

ZAPRAVENÍ ORGANICKÉ HMOTY DO PŮDY S CÍLEM OMEZIT POVRCHOVÝ ODTOK VODY PŘI PŘÍVALOVÝCH DEŠTÍCH



Kolektiv autorů

Metodická příručka

**Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
Praha – Ruzyně**

ZAPRAVENÍ ORGANICKÉ HMOTY DO PŮDY S CÍLEM OMEZIT POVRCHOVÝ ODTOK VODY PŘI PŘÍVALOVÝCH DEŠTÍCH

Autoři: **Ing. Pavel Kovaříček, CSc.**
Prof. Ing. Josef Hůla, CSc.
Marcela Vlášková
Ing. Milan Kroulík, Ph.D.
Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

**Metodika pro praxi je výstupem projektu MZe ČR č. QH 82191
„Optimalizace dávkování a zapravení organické hmoty do půdy s cílem omezit
povrchový odtok vody při intenzivních dešťových srážkách“**

**Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.
Praha 6 – Ruzyně**

Vydáno bez jazykové úpravy

Prosinec 2012

Obsah

1 ÚVOD	4
2 METODICKÁ DOPORUČENÍ K SNÍŽENÍ RIZIKA VODNÍ EROZE NA ORNÉ PŮDĚ	4
3 CÍL METODICKÝCH DOPORUČENÍ	4
4 VLASTNÍ POPIS METODIKY	5
4.1 VLIV ZAPRAVENÍ KOMPOSTU NA OBJEMOVÉ ZMĚNY PŮDY	5
4.2 VLIV DÁVKY KOMPOSTU NA VLHKOST PŮDY	5
4.3 VLIV MNOŽSTVÍ KOMPOSTU NA „VODODRŽNOST“ SUBSTRÁTU	6
4.4 VLIV ZAPRAVENÍ KOMPOSTU NA OBJEMOVOU HMOTNOST REDUKOVANOU (OHR) A NA VLHKOST PŮDY	7
4.5 VLIV ZPŮSOBU ZAPRAVENÍ A DÁVKY KOMPOSTU NA STABILITU PŮDNÍCH AGREGÁTŮ.....	9
4.6 ROZMÍSTĚNÍ ROSTLINNÝCH ZBYTKŮ PŘI UPLATNĚNÍ ROZDÍLNÉHO ZPŮSOBU ZPRACOVÁNÍ PŮDY.....	10
4.6.1 <i>Orba</i>	11
4.6.2 <i>Talířový kypřič</i>	11
4.6.3 <i>Radličkový kypřič</i>	12
4.6.4 <i>Dlátový kypřič</i>	13
4.6.5 <i>Rovnoměrnost rozptylu slámy po sklizni předplodiny ovlivňuje i distribuci zbytků v půdě</i>	13
4.7 PŮSOBENÍ ROSTLINNÝCH ZBYTKŮ NA POVRCHU PŮDY NA INFILTRACI VODY DO PŮDY.....	14
4.8 OVLIVNĚNÍ POHYBU VODY V PŮDĚ TECHNOLOGIÍ ZPRACOVÁNÍ PŮDY	15
4.9 ZPOŽDĚNÍ POČÁTKU POVRCHOVÉHO ODTOKU PŘI INTENZIVNÍM DEŠTI.....	16
4.10 VLIV DRSNOSTI POVRCHU PŮDY NA POVRCHOVÝ ODTOK.....	17
5 DOPORUČENÍ PRO UŽIVATELE	18
6 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	18
7 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	19

1 ÚVOD

Na pokusných a vybraných provozních plochách se sledovanou technologií zpracování půdy byl po 4 roky od začátku řešení projektu hodnocen vliv zapravované organické hmoty do půdy na fyzikální vlastnosti, na hydraulickou vodivost půdy a periodicky měřen povrchový odtok vody při simulovaném zadeš'ování s intenzitou 87 mm.h^{-1} . Na pokusných plochách byla vysoká dávka organické hmoty jednorázově zapravena a sledována dynamika změn vybraných půdních parametrů. Provozní plochy byly zvoleny v podnicích se stálou, dlouhodobě uplatňovanou technologií zpracování půdy a zakládání porostů. Čtyřleté výsledky ještě nelze zobecňovat. Jejich výběr pro předložení veřejnosti byl konfrontován a korigován s již publikovanými znalostmi. Poznatky byly zpracovány do metodických doporučení a shrnuty do metodické příručky pro praxi.

2 METODICKÁ DOPORUČENÍ K SNÍŽENÍ RIZIKA VODNÍ EROZE NA ORNÉ PŮDĚ

Přírozená eroze půdy v přírodě probíhá pozvolně bez výrazných škodlivých důsledků pro krajinu. Zrychluje se však nešetrným hospodařením člověka bez přizpůsobení půdním podmínkám a svažitosti. Není jednoduché určit, jakým způsobem je nejlépe chránit půdu před vodní erozí v konkrétních výrobních podmínkách. Nejedná se o jediné, ale o celý sled opatření, které i když každé působí jedinečně, na sebe navazují.

Kypření půdy je nejúčinnější úpravou poměru makropórů a kapilár v půdě. Zlepšuje vsakování vody do zpracované půdy. Trvání účinku operace je krátkodobé na období 2 až 3 měsíců. Intenzivním kypřením se mohou porušit půdní agregáty a zhoršit půdní struktura.

Příliš kyprá půda představuje riziko ztráty půdní vlhkosti a vede k rychlejší mineralizaci a ztrátě organické hmoty, k zprachovatění a zhutňování půdy, může zhoršovat podmínky pro klíčivost semen a růst plodin. V půdoochranných technologiích se proto redukuje zpracování půdy na úroveň optimální úpravy struktury pro pěstované plodiny.

