv. Kejda se aplikuje homogenizovaná, v obdobích, kdy se předpokládá její nejvyšší účinnost, tj. před setím a během vegetace. Po sklizni by se kejda měla aplikovat ve spojení se zaorávanou slámy, nebo zeleným hnojením, popř. před výsevem meziplodin a hlavních plodin ozimých i jarních. Při aplikaci kejdy přímo do půdy je využito 79 % N z celkového obsahu a při aplikaci na povrch půdy pouze 54 %. *Při dodržení správných pravidel aplikace, zejména při zapravení kejdy do půdy, eventuelně s drcenou slámou předchozí obilniny, lze vliv na půdní úrodnost považovat za velmi pozitivní.*

2.1.4. Sláma

Je výhodným zdrojem organické hmoty v půdě, příznivě ovlivňuje obsah humusu i přijatelných živin, podílí se na zlepšení půdní struktury a na zvyšování intenzity biologické činnosti v ornici. Z hlediska výhodnějšího poměru C : N je lepší pro zaorávku využít slámu luskovin, řepky, slunečnice, nebo kukuřice. Pro rychlejší rozklad slámy obilnin je vhodné dohnojení dusíkem, popř. fosforem, aby mikroorganismy neodebíraly živiny, deponované v půdní zásobě. Při zaorávce slámy obilnin je podle kvality půdy doporučována dávka 5 – 10 kg N na 1 tunu slámy. Pro efektivní rozklad slámy je rovněž nutný dostatečný obsah půdní vláhy, proto lze s výhodou před zapravením aplikovat na slámu tekutá organická hnojiva. *Vliv zaorané drcené slámy na půdní úrodnost je významný.*

2.1.5. Zelené hnojení

Vedle zastoupení v běžných osevních postupech, kde jsou pro tento účel využívány jak hlavní plodiny, tak meziplodiny, podsevy atd., se zelené hnojení používá jako náhrada za hnojení chlévským hnojem v podnicích, které hospodaří na půdě bez živočišné výroby. Je to univerzální organické hnojivo, kterým přivádíme do půdy významné množství organické hmoty a živin. Vedle dalších příznivých efektů (protierozní ochrana, fyto-sanitární působení, redukce půdního zhutnění atd.) působí zelené hnojení jako přerušovač při nutnosti řazení obilnin po sobě v osevních postupech. *Zařazování plodin na zelené hnojení do osevních rotací má velmi významný vliv na půdní úrodnost.*

2.1.6. Komposty

Je stabilní organické hnojivo, kterým dodáváme do půdy organickou hmotu již částečně rozloženou (podle stáří kompostu) s obsahem humusových látek, s živinami ve stabilních vazbách na organické sloučeniny a se značným množstvím mikroorganismů, které mají regenerační účinky na půdy různým způsobem poškozené. Komposty mají i fungicidní účinky tím, že obsahují organismy, které působí antagonisticky vůči některým patogenům (*Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia aj.*) a brání jejich rozvoji. *Využívání kompostů může velmi významně přispět ke zlepšení kvality půdy a k její vyšší úrodnosti.*

2.2. Humus

Význam humusových látek je mnohostranný a spočívá v kladném ovlivňování všech půdních vlastností působících rozhodujícím způsobem na obsah živin v půdě i na půdní úrodnost.

Jejich přítomnost vede k intenzivnímu poutání živin v půdě (6 – 7x vyšší než u jílových minerálů), jsou důležitým faktorem drobtovité struktury půdy, jejímž důsledkem je příznivý vodní, vzdušný a tepelný režim půdy, kladně ovlivňují pufrovací schopnost půd, příznivě působí na biologické, biochemické a fyzikální vlastnosti půd, poutají na sebe škodlivé sloučeniny a částečně vážou některé těžké kovy v půdě, zabráňují vysrážení fosforečných sloučenin z půdního roztoku. Rozpustné humusové látky vykazují přímý stimulační vliv na rostliny, zejména na rozvoj kořenové soustavy.

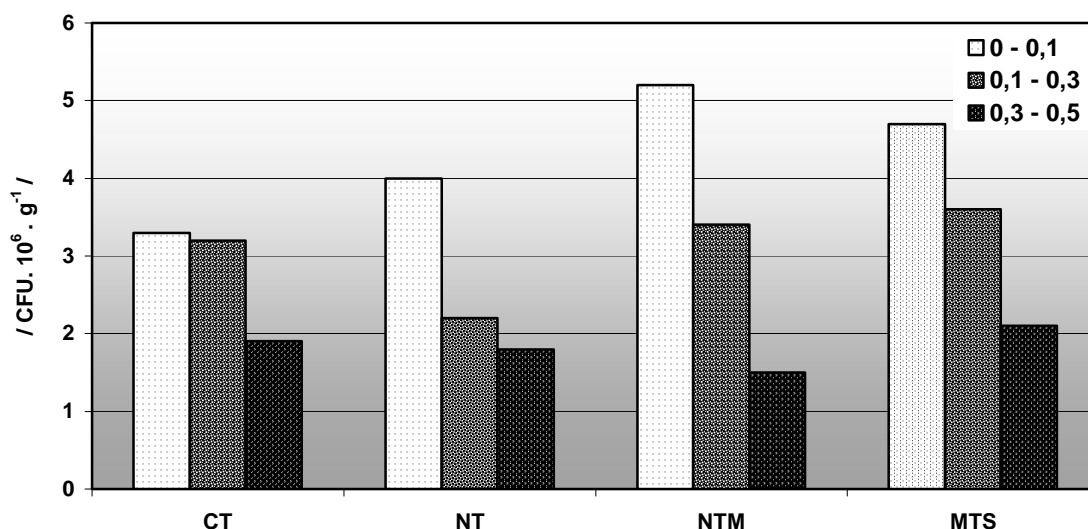
Množství humusu a jeho kvalita velmi úzce souvisejí s typem a druhem půdy a se způsobem jejího obdělávání. Výsledky dlouhodobých pokusů (Klír, 1997) prokázaly, že pod vlivem určitého daného způsobu hospodaření na půdě určité dané kvality se obsah humusu stabilizuje na určité úrovni, jejíž další zvyšování je náročné a neefektivní. Pouze půdy s optimálním obsahem humusu si dlouhodobě udržují vysokou úrodnost a dobrou produkční schopnost. Pokles dodávek kvalitní organické hmoty do půdy znamená pokles obsahu humusu a zejména jeho kvality, což se projeví ve zhoršení fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy a posléze ve snižování výnosů pěstovaných plodin. Stabilita úrovně půdní úrodnosti je vyšší u půd těžších a vyvinutějších, jako jsou černozemě, nebo hnědozemě. Naopak půdy lehčí reagují na zastavení přívodu organické hmoty do půdy rychleji a výnosový efekt se projeví během kratší doby.