Vsakování vody do půdy je ovlivněno strukturou půdy v ornici. Pro udržení nebo i zlepšení struktury půdy je podmínkou dostatečný přísun organické hmoty do půdy. Ponechání posklizňových zbytků na povrchu nebo v horní mělké vrstvě ornice podporuje rychlé gravitační vsakování vody do půdy a je základním požadavkem v půdoochranných technologiích. Přeměny organické hmoty v půdě na humus příznivě působí na tvorbu půdních agregátů a jejich vodostálost, zvyšují i odolnost nežádoucímu zhutňování. Tyto změny v půdě jsou dlouhodobé. Zlepšení půdní struktury dává předpoklad pro zvýšení retence vody v půdě a snížení splavení zeminy z ornice. Přínosem je snížení vodní eroze a ochrana půdního fondu.

3 CÍL METODICKÝCH DOPORUČENÍ

Cílem těchto metodických doporučení je podat přehlednou informaci o způsobech úpravy půdních faktorů pomocí výběru technologie zpracování půdy, o vlivu formy organické hmoty zapravované do půdy a jejím umístění v ornici na schopnost zadržovat vodu.

Následující skutečnosti jsou výsledkem shrnutí praktických zkušeností zemědělců a údajů z vědeckých výzkumů ve světě i z využití dosažených výsledků při sledování vlivu aplikace kompostů z BRO do půdy v podmínkách ČR při řešení projektu QH82191 - Optimalizace dávkování a zapravení organické hmoty do půdy s cílem omezit povrchový

odtok vody při intenzivních dešťových srážkách (2008-2012, MZE/QH82191). V rámci řešení projektu byl v polních pokusech po dobu 4 let hodnocen vliv účinku vybraných půdních faktorů na fyzikální a hydraulické vlastnosti půdy.

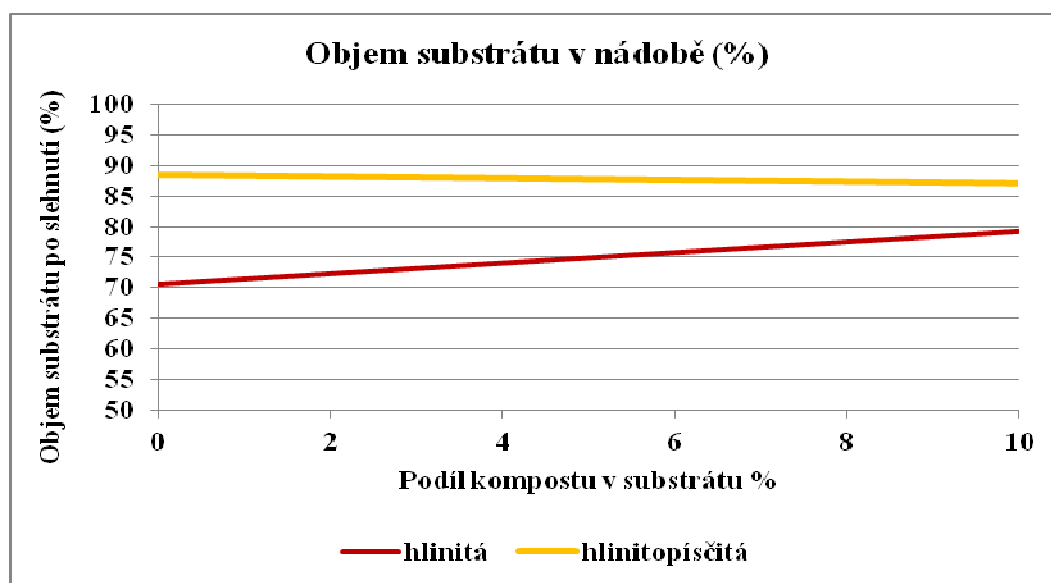
4 VLASTNÍ POPIS METODIKY

4.1 Vliv zapravení kompostu na objemové změny půdy

Dodáním kompostu do půdy se zvyšuje zásoba organické hmoty, zlepšují se fyzikální vlastnosti, zejména objemová hmotnost půdy. Tuto tradovanou skutečnost jsme ověřovali v laboratorních podmínkách v nádobových pokusech. U substrátu připraveného z kompostu a tří druhů půdy jsme porovnávali jeho objemovou změnu po prosycení vodou.

Nakypřená lehká písčité půda zmenšila po prosycení vodou objem cca o 12 %, ale zvyšování podílu kompostu v substrátu se téměř neprojevovalo. U hlinité půdy bez kompostu se objem snížil o 30 %, u substrátu s 5 % hmotnosti kompostu již pouze o 20 %.

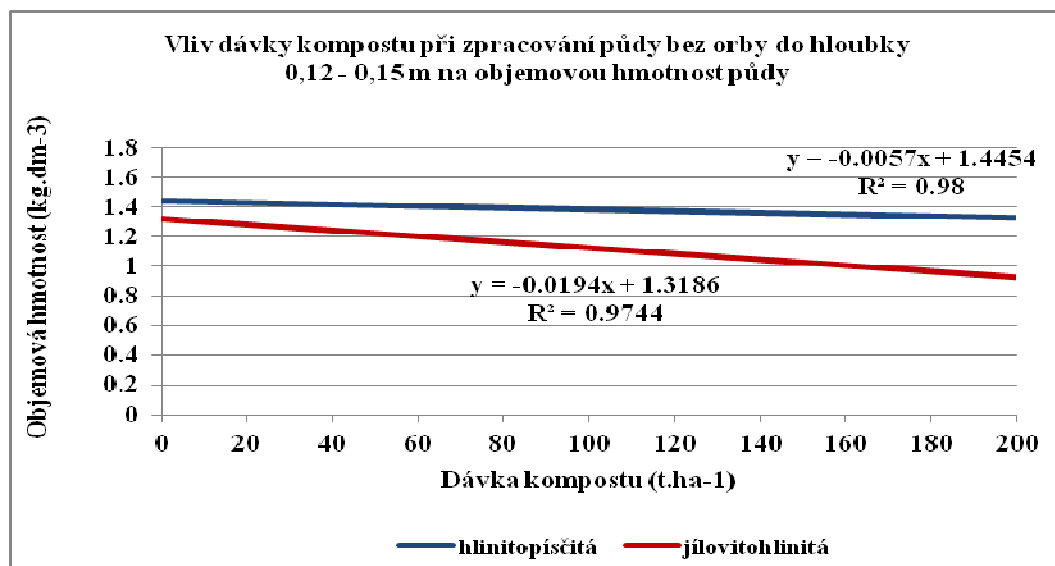
Závěr: Objemová změna nakypřené půdy přirozeným sleháváním se dodáním kompostu zmenšuje. Snížení objemové hmotnosti půdy se po zapravení kompostu výrazněji projeví na těžších hlinitých a jílovitých půdách (obr. 1).