3. Výsledky výzkumu

Od roku 1995 běží na stanovišti v Praze-Ruzyni polní pokus, který je založen jako tříhonný osevní postup pro pšenici ozimou, jarní ječmen a hořčici bílou. Plodiny jsou pěstovány za využití půdoochranných technologií zpracování půdy (setí do nezpracované půdy s mulčem/bez mulče, minimální zpracování se zapravenou drcenou slámou) a získané výsledky se porovnávají s variantou klasického způsobu založení porostu. V průběhu pokusu jsou sledovány aspekty produkční, půdní i ekonomické.

Již po 5 letech trvání pokusu byly získány výsledky potvrzující oživení ornice ve variantách půdoochranného zpracování v porovnání s konvenčním zpracováním.

Graf 1: Celkový počet bakterií v 1 gramu půdy (výsledky po 10 letech od založení pokusu)



Legenda: CT = klasické zpracování půdy; NT = půdoochranné bez zpracování; NTM = půdoochranné bez zpracování s mulčem; MTS = minimální zpracování se zapravenou drcenou slámou

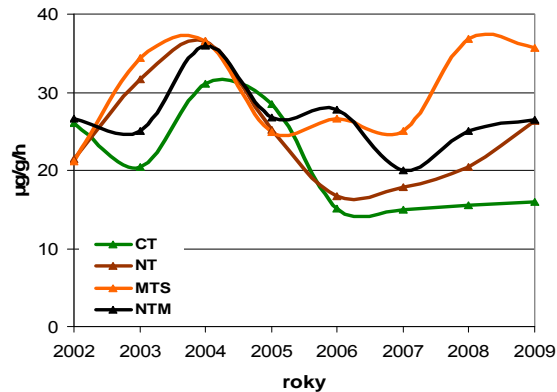
Graf č.1 ukazuje nárůst počtu mikroorganismů v půdoochranných variantách zpracování půdy v porovnání s kontrolní variantou klasické technologie obdělávání půdy (CT) ve 3 odběrových půdních horizontech po deseti letech trvání pokusu. Navýšení počtu bakterií lze pozorovat zejména v horní vrstvě ornice do hloubky 10 cm. Výrazný efekt se projevil zejména ve variantách, kde byl použit mulč (NTM), nebo při mělkém zapravení drcené slámy (MTS). Mírný trend nárůstu lze pozorovat u těchto variant rovněž ve střední odběrové hloubce od 10 do 30 cm. V hloubkách od 30 do 50 cm nebyl pozorován žádný pozitivní vliv změny způsobu zpracování na počet bakterií v půdě. Tuto charakteristiku je možno považovat za jeden z indikátorů půdní úrodnosti.

Dalším indikátorem kvality půdy je úroveň aktivity půdních enzymů. Z nich byla sledována především ureáza, která se podílí na hydrolýze močoviny a arylsulfatáza, která způsobuje rozklad celulózy.

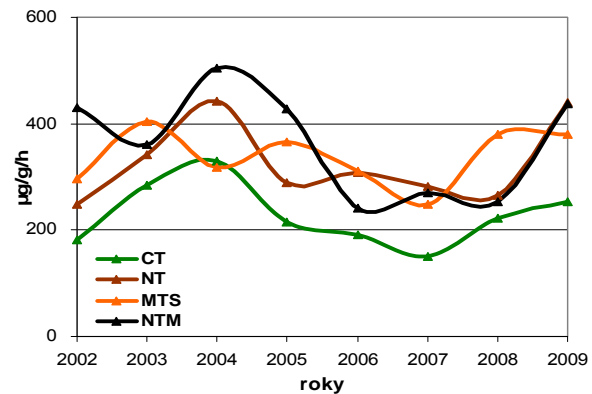
V grafu č.2 jsou znázorněny trendy aktivity ureázy v jednotlivých variantách založení porostu v časovém intervalu od r. 2002 do r. 2009. První nápadný rozdíl mezi půdoochrannými variantami a variantou kontrolní (CT) byl v roce 2003 jako důsledek výrazného sucha během vegetace. Vlivem technologie zpracování půdy byla v půdoochranných variantách vyšší půdní vlhkost, tudíž i příznivější prostředí pro enzymové reakce. Od roku 2006 se až do konce sledování diferencují úrovně aktivity tak, že nejnižší aktivita ureázy zůstává

v kontrolní variantě klasického zpracování půdy, na nejvyšší úrovni se pohybuje aktivita tohoto enzymu při minimálním zpracování se zapravenou slámou s přidavkem minerálního dusíku.

Graf 2: Aktivita ureázy v horní vrstvě ornice v daných variantách zpracování půdy



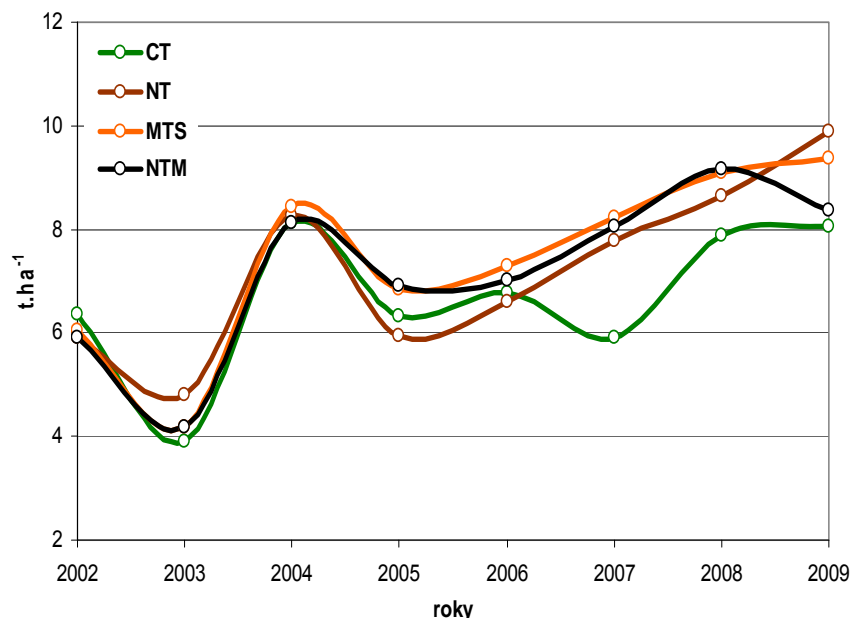
Graf 3: Aktivita arylsulfatázy v horní vrstvě ornice v daných variantách zpracování půdy



V grafu č.3 je znázorněn průběh aktivity arylsulfatázy, která spolupůsobí při rozkladu celulózy a proto je její vyšší aktivita vázána na varianty s vyšším obsahem organické hmoty v půdě, což se v grafu projevuje tím, že průběh její aktivity v CT variantě se v celém intervalu (vyjma roku 2004) pohybuje pod úrovní všech tří půdoochranných variant.

V grafu č.4 jsou znázorněny trendy výnosů ozimé pšenice v jednotlivých variantách založení porostu v časovém intervalu od r. 2002 do r. 2009.

Graf 4: Výnosové trendy ozimé pšenice v jednotlivých variantách zpracování půdy v období 2002 - 2009



Rok 2002 jako počátek sledování byl zvolen proto, že až od tohoto roku bylo zahájeno sledování biologie půdy. Na první pohled je zřejmé, že trendy výnosů zhruba kopírují průběh křivek enzymových aktivit v grafech 2 a 3. Do roku 2006 je patrné kolísání výnosů bez statisticky významných rozdílů v

závislosti na podmínkách ročníku. Za povšimnutí stojí opět suchý rok 2003, kdy všechny půdoochranné varianty byly výnosově lepší, než varianta konvenční a podobně rok 2007, kdy je rozdíl mezi půdoochrannými variantami a klasickým zpracováním ještě názornější. Od roku 2006, tzn. po 11-ti letech od založení polního pokusu je možno pozorovat trvalý růst produkce na půdoochranných variantách (vyjma NTM v r. 2009), překročení hranice 8 t.ha⁻¹ a dosažení 10 t.ha⁻¹ u varianty NT, kdežto výnosy v CT nadále kolísají mezi 6 – 8 t.ha⁻¹. To odpovídá tvrzením v literatuře, že po zavedení půdoochranných technologií se jejich příznivé účinky projeví po delší době, kdy dochází ke stabilizaci půdních poměrů, spojené se změnou způsobu zpracování půdy. Délka takového období závisí na řadě faktorů, zejména pak na přirozené půdní úrodnosti a na podmínkách stanoviště.

Z grafu dále vyplývá, že v uvedených osmi letech bylo nejvyšších výnosů dosahováno obvykle ve variantě minimálního zpracování se zapravenou slámou, jejíž rozklad byl podpořen dávkou minerálního hnojiva ve výši 1 – 2 kg N na 100 kg slámy.

Vyšší intenzita hospodaření s organickou hmotou při obdělávání půdy v půdoochranných systémech znamená i vyšší akumulaci uhlíku a dusíku v půdě. Průměrné hodnoty celkového N a C za období 2005–2009, uvedené v tabulce 2, potvrzují vyšší obsah těchto živin zejména ve variantách NT a MTS. Uhlík a dusík jsou hlavními složkami humusu v půdě a proto vyšší obsahy C a N v půdě dávají předpoklad k tvorbě vyššího obsahu půdního humusu (tabulka 3) a k intenzivnějším projevům jeho příznivých vlastností a účinků pro vyšší úrodnost půdy.

Tab. 2: Celkový obsah dusíku (N_{celk.}) a uhlíku (C_{org.}) v hloubce ornice 0 - 0,1 m

Varianta zpracování	N _{celk.} (%)	C _{org.} (%)
1. Konvenční zpracování (CT)	0,166 ± 0,012	1,822 ± 0,102
2. Bez zpracování (NT)	0,182 ± 0,014	2,125 ± 0,140
4. Bez zpracování+mulč (NTM)	0,175 ± 0,013	1,928 ± 0,201
3. Mělké zpracování+sláma (MTS)	0,180 ± 0,012	2,013 ± 0,121

Tab. 3: Obsah humusu v % (průměry 2005 – 2009)

Hloubky odběru vzorků /m/	Konvenční zpracování	Bez zpracování	Bez zpracování + mulč	Mělké zpracování + sláma	M.D. 0,05
0 – 0,1	2,81	3,51	3,82⁺	3,64⁺	0,733
0,1 – 0,2	2,68	3,38⁺	3,44⁺	3,16	0,616
0,2 – 0,3	2,63	3,05	3,02	2,68	0,605

Vrchní vrstvu ornice, která je v podstatě nejúrodnější s ohledem na nejvyšší oživení mikroorganismy a nejpříznivější stav půdních režimů, je nutno chránit proti vodní erozi, jejímiž účinky je právě tato vrstva odnášena mimo produkční plochy. Naše dlouhodobá sledování stability půdních agregátů potvrzují pozitivní korelaci mezi obsahem C a N v půdě a odolností půdních agregátů proti účinkům vody.

Výsledky sledování posledních pěti let (tabulka 4) ukazují, že v půdním horizontu do 0,2 m ve variantě bez zpracování půdy s mulčem je až dvojnásobné množství vodě odolných agregátů, než ve variantě konvenční. Rovněž i v ostatních půdoochranných variantách bylo zjištěno významně vyšší množství půdních agregátů, rezistentních proti účinkům vody.

Tab. č. 4: Procento vodě odolných půdních agregátů (průměry 2005 – 2009)

Plodina	Konvenční zpracování	Bez zpracování	Bez zpracování + mulč	Mělké zpracování + sláma	Min.dif. 0,05
Pšenice ozimá	23,7	47,3 ⁺	56,1 ⁺	34,5	11,79
Ječmen jarní	32,4	45,6 ⁺	51,8 ⁺	40,7	9,78
Hrách setý	26,8	44,3 ⁺	48,3 ⁺	37,5 ⁺	10,24

Výše uvedené výsledky potvrzují příznivý vliv půdoochranných technologií pěstování plodin na půdní vlastnosti, které jsou charakteristické pro dobrou úrodnost půdy a její vysokou produkční schopnost. To se projevuje ve výnosové úrovni u konkrétních způsobů zpracování půdy, kdy po určité době po zavedení půdoochranných metod zpracování půdy, jejíž délka závisí na podmínkách prostředí, dochází k trvalejšímu, statisticky významnému nárůstu produkce pěstovaných plodin v porovnání s konvenčním zpracováním. Existuje-li možnost vzájemného porovnání mezi jednotlivými způsoby zpracování, pak je patrné, že tyto výnosové změny přetrvávají i změny podmínek vlivem počasí v jednotlivých ročnících.