Obr. 1 Vliv podílu kompostu na změnu objemu substrátu namíseném z hlinité a hlinitopísčité půdy po slehnutí vlivem nasycení vodou (objem nádoby 5,5 l)

4.2 Vliv dávky kompostu na vlhkost půdy

V praxi se běžně používají dávky kompostu do $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Při objemové hmotnosti půdy $1450 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ je podíl hmotnosti kompostu ve vrstvě ornice malý. Při hloubce zpracování půdy 0,20 m tvoří podíl hmotnosti kompostu v ornici při dávce $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ 2 %, při mělkém zpracování půdy do 0,10 m 4 % hm. Závislost sledované objemové hmotnosti půdy je na dávce zapraveného kompostu nepřímou úměrná (obr. 2).

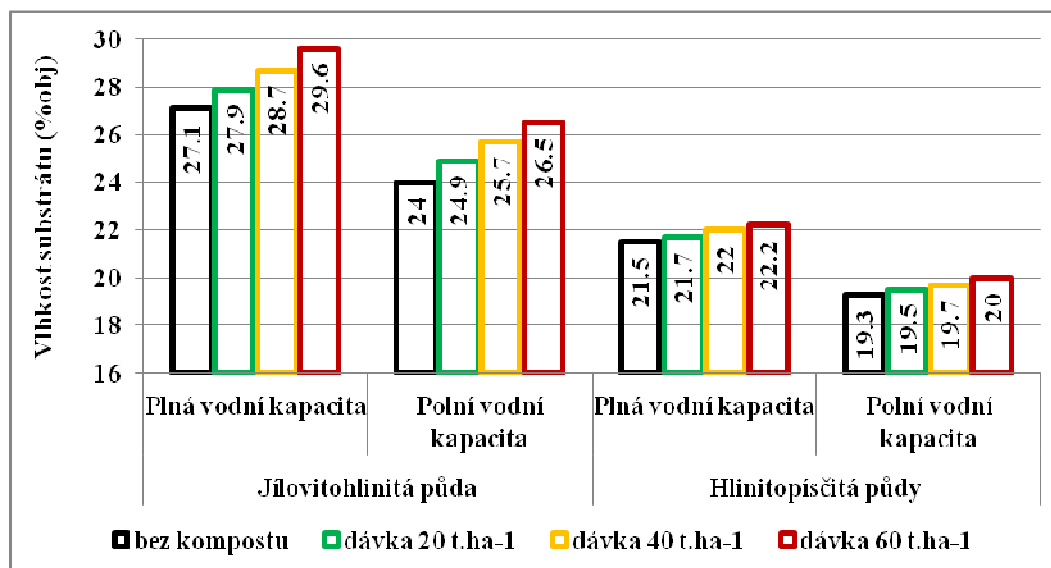


Obr. 2 Stejná dávka kompostu snižuje objemovou hmotnost u těžkých půd téměř trojnásobně než u lehkých, písčitých půd; závislost objemové hmotnosti na dávce zapraveného kompostu je lineární (výsledky z nádobových pokusů VÚZT, v.v.i., 2009)

4.3 Vliv množství kompostu na „vododržnost“ substrátu

Tento parametr jsme hodnotili laboratorně v nádobových pokusech. Nádoby naplněné substrátem s odstupňovaným podílem kompostu byly zcela nasyceny vodou potopením v bazénu. Po vyjmutí z vody byly váženy v intervalu 5 (maximální vodní kapacita), 30, 120 minut, 24 hodin a po 120 dnech vysychání ve stínu. Pět minut po vyjmutí z vody se substrát blížil vlhkostnímu stavu „maximální vodní kapacity“ a po 24 h „polní vodní kapacitě“. Oba vlhkostní parametry půdy jsou zobrazeny sloupcovými grafy na obrázku 3 v závislosti na velikosti dávky kompostu v hlinitojílovité a hlinitopísčité půdě. Mají lineární průběh, u těžší jílovitohlinité půdy je vzestup vlhkosti půdy pro vyšší dávky kompostu strmější než u hlinitopísčité půdy. Každých 10 t.ha⁻¹ kompostu zapraveného mělce do vrstvy ornice 0,1 m zvýšil podíl zadržené vody v hlinitopísčité půdě o 1 mm, ale v jílovitohlinité půdě o 3 mm.

Lineární průběh změn pórovitosti, retenční a infiltrační schopnosti půdy vlivem podílu kompostu u směsí s půdou písčitou, hlinitou i jílovitou potvrzují v podobných pokusech i Thompson et al. (2008), Al-Widyan et al. (2005), Zeytin and Baran (2003).



Obr. 3 Vliv stupňované dávky kompostu na vlhkost jílovitohlinité a hlinitopísčité půdy při přirozeném vysoušení plně nasycené půdy vodou

Poznámka

V praxi používané stupně vlhkosti půdy:

Maximální (plná) vodní kapacita – všechny póry jsou naplněny půdní vodou;

Retenční vodní kapacita – maximální vodní kapacita zadržené v půdě;

Polní vodní kapacita – ustálený stav vlhkosti po ztrátě gravitační vody ze zcela nasycené půdy;

Maximální kapilární vodní kapacita – maximum vody zadržitelné v kapilárních pórech.

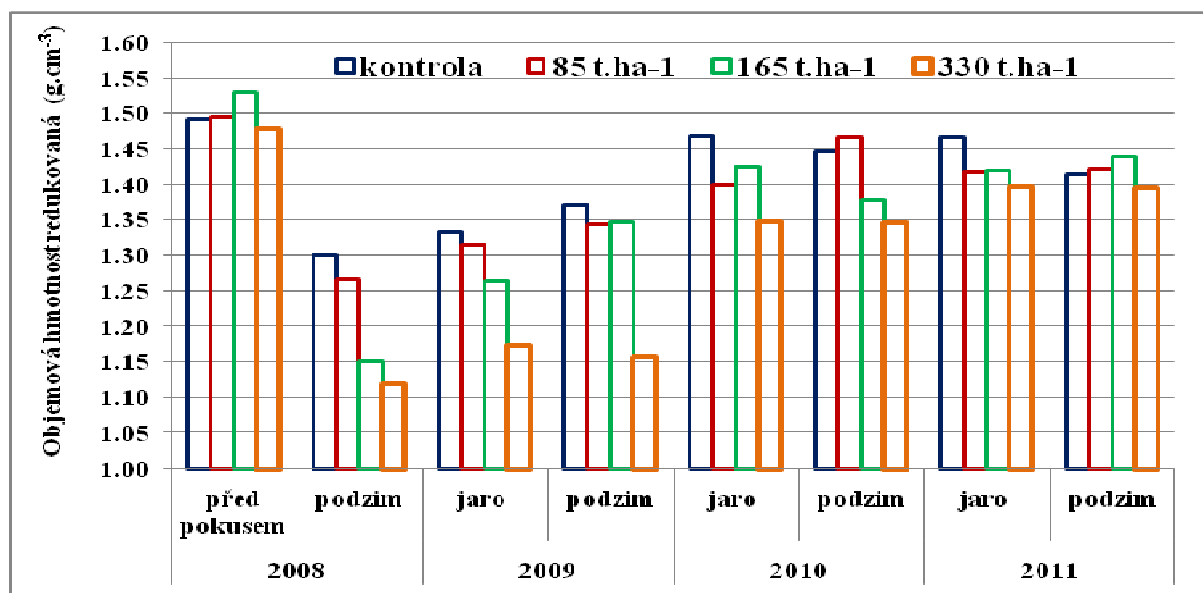
4.4 Vliv zapravení kompostu na objemovou hmotnost redukovanou (OHR) a na vlhkost půdy

Po zapravení kompostu do půdy se mechanickým zásahem operace zpracování půdy významně sníží OHR. Změny způsobené dávkou kompostu jsou řádově nižší, proto jejich sledování je obtížné. Abychom účinek obou faktorů mohli porovnat, byl založen maloparcelový pokus se 3 odstupňovanými dávkami kompostu a kontrolou, každá varianta v 6 opakováních. Pokus se uskutečnil na pozemku s hlinitou až jílovitohlinitou půdou (ČSN 46 5302) – průměrný obsah částic menších než 0,01 mm před založením pokusu dosahoval 44,2 %, průměrný obsah C_{org} 1,57 %, průměrný obsah humusu 2,71 %. Před založením pokusu a dále po 4 roky byla z odebraných neporušených půdních vzorků v jarním a podzimním termínu vyhodnocena OHR, vlhkost a pórovitost půdy.

Při zakládání pokusu byl kompost ručně rozmetán a rotačním kypřičem s horizontálním nožovým rotorem zapraven při zahloubení 0,12 m do půdy. Pokus byl veden jako „černý úhor“ bez zpracování půdy s pravidelnou regulací plevelů pomocí totálních herbicidů.

Změnu hodnot OHR na kontrolních variantách bez kompostu před založením pokusu na jaře 2008 a 5 měsíců po zapravení kompostu (obr. 4), lze přiřadit mechanickému prokypření a samovolnému slehávání půdy. Změny OHR se shodují s výsledky dosaženými v nádobových pokusech. Rozdíly mezi časovými průběhy OHR mezi variantami dávkování kompostu jsou důsledkem strukturních změn půdy nastartovaných dodanou organickou hmotou. Na jaře 2010 - 2 roky po zpracování půdy - se OHR na kontrolní variantě bez kompostu vrací na původní hladinu před zpracováním půdy. Statisticky průkazné snížení OHR vlivem dodaného kompostu je 2 roky po jeho zapravení jen u dávek 165 a 330 t.ha⁻¹.

Takové dávky kompostu několikanásobně převyšují běžně užívané a v provozním měřítku s nimi nelze počítat.