4. Technologie pěstování plodin, garantující vzestup půdní úrodnosti

Výše uvedené výsledky výzkumu, (jichž je uveden pouhý zlomek) konfrontované se zahraničními údaji a s informacemi z praxe byly podkladem pro návrh modelových technologií pěstování hlavních polních plodin, které splňují kritéria minimalizačních a půdoochranných metod obdělávání orné půdy a zakládání porostů s následným efektem zlepšování půdních vlastností, ovlivňujících kvalitu a úrodnost půdy. Intenzita projevu účinků a to, za jakou dobu se projeví v podobě rostoucí kvality půdy a zvyšující se produkce a její

stability závisí na půdních a klimatických podmínkách stanoviště. Navržené postupy je proto vhodné modifikovat podle místních podmínek a zkušeností agronomů.

4.1. Obilniny

Pšenice ozimá

Předplodina obilnina, řepka a luskovina

Co nejdříve po sklizni předplodin je třeba provést podmínku a její ošetření. Vzešlý výdrol a plevel se likvidují buď dalším mělkým zpracováním, nebo chemicky. Na těžších půdách se po podmítce doporučuje hlubší kypření (cca do 20 cm). Přímé setí do nezpracované půdy se zbytky slámy na povrchu půdy je vhodné spíše po luskovinách, nebo řepce; po obilninách se považuje za krajní řešení s ohledem na vysoké riziko přenosu chorob. Následuje-li pšenice po obilninách, pak je vhodnější setí do mělce zkypřené půdy se zapravenými posklizňovými zbytky. Při přípravě seťového lůžka, kdy se zapravuje sláma obilnin, je nutno zajistit především kvalitní rozdrčení, pokud možno rovnoměrné rozmístění po povrchu půdy a před zapravením úpravu poměru C:N aplikací dusíkatého hnojiva, nejlépe v kapalné formě v dávce 10 kg dusíku na 1 tunu slámy. Tím se vytvoří podmínky pro dobrý průběh mikrobiálního rozkladu zapravené organické hmoty s minimem negativního vlivu na vzcházející osivo. Výrazného urychlení rozkladu slámy obilnin lze dosáhnout aplikací organominerálních hnojiv, jejichž základem jsou melasové výpalky s vyšším obsahem zbytkového cukru.

Předplodina píceňina

Nejprve je nezbytné zlikvidovat porost pícnin neselektivním herbicidem, nejlépe ve směsi s herbicidem na bázi sulfonylmočoviny pro zamezení obrůstání (u jetelovin). Pak následuje mělké zpracování povrchové vrstvy s urovnáním povrchu a setí. Pokud půda není na povrchu slitá a utužená, a porost nebyl nadměrně zaplevelen vytrvalými druhy plevelů je možno využít metody přímého setí do nezpracované půdy a umrtvená biomasa jetelovin pak funguje jako mulč, který má řadu příznivých efektů, z nichž nejvýznamnější je ochrana vody v půdě a prevence proti vodní erozi.

Předplodina okopanina nebo kukuřice

Pokud sklizeň předplodin neprobíhala za příliš vlhkého počasí a přepravou produktů po poli a sklizňovou technikou nebyly vytvořeny příliš hluboké koleje, pak je vhodné použít mělkého kypření s urovnáním povrchu a setí. Zejména po bramborách je pro založení porostu výhodné využívat secích kombinací, tzn. secích strojů s předřazenými sekcemi pro zpracování půdy. Použitím těchto kombinací dochází ke sloučení několika pracovních operací do jediné, a tím i k odpovídajícím úsporám.

Po sklizni silážní nebo zrnové kukuřice lze rovněž využít za příznivých půdních podmínek přímého setí ozimé pšenice do nezpracované půdy.

Rozhodující však je, za jaké půdní vlhkosti byla kukuřice sklizena a do jaké míry rovný je povrch půdy po sklizni. Menší nerovnosti je možné upravit talířovými podmítači, nebo kombinovanými kypřiči. Povrchové zpracování kombinovanými kypřiči je nutné použít i při vyšším zaplevelení pozemků. Pro setí plodin do nezpracované půdy jsou konstruovány speciální secí stroje, jejichž botky umožní uložení osiva do správné hloubky a zajistí jeho zaklopení.

Pšenice jarní

Pěstuje se většinou jako náhradní řešení, tzn. v případě, že se ozimá pšenice nestihne z různých důvodů na podzim zasít, nebo jako náhrada za vymrzlé plochy pšenice ozimé. Pokud se s jarní pšenicí počítá jako s běžnou jarní obilninou, je třeba vzít v úvahu, že potřebuje časný jarní výsev. To znamená, že na podzim je nutné mělké zpracování půdy radličkovým podmítačem a co nejdříve na jaře, jak to podmínky dovolí, zasít secím kombinátorem.

Ječmen jarní

Nejvhodnější pro pěstování půdoochrannými metodami jsou úrodné půdy v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti. Minimalizaci je však možné využívat i na méně úrodných půdách, přičemž rozhodující je množství srážek a jejich časové rozdělení. V sušších lokalitách je důležitá redukce hloubky a intenzity zpracování půdy z důvodu *minimalizace ztrát půdní vláh*y. Současně se doporučují opatření ke zvýšení vododržnosti půdy systematickým *zvyšováním obsahu organické hmoty v půdě*.