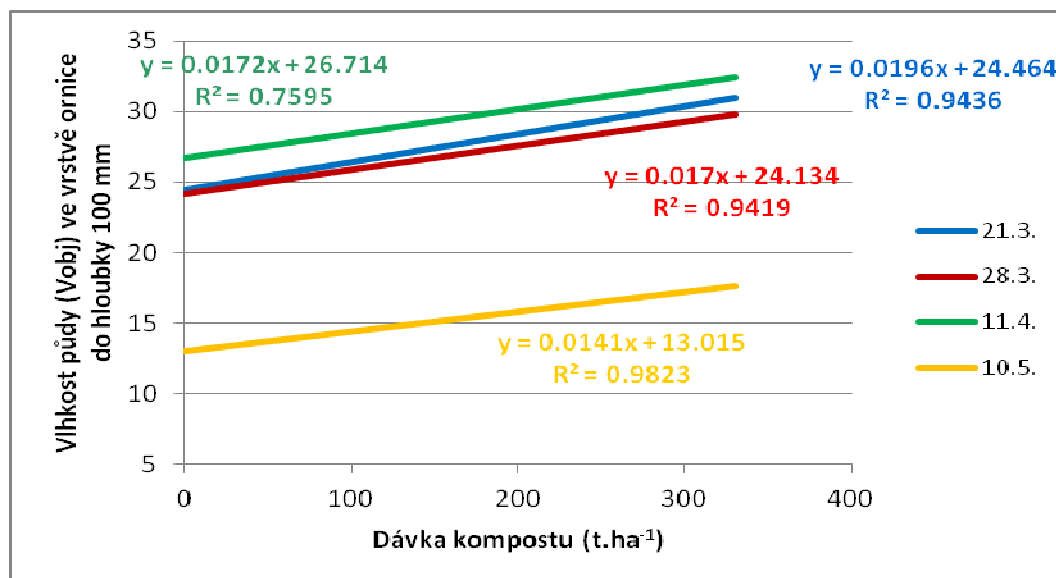


Obr. 4 Časová řada změn OHR po jednorázovém zapravení vysokých dávek kompostu (varianty 0, 85, 165 a 330 t_{sušiny}·ha⁻¹)

V rozdílu OHR na kontrolních variantách bez kompostu na jaře před zpracováním půdy a 5 měsíců po zpracování rotačním kypřičem s horizontálním nožovým rotorem při zahlobení 0,12 m převažuje změna pórovitosti půdy vlivem mechanického zpracování půdy. Rozdíly OHR ve shodných časových termínech jednotlivých variant lze přisoudit vlivu dodaného kompostu.

Poznámka: hlinitá až jílovitohlinitá půda, černý úhor bez vstupu mechanizačních prostředků, plevele regulovány postřikem herbicidy

Na variantách pokusu bez vegetace se stupňovanou dávkou kompostu byla od roku 2010 v pravidelných jarních a podzimních termínech na stálých stanovištích sledována i vlhkost půdy. V časové řadě se samozřejmě hladina vlhkosti lišila vlivem povětrnosti, ale v závislosti na dávce zapraveného kompostu sledovala shodný trend (obr. 5). Tato závislost je slabá, a projevuje se až za delší dobu po zapravení kompostu. Na pokusných plochách s pěstovanými plodinami jsme takový průběh nenalezli. Pěstovaná plodina má na pohyb vody v půdě silnější vliv a zvýšenou vododržnost vlivem strukturních změn v půdě způsobené dodávkou organické hmoty zastíní.



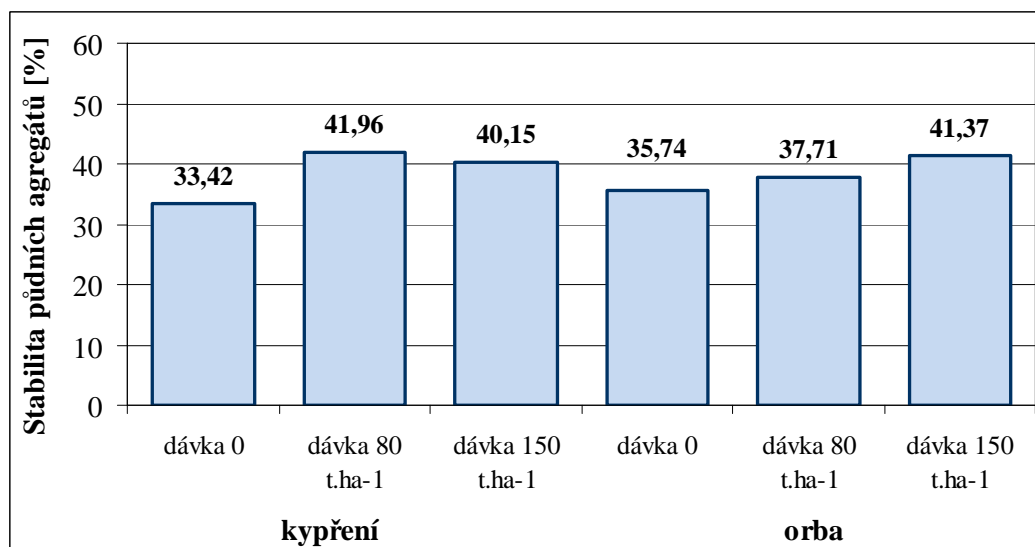
Obr. 5 Vliv dávky kompostu na vlhkost půdy v ornici

Závěr

V intenzivně zpracované vrstvě ornice kypřičem s horizontálním rotorem („rotavátorem“) bylo zaznamenáno snížení OHR po dobu 2 let. Změna OHR vlivem dávky kompostu 85 t·ha⁻¹ byla 7x menší než vlivem mechanického zpracování půdy. 3 roky po zapravení byla průkazná změna OHR vlivem zapraveného kompostu jen u varianty s nejvyšší dávkou kompostu 330 t·ha⁻¹. Na plochách bez vegetace se po zapravení vysokých dávek kompostu do ornice prokázala zvýšená vlhkost půdy, tzn. její „vododržnost“.