Předplodina obilnina

Po úklidu slámy po sklizni se provede mělká podmítka s urovnáním povrchu půdy a setí strniskové meziplodiny. Jako nevhodnější se ukazuje svazanka vratičolistá, která opakovaně měla v polních pokusech příznivý vliv právě na jarní ječmen. s příznivým vlivem na výnos jarního ječmene. Na chudších a lehčích půdách je vhodné využít kombinaci zapravení drcené slámy předplodiny a následného výsevu meziplodiny. Pro podpoření rozkladu obilné slámy předplodiny je nezbytné aplikovat dusík buď ve formě kejdy, nebo minerální dusík v dávce 1 kg na 100 kg zapravené slámy. Je-li porost meziplodiny na jaře zcela vymrzlý a pozemek nezaplevelený, lze provést přímé setí do mulče z meziplodiny bez zpracování půdy. Pokud je porost meziplodiny vymrzlý jen částečně, nebo zaplevelený, je nutné provést před setím ječmene ošetření neselektivním herbicidem, nebo mělkou mechanickou kultivací. Pro volbu mezi přímým setím, nebo minimálním zpracováním se rovněž rozhodujeme s ohledem na zásobu vody v půdě. Po suché zimě volíme raději mělké zpracování před setím pro přerušování kapilarity jako prevenci před dalšími ztrátami vláh výparem.

Předplodina kukuřice nebo slunečnice

Na úrodnějších, ne příliš zaplevelených půdách je postačující zpracovat na podzim půdu talířovými podmítači. Při větších nerovnostech povrchu, hlubších

kolejových stopách a větším množstvím posklizňových zbytků je nutné podmínku zopakovat napříč předchozím směrem jízd. Na pozemcích s rovňejším povrchem (při sklizni předplodin za sucha) je zcela dostačující použití radličkových kypřičů. Na jaře, pokud je k dispozici secí kombinátor, se přistupuje k setí, jakmile to půdní podmínky dovolí a porost ječmene se tak zakládá jedinou pracovní operací. Pro jarní vstup na pole je důležitá vlhkost půdy, protože stejně jako při klasickém zpracování půdy, tak ani při půdoochranné technologii se ječmen nesmí setím tzv. „zamazat“ do půdy. To pochopitelně platí bez ohledu na předplodinu.

Předplodina cukrovka

Podzimní zpracování půdy je většinou spojeno se zapravením chrástu, což předpokládá podmínku talířovými kypřiči, které mohou částečně vyrovnat i povrchové nerovnosti, způsobené při sklizni. Na jaře je výhodné použít secích kombinací. Dusík z chrástu zapraveného do půdy je nutné započítat do celkové dávky dusíku, jedná-li se o sladařské odrůdy.

Předplodina brambory

Z agrotechnického hlediska jde o velmi dobrou kombinaci. Většinou není nutné žádné podzimní zpracování. Pouze na chudších půdách a v oblastech ochrany podzemních vod je vhodné založit porost meziplodiny, zejména po bramborách s kratší vegetační dobou.

4.2. Luskoviny

Vzhledem na schopnost fixace atmosférického dusíku nemají luskoviny speciální pěstební nároky jak na výživu, tak ani na předplodinu. Nedoporučuje se však některé druhy pěstovat po sobě. Protože jsou luskoviny považovány za zlepšující předplodiny v osevním postupu, jsou jejich předplodinou převážně obilniny.

Předplodina obilnina

Je možno použít buď variantu se zapravením drcené slámy a posklizňových zbytků předplodiny, nebo se strniskovou meziplodinou. V prvním případě se provede mělké zapravení drcené slámy talířovými nebo radličkovými kypřiči a po vzejití výdrolu jeho chemická likvidace. Na jaře je třeba vzít v úvahu, že hrách vyžaduje ranný výsev. Pro kvalitní a rovnoměrné vzejití je třeba použít secí stroje, které zajistí optimální hloubku uložení osiva. V druhém případě se po úklidu slámy provede podmínka s urovnáním povrchu a výsev strniskové meziplodiny. Na jaře je výhodné provést výsev secí kombinací, kdy se zbytky vymrzlé meziplodiny zapraví mělce do půdy.

V posledních letech získává mezi luskovinami stále významnější místo sója. Je to plodina relativně náročná na pěstební podmínky. Pěstební technologie je zaměřena na regulaci ztrát půdní vláhy a na zajištění dostatečného počtu jedinců na ploše pro vyšší konkurenceschopnost porostu proti plevelům. Technologický postup na podzim po sklizni obilniny je prakticky stejný jako pro jiné jarní

plodiny, tzn. standardní podmínka po úklidu slámy, nebo zaklopení drcené slámy talířovými podmítači, což může být doplněno hlubším zpracováním radličkovými kypřiči později na podzim pro likvidaci vyrostlých plevelů. Podle stanovištních podmínek je možno volit i variantu se strniskovou meziplodinou. Jarní příprava a setí se neliší od konvenční technologie a spočívá v mělkém nakypření a urovnání ornice kombinátorem s následným setím, nebo využití secí kombinace. Podle podmínek je možné volit i variantu přímého setí do nezpracované půdy, kde by měla předcházet likvidace plevelů neselektivním herbicidem. Před setím se doporučuje použití očkovací látky s rhizobii, vhodnými pro sóju.

4.3. Olejniny

Řepka ozimá

Předplodina obilnina

Minimalizační technologie, zejména pokud se aplikují po obilninách, mohou přinést některé problémy, zvyšující pěstební riziko u této plodiny. Jde především o zavedení vyšší intenzity hospodaření s organickou hmotou, kdy zapravená drcená sláma, s ohledem na relativně krátké mezioporostní období, nestačí, zejména v půdách s nízkou vlhkostí, ani částečně zmineralizovat a může působit problémy při klíčení a vzcházení řepky. Proto největší význam pro obohacení půdy organickou hmotou pro řepku má hnojení chlévským hnojem. Půdoochranné a minimalizační technologie však mají své uplatnění v suchých oblastech a na obtížně zpracovatelných půdách s ohledem na ochranu vláhy v půdě a pro zajištění rovnoměrného vzcházení zasetých ploch. Z výsledků polních pokusů výzkumných pracovišť vyplývá, že lze najít varianty minimálního zpracování, kde výnosy semene jsou vyšší než při konvenčním pěstování. Zásadou je vhodnou volbou způsobu zpracování a přípravy půdy k setí, s ohledem na aktuální stav půdy a místní podmínky, regulovat negativní vliv slámy a výdrolu obilnin. Prioritou předseťového zpracování je vysoká kvalita přípravy seťového lůžka a zachování maxima vláhy v půdě.

Slunečnice

Předplodina obilnina

Po sklizni se provádí podmínka strniště, na podzim následuje kypření do hloubky 12-15 cm, kdy je možné zapravit chlévský hnůj. Na jaře se kypří kombinátory na hloubku setí a výsev se provádí přesnými secími stroji s dvoukotoučovými secími botkami se současnou aplikací hnojiv.