4.5 Vliv způsobu zapravení a dávky kompostu na stabilitu půdních agregátů

V porovnávacím parcelovém polním pokusu byla sledována stabilita půdních agregátů po zapravení jednorázových dávek kompostu 80 a 150 t·ha⁻¹. Ve variantách pokusu s půdoochrannou technologií s kypřením i v konvenční technologii zpracování půdy s orbou byla shodná hloubka zpracování 0,18 m. Podíl stabilních agregátů v povrchové vrstvě ornice se každoročně zvyšoval (obr. 6). U kypřených variant u obou dávek kompostu byla stabilita agregátů ve srovnání s kontrolou významně vyšší. Vzestupný trend s narůstající dávkou kompostu měla stabilita agregátů i v technologii zpracování půdy s orbou.



Obr. 6 Hodnoty stability půdních agregátů v hloubce 0-0,10 m třetí rok po zapravení odstupňovaných dávek kompostu v půdoochranné technologii s kypřením a v konvenční technologii zpracování půdy s orbou

Závěr

Změny v půdě po jednorázovém zapravení kompostu jsou pomalé. Trend zvýšení stability půdních agregátů na variantách pokusu se zapraveným kompostem se ve srovnání s kontrolou průkazně projevil až třetí rok.

4.6 Rozmístění rostlinných zbytků při uplatnění rozdílného způsobu zpracování půdy

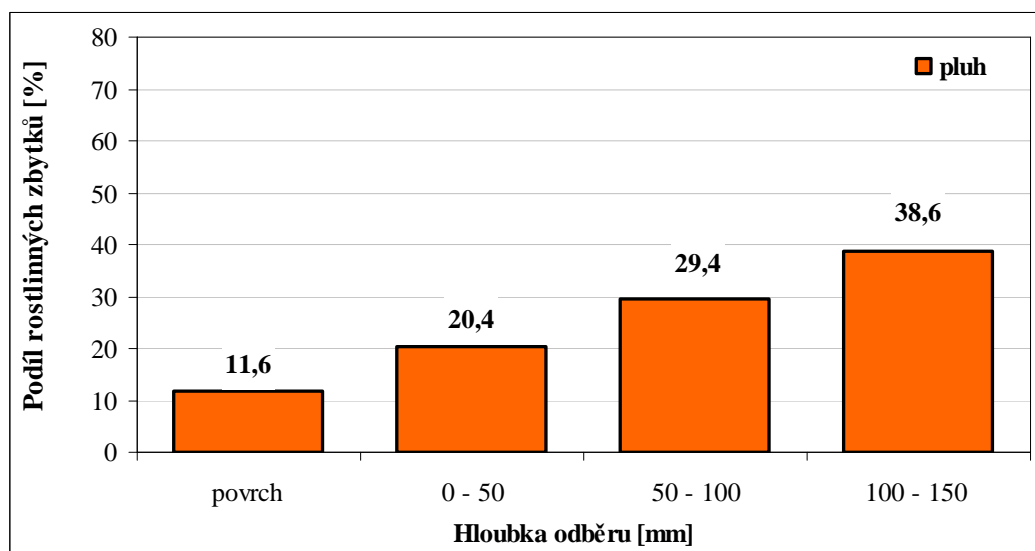
Účinným protierozním opatřením je zakrytí povrchu půdy plodinou nebo rostlinnými zbytky po co nejdelší dobu. Stroje pro zpracování půdy a setí ponechávají charakteristický povrch půdy. Výběr strojů a hlavně organizace jízd po pozemku ovlivňují rychlost vsakování vody při dešti. Stopy strojů nebo nasměrování dlouhých rostlinných zbytků ve směru spádnice mohou být počátečním zdrojem negativního soustředěného odtoku vody při intenzivním dešti.

Posklizňové zbytky rostlin a způsob zpracování půdy ovlivňují celou řadu fyzikálních a biologických faktorů v půdě. Výsledky z měření povrchového odtoku vody při simulovaných vysokých dešťových srážkách prokázaly, že podél nerozložených rostlinných zbytků v půdě se vytvářejí podmínky pro rychlé preferenční vsakování vody vlivem gravitace. Tuto hypotézu podporuje sledování infiltrace v nádobových a polních pokusech v Turecku, v kterých se prokázalo nejrychlejší vsakování vody na variantách s kompostem, v kterém byl vysoký podíl nerozložené drti slupek z ořechů. Slupky se v půdě pomalu rozkládají, ve variantách s takovým kompostem se prokázalo nejdelší trvání kladného účinku na vsakování vody do půdy.

Při různém zpracování půdy dochází k rozdílné distribuci posklizňových zbytků a jejich kontaktu s půdou. Největší rozdíl mezi konvenčními technologiemi zpracování půdy s orbou a minimalizačními technologiemi je v rozložení organické hmoty v půdním profilu. Po orbě organická hmota převažuje ve spodní části zpracovávaného profilu, při zpracování kypřiči je zvýšen její podíl v horní vrstvě ornice.