Předplodina kukuřice

Po kukuřici se provede drcení posklizňových zbytků a jejich zapravení s P a K hnojivy talířovým podmítačem. Na jaře se kypří kombinátory na hloubku setí s následným výsevem. V erozí ohrožených oblastech po kukuřici na siláž se vysévají vymrzající meziplodiny po předchozím mělkém zpracování půdy a

urovnání povrchu. Na jaře se slunečnice seje přesným secím strojem přímo do mulče meziplodiny s eventuální předchozí aplikací neselektivního herbicidu.

4.4. Okopaniny

Cukrovka

Základní podmínkou pro založení kvalitního porostu cukrovky je kvalitní předseťovou příprava, garantující vysokou klíčivost semen a odpovídající polní vzcházivost. Na většině výměry cukrovky u nás se využívá klasické technologie obdělávání půdy s orbou, protože se traduje, že optimální růst hlavního kořene a celé kořenové soustavy je možný pouze v kypřeném orničním profilu. V posledních letech se však rozšiřují plochy, kde se uplatňují minimalizační a půdoochranné technologie, jejichž úspěšnost byla potvrzena jak v dlouhodobých pokusech na výzkumných pracovištích, tak i v praxi. Důvodem je dlouhodobá celoplošná aplikace systému půdoochranných technologií pro většinu plodin v podniku. Přitom je nutno vzít v úvahu dlouhodobost procesu změn půdní struktury i dalších vlastností půdy a v prvních fázích přechodu na minimalizaci je vhodné kypřit půdu pro okopaniny do větší hloubky (podle typu půdy do 20–25 cm).

Předplodina obilnina

Při pěstování cukrovky po obilnině se podmínkou zapraví do půdy drcená sláma předplodiny s vyrovnávací dávkou dusíku. Eventuální výdrol se likviduje buď mechanicky, nebo neselektivním herbicidem. Pokud se cukrovka hnojí chlévským hnojem, lze ho zapravít buď podmínkou, nebo kultivací spolu s výdrollem. V systémech bez živočišné výroby je vhodné nahradit hnůj strniskovou meziplodinou. Na jaře se provede mělká předseťová příprava, nebo se cukrovka seje přímo speciálními secími stroji do mulče meziplodiny, kdy je možno současně aplikovat minerální hnojiva.

Brambory

Při zavádění půdoochranných pěstebních technologií u brambor je nutné brát v úvahu, že tato plodina potřebuje pro využití jejího produkčního potenciálu prokypřenou a proteplenou ornici, která urychluje klíčení, vzcházení a vytváří tak předpoklady pro rychlý start porostu a jeho bezprostřední konkurenceschopnost. Přesto je možné pěstovat brambory v podmínkách minimalizačních, nebo půdoochranných technologií, zejména, jsou-li tyto technologie dlouhodobě součástí systému zpracování půdy pro rostlinnou výrobu v celém podniku.

Předplodina obilnina

Jako vhodný postup lze využít následující sled operací: podmínka do hloubky 10 cm po sklizni předplodiny, mělké zapravení (do 15 cm) organického hnojiva kypřením, jarní kypření do hloubky 15 cm s urovnáním povrchu, sázení hlíz, regulace plevelů systémem omezené kultivace v kombinaci s herbicidem, nebo

pouze chemicky. Hnojení hnojem lze nahradit strniskovou meziplodinou, nebo hnojením hnojem k vhodné předplodině.

Kukuřice

Kukuřici lze zařadit podle typu produkce k zrninám i k píceinám. Podle technologie pěstování s ohledem na širokořádkové porosty však náleží k okopaninám. K hlavním pěstebním cílům patří co nejvyšší využití jejího produkčního potenciálu a právě aplikace správných pěstebních postupů je jednou z rozhodujících podmínek.

Předplodina obilnina

Jako zlepšující plodina v osevních postupech je často pěstována kukuřice po obilnině. Po klasické podmítce strniště následuje mechanická, nebo chemická likvidace výdrolu. Podmítkou je možno zapravit do půdy drcenou slámu předplodiny. Úpravu poměru C:N zajistíme aplikací minerálního dusíku, nebo kejdy. Pokud se kukuřice hnojí hnojem, lze ho rovněž zapodmítat, nebo zapravit do půdy při likvidaci výdrolu. Není-li pro kukuřici k dispozici hnůj, pak jeho vhodnou náhradou jsou vymrzající, nebo ozimé, chemicky likvidované strniskové meziplodiny. Na jaře se provede mělké zpracování půdy současně se zapravením minerálních hnojiv a následuje setí přesnými secími stroji. V případě setí do mulče meziplodin se kukuřice seje přímo do nezpracované půdy k tomu určenými secími stroji se současnou aplikací živin. Podle stavu vymrznutí meziplodiny, či zaplevelenosti pozemku je nutné rozhodnout o ošetření neselektivním herbicidem.

Předplodina kukuřice

Kukuřice se vyznačuje vysokou snášenlivostí, proto není výjimkou v osevních postupech pěstování kukuřice po kukuřici. Na podzim, po sklizni kukuřice je důležité zapravení posklizňových zbytků, nejlépe talířovými podmítači. Posklizňové zbytky, zejména po kukuřici na zrno je nutné dobře rozdrtit a co nejrovnoměrněji rozmístit po pozemku. Před zapravením je třeba aplikovat minerální dusík nebo organická hnojiva (kejdu). Předseťová příprava a setí jsou stejné, jako po obilninách.

Rozhodneme-li se pro minimalizační, nebo půdoochranné technologie zakládání porostů polních plodin, pak máme na výběr celou řadu variant. Z nich je potřeba zvolit tu optimální, s ohledem na půdní a klimatické podmínky stanoviště, na požadavky plodiny, resp. zvolené odrůdy i na technické možnosti a vybavení podniku.

4.5. Příznivý vliv meziplodin

Zařazování meziplodin do osevních postupů řeší pokryv a ochranu půdy v meziorostních obdobích. Z tohoto pohledu nejvýznamnější a zároveň nejpoužívanější jsou meziplodiny strniskové, které se vysévají co nejdříve po sklizni hlavní plodiny. Mezi významné vlastnosti patří jejich působení proti

účinkům vodní eroze na ornici, potlačování plevelných společenstev, eliminace chorob a škůdců, snižování ztrát půdní vláhy a tvorba biomasy za účelem obohacení půdy o organickou hmotu. Zvyšování obsahu kvalitní organické hmoty v půdě je spojeno s nárůstem obsahu humusu v půdě, se zvyšující se stabilitou půdních agregátů, s kvalitnější půdní strukturou a všeobecně s vyšší půdní úrodností.

Jednou z nejužitečnějších funkcí meziplodin v osevních postupech je napomáhání ke zmírnění kontaminace podzemních vod nitráty. Volný dusík v půdě, který nebyl z různých důvodů spotřebován k produkci plodin, je vázán do biomasy meziplodin a neuniká tak do spodních partií půdního profilu, mimo kořenovou zónu. Úroveň a intenzita imobilizace volného dusíku záleží na průběhu počasí, zejména na množství srážek v období od července do října, které ovlivňují jak intenzitu vymývání dusíku do spodních vrstev půdy, tak i nárůst biomasy meziplodin. Redukce ztrát dusíku v důsledku jeho fixace a využití pro tvorbu biomasy rostlinného pokryvu půdy v meziorostních obdobích a jeho uchování pro další plodiny v osevním postupu tak patří k nevýznamnějším přínosům meziplodin.

Existují široké možnosti využití vymrzajících či nevymrzajících meziplodin v systémech konzervačního zpracování půdy. Při využívání půdoochranných technologií u okopanin právě meziplodiny plní nároky těchto plodin na zvýšený obsah organických látek v půdě. To platí zejména ve faremních systémech bez živočišné výroby, kde není k dispozici chlévský hnůj.

Tab. 5: Vliv využívání meziplodin na výnos hlavních plodin a na půdní vlastnosti (Praha – Ruzyně, 1997-2000)

Plodina	Varianta	Výnos		Objem. hmotnost (g.cm ⁻³)	Póro- vitost (%)
		(t.ha ⁻¹)	(%)		
Ječmen jarní	1. Bez meziplodiny = kontrola	5,03	100,0	1,61	37,3
	2. Hořčice bílá	5,18	103,0	1,39 ⁺	45,3 ⁺
	3. Svazanka vratičolistá	5,31 ⁺	105,6	1,40	44,6
	4. Ředkev olejná	5,13	102,1	1,42	44,0
	Minimální diference 0,05	0,21	X	0,21	7,5
Sója	1. Bez meziplodiny = kontrola	2,10	100,0	1,56	37,8
	2. Hořčice bílá	2,28 ⁺	108,6	1,36	47,2
	3. Svazanka vratičolistá	2,30 ⁺	109,5	1,38	46,7
	4. Ředkev olejná	2,19	104,3	1,39	45,8
	Minimální diference 0,05	0,14	X	0,23	9,7

V tabulce č. 5 je znázorněn vliv pěstování meziplodin na výnos hlavních plodin (jarní ječmen a sója) v osevním postupu a na fyzikální vlastnosti půdy.

Všechny 3 druhy meziplodin působily příznivě na výnosy ječmene i sóji v porovnání s variantou bez meziplodiny. Nejvyšší výnos jarního ječmene byl dosažen u varianty *svazanka* (statisticky významné zvýšení výnosu), u sóji byl významný rozdíl ve výnosu zjištěn po svazence a hořčici. Přírůstek výnosu u varianty *ředkev* byl neprůkazný. Dále byl studován vliv pěstování meziplodin na půdní prostředí. Zejména v důsledku nárůstu organické hmoty v půdě byla zjištěna snížená objemová hmotnost půdy a vyšší celková pórovitost u všech meziplodin v porovnání s kontrolní variantou, avšak pouze u hořčice před jarním ječmenem byly hodnoty statisticky průkazné.

Příznivý účinek meziplodin na půdní vlastnosti zmiňují např. *Nitzsche et al. (2000)*, kdy uvádějí pozitivní vliv setí plodin do vymrzlé hořčice bílé, použité jako meziplodiny, na stabilitu půdních agregátů, která vzrostla na 43,1% oproti 30,1% u konvenční varianty bez meziplodiny. U půdoochranné varianty byla zároveň zjištěna vyšší infiltrační schopnost půdy a vyšší odolnost proti účinkům eroze.

4. Závěr a doporučení pro praxi

Půdní úrodnost je základní podmínkou pro efektivní využití dalších intenzifikačních faktorů, jako jsou agrotechnická opatření, genetický potenciál odrůd atd. Krátkodobá opatření ke zvýšení půdní úrodnosti obvykle nemají očekávanou odezvu ve zvýšení výnosů, což může vést k nedůvěře v pozitivní efekt vzhledem k vynaloženým nákladům. Po změně způsobu obdělávání půdy je nutné, aby proběhly odpovídající procesy v ornici. V závislosti na podmínkách prostředí to může trvat různě dlouho. Účinky provedené změny je možné sledovat prostřednictvím úrovně indikátorů půdní úrodnosti.

Na základě výsledků vědy i praxe je pro setrvalý rozvoj zemědělství ve světě doporučováno využívání půdoochranných technologií obdělávání půdy. Tyto metody především primárně ovlivňují půdu, zejména její fyzikální, chemické i biologické vlastnosti. Pozitivní účinky půdoochranných technologií zlepšují uvedené půdní vlastnosti a tím zvyšují půdní úrodnost. Vyšší půdní úrodnost, jakožto soubor znaků zajišťujících optimální podmínky pro růst a vývoj rostlin, musí nepochybně, za součinnosti příznivých meteorologických podmínek, mít stimulační vliv na rostlinnou produkci.

Ekonomický efekt doporučení, obsažených v této metodice, je dvojitý. Jde jednak o snížení nákladů na založení porostu při použití minimalizační nebo půdoochranné technologie, např. u ozimé pšenice (údaje VÚZT Praha, 2008):

- 1) redukce spotřeby nafty o 20, resp. 30 litrů/ha
(minimalizace/přímý výsev do nezpracované půdy)
- 2) redukce variabilních nákladů o 800 resp. 1 300 Kč/ha (minimalizace/přímý výsev do nezpracované půdy)

Dále lze očekávat zvyšování produkce pěstovaných plodin z jednotky plochy o 3 – 5 % v důsledku růstu půdní úrodnosti. Tento trend je však dlouhodobý a lze jej

očekávat podle bonity půdy v průběhu 5 let při systematickém dodržování zavedených opatření.