4.6.1 Orba

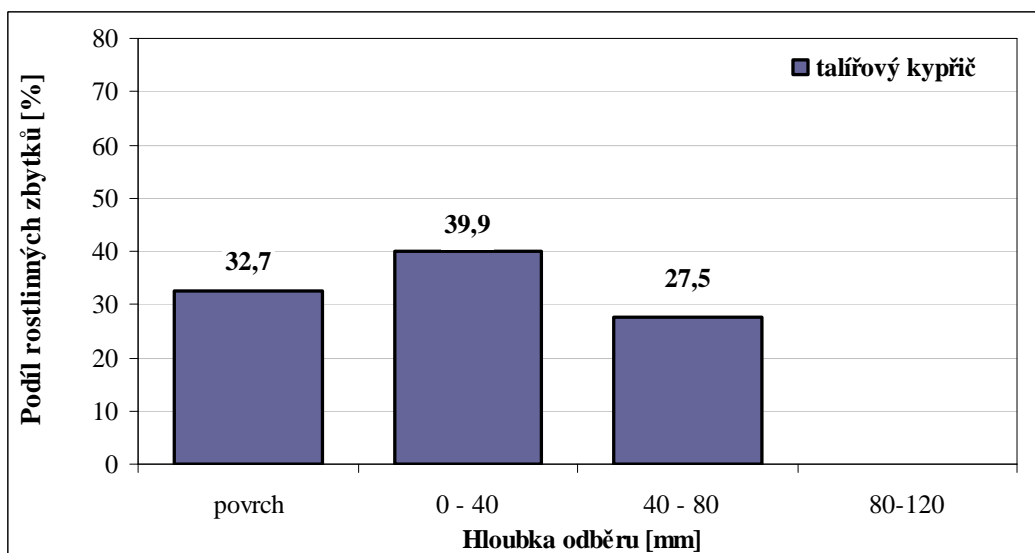
Charakteristické rozložení posklizňových zbytků ve zpracovávaném profilu půdy pluhem je na obrázku 7. Po orbě zůstává na povrchu půdy minimum rostlinných zbytků. Množství rostlinných zbytků ponechaných na povrchu půdy se ještě sníží při použití předradličky. Při předcházející podmítce se rostlinné zbytky v povrchové vrstvě ornice promísí s půdou. Tuto vrstvu radlice pluhu uloží blízko dno brázdy a přiklopí jednotlivými skývami. Rozmístění těchto zbytků je závislé na faktorech drobení půdy – stavu a druhu půdy, způsobu orby, tvaru odhrnovací desky a pracovní rychlosti. Pro orbu je typické, že vysoký podíl rostlinných zbytků je zaklopen až na dno brázdy. Podobně jako rostlinné zbytky je při orbě do profilu ornice zapraven i kompost. V prvním roce po zapravení je ve spodní polovině zpracované vrstvy ornice.



Obr. 7 Rozmístění posklizňových zbytků ve zpracovávaném profilu půdy po orbě (odhad výnosu slámy 5,6 t.ha⁻¹)

4.6.2 Talířový kypřič

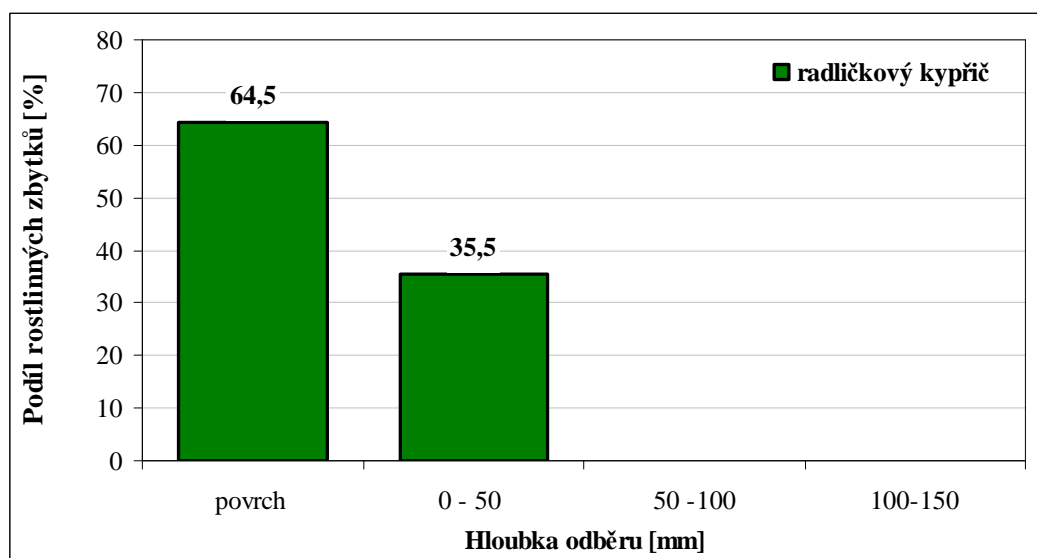
Talířový kypřič intenzivně promíchává zpracovávanou vrstvu půdy (obr. 8). Nejvíce rostlinných zbytků je uloženo ve střední hloubce zpracování. Na povrchu půdy zůstává v průměru 30 až 34 % původního množství rostlinných zbytků předplodiny.



Obr. 8 Rozmístění posklizňových zbytků ve zpracovávaném profilu půdy po zpracování talířovým kypříčem (odhad výnosu slámy na hodnoceném stanovišti $5,3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$)

4.6.3 Radličkový kypříč

V případě podmítky radličkovým kypříčem s podřezávacími radličkami bylo na povrchu půdy zanecháno cca 64 % rostlinných zbytků předplodiny (obr. 9). Ve spodní polovině zahloubení radličky kypříč půdu intenzivně kypří, rostlinných zbytků je v této zóně minimum.



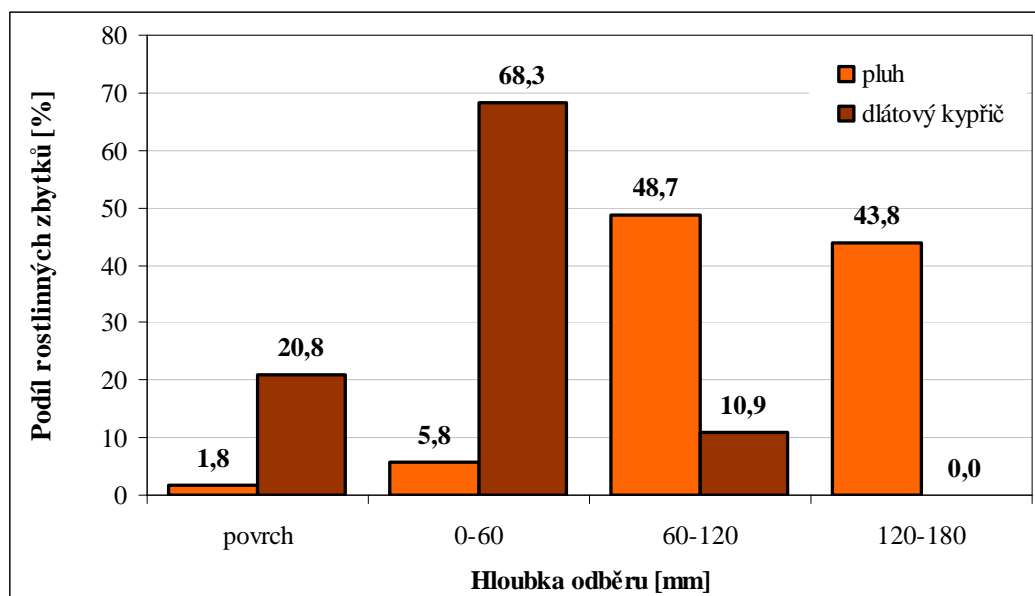
Obr 9 Rozmístění posklizňových zbytků ve zpracovávaném profilu půdy po zpracování radličkovým kypříčem s podřezávacími radličkami