III. Srovnání "novosti postupů"

Oproti dřívějším publikacím je tato metodika zaměřena na opatření pro udržení a zvyšování půdní úrodnosti, která je jedním ze základních předpokladů pro dosahování vysoké úrovně produkce z jednotky plochy. Měla by pomoci korigovat rutinní přístupy při uplatňování pěstitelských opatření na podporu produkčních faktorů, které jsou založeny převážně na používání agrochemikálií. Uplatňováním efektivních postupů ve zpracování půdy, zakládání porostů plodin půdoochrannými technologiemi by na základě nejnovějších agrobiologických poznatků měla nová metodika přispět k vysoké a stabilní produkci polních plodin při zachování zdravého životního prostředí.

IV. Popis uplatnění metodiky

Metodika bude uplatňována v zemědělských podnicích a farmách, kde poskytne nejnovější údaje z agroekologického výzkumu pro optimální využití produkčních faktorů v pěstebních technologiích polních plodin.

V. Seznam použité související literatury

Barthès, B., Roose, E.: Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several levels. *Catena*, Vol.47, Is.2, 2002, p. 133-149

Basić, F., Kisić, I., Mesić, M., Nestroy, O., Butorac, A.: Tillage and crop management effects on soil erosion in central Croatia. *Soil and Till. Res.*, 78(2), 2004, p. 197-206

Chan, K.Y.: Soil carbon fractions and relationship to soil quality under different tillage and stubble management. *Soil and Till. Res.* 63/2002 :133-139

Franzluebbers, A.J.: Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. *Soil and Till. Res.*66/2002: 95-106

Gál, A. et al.: Soil C and N accumulation with long-term no-till versus mouldboard plowing overestimated with tilled zone sampling depth. *Soil and Till.Res.* 96/2007:42-51

Hůla, J., Procházková, B. a kol.: Minimalizace zpracování půdy. Profi Press Praha, 2008, 248 s.

Janeček, M. a kol.: Ochrana zemědělské půdy před erozí. Metodika. Praha, VÚMOP, v.v.i., Praha, 2007, 76 s.

Kladivko, E.J.: Tillage systems and soil ecology. *Soil and Tillage Research*, 2001, 61, s.61-76.

Klír, J.: Setrvalé zemědělství. Stud.inf. UZPI, Rostl. výr. č. 2/1997, 40 s.

Klír, J.: Bilancování rostlinných živin. Stud.inf. UZPI, Rostl. výr. č. 7/1999, 43 s.

- Klír, J. a kol.:** Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Metodika pro praxi, VÚRV Praha, 2008, 48 s.
- Lhotský, J.:** Zhutňování půd a opatření proti němu. Stud.inf. UZPI, Rostl. výr. č.7/2000, 61 s.
- Míkula, P.:** Organická hmota v půdě. Stud.inf. UZPI, Rostl. výr. č. 6/1997, 46 s.
- Neuberg, J. a kol.:** Komplexní metodika výživy rostlin, ÚVTIZ Praha, 1995, 320 s.
- Nitzsche, O., Schmidt, W., Richter, W.:** Minderung des P-Abtrags von Ackerflächen durch konservierende Bodenbearbeitung. Mittlg. Deutsche Bodenkundl. Gesellsch. Band (92)/2000: 178–181.
- Šimon, J., Škoda, V., Hůla, J.:** Zakládání porostů hlavních plodin novými technologiemi. MZe ČR Agrospoj Praha, 1999, 78 s.

VI. Seznam publikací, které předcházejely metodice

- Javůrek, M., Hůla, J., Vach, M., Kroulík, M.:** Impact of different soil tillage technologies on soil erosion effect mitigation. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 39, 2008 (2): 218-223.
- Javůrek, M., Mikanová, O., Vach, M.:** Changes of biological activity in soil after 10 years of minimum and no soil tillage for stand establishment. Proc. of 17th Trien. Conf. of ISTRO, Kiel, Germany, 2006, p.1141-1147.
- Javůrek, M., Vach, M.:** Continuous ten-year use of conservation soil tillage – production and economic assessment. *Annals of the University of Craiova, Series Agriculture*, XXXVII/A, 2007, pp. 2000-2008, Craiova, Romania.
- Javůrek, M., Vach, M.:** Negativní vlivy zhutnění půd a soustava opatření k jejich odstranění. Metodika pro praxi, VÚRV Praha, 2008, 24 s.
- Javůrek, M., Vach, M.:** Zakládání porostů polních plodin půdoochrannými technologiemi - aspekty a souvislosti. Sborník ÚZEI Praha „Aktuální poznatky v některých oblastech rostlinné výroby“, 2008, s.5-10.
- Javůrek, M., Vach, M.:** Effect of cover crops in conservation soil tillage systems. Proceedings of Agro the XIth ESA Congress, Montpellier, France, 2010, p.241-242.
- Javůrek, M., Vach, M.:** Changes of some soil properties due to long-term conservation technologies use. Proceedings of Agro the XIth ESA Congress, Montpellier, France, 2010, p.815-816.
- Vach, M. a kol.:** Ekologická optimalizace rostlinné výroby. Metodika zeměd. praxe. ÚZPI Praha, 1996, č. 2, 32 s.
- Vach, M. a kol.:** Pěstování meziplodin v různých půdně-klimatických podmínkách České republiky. Zemědělská Informace ÚZPI Praha, 2005, 36 s.
- Vach, M., Hýsek, J., Javůrek, M.:** Response of yield components of winter wheat upon biological treatments in conditions of reduced soil tillage for stand establishment. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, Vol.11, 2006. European society for agronomy. Part II. IX ESA Congress, Warszawa, Poland, p.601-602.
- Vach, M., Javůrek, M., Šimon, J.:** Agroekologické přístupy v soustavě hospodaření na půdě. *Agromagazín*, 2008, r.9, č.6, s.26-33.

Autor: Ing. Miloslav Javůrek, CSc., Olga Mikanová, Ph.D.,
Ing. Milan Vach, CSc., Ing. Tomáš Šimon, CSc.

Název: Význam půdoochranných technologií v rostlinné
výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti

Vydal: Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

Sazba, tisk: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
Drnovská 507, 161 06 Praha 6 – Ruzyně

Náklad: 250 ks

Vyšlo v roce 2010

Vydáno bez jazykové úpravy

Kontakt na autora: m.javurek@cbox.cz

© Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., 2010

ISBN 978-80-7427-051-2



Vydal Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.
ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky, v.v.i.

Praha - Ruzyně

2010