4.6.4 Dlátový kypřič

V minimalizačních technologiích se stále častěji začínají uplatňovat kypřiče, které prokypří půdu na hloubku srovnatelnou s orbou nebo i hlubší. Při orbě je většina rostlinných zbytků zaklopena na dno brázdy. Dlátový kypřič ale ponechá podíl rostlinných zbytků na povrchu a zbytek rozptýlí v povrchové vrstvě půdy.

Pokud porovnáme práci dlátového kypřiče (obr. 10) s prací radličkového kypřiče na obrázku 9, vidíme rozdíly v distribuci rostlinných zbytků při rozdílné hloubce zpracování. Radličkovým kypřičem s podřezávacími radličkami nelze zapravit slámu do hloubky zpracování.

Pro optimalizaci rozložení rostlinných zbytků ve zpracovávaném profilu je nutné půdu zpracovat do hloubky, která je pro výnos slámy optimální. Čím větší výnos, tím hlubší kypření. I přes tuto skutečnost při práci radličkových kypřičů zůstává část rostlinných zbytků na povrchu, chrání půdu před negativními vlivy povětrnosti, a část je zapravena do zpracovávaného profilu. Rozdíly ve způsobu zapravení rostlinných zbytků při použití pluhu a dlátového kypřiče přináší graf na obrázku 10. Radličkové kypřiče s dělenými pracovními nástroji, určené pro středně hluboké a hlubší kypření půdy, však vykazují vyšší stupeň zapravení posklizňových zbytků do půdy a větší intenzitu jejich mísení s orníci, než kypřiče s podřezávacími radličkami.

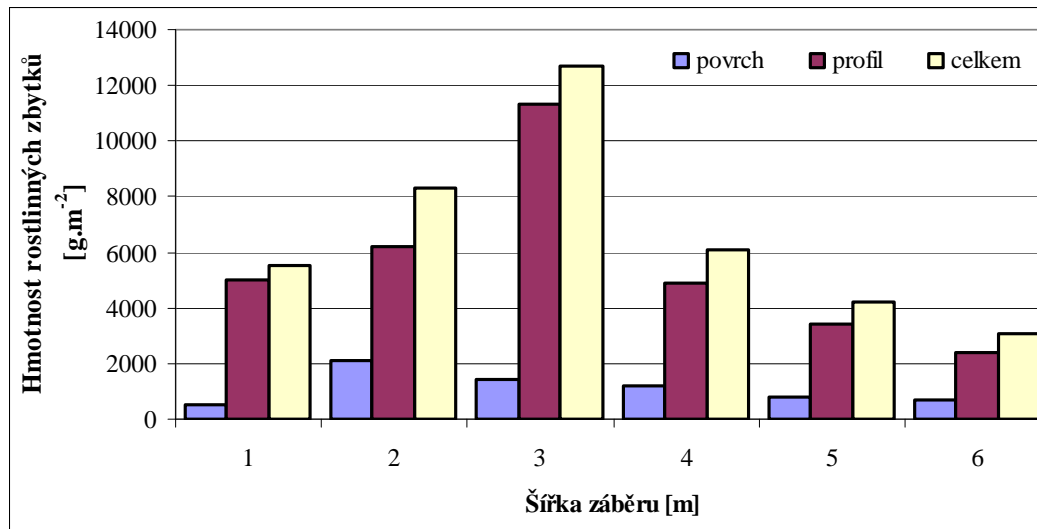


Obr. 10 Rozmístění posklizňových zbytků v profilu půdy po zpracování dlátovým kypřičem a pluhem do hloubky 180 mm

4.6.5 Rovnoměrnost rozptylu slámy po sklizni předplodiny ovlivňuje i distribuci zbytků v půdě

Po sklizni obilovin sklízecí mlátičkou CASE IH s drtičem slámy bez rozmetání plev byla po podmítce radličkovým kypřičem v záběru mlátičky hodnocena distribuce zbytků na povrchu a ve zpracovaném profilu půdy (obr. 11). Podstatná část zbytků byla mělce zapravena do zpracovávané vrstvy půdy. Menší podíl zbytků zůstal na povrchu půdy rovnoměrně rozložen, na rozmístění rostlinných zbytků v profilu se projevila kvalita rozmetání sklízecí mlátičky. Při nerovnoměrném rozmetání to může značně zkomplikovat zakládání porostu následné plodiny. Kumulace velkého množství mělce zapravených rostlinných zbytků

v hloubce setí může vést k přenosu chorob, případně kontaminaci osiva látkami vznikajícími při rozkladu organické hmoty, které mohou inhibovat vzházení a růst následné plodiny.



Obr. 11 Rozmístění rostlinných zbytků po podmítce radličkovým kypřičem v ose záběru sklízecí mlátičky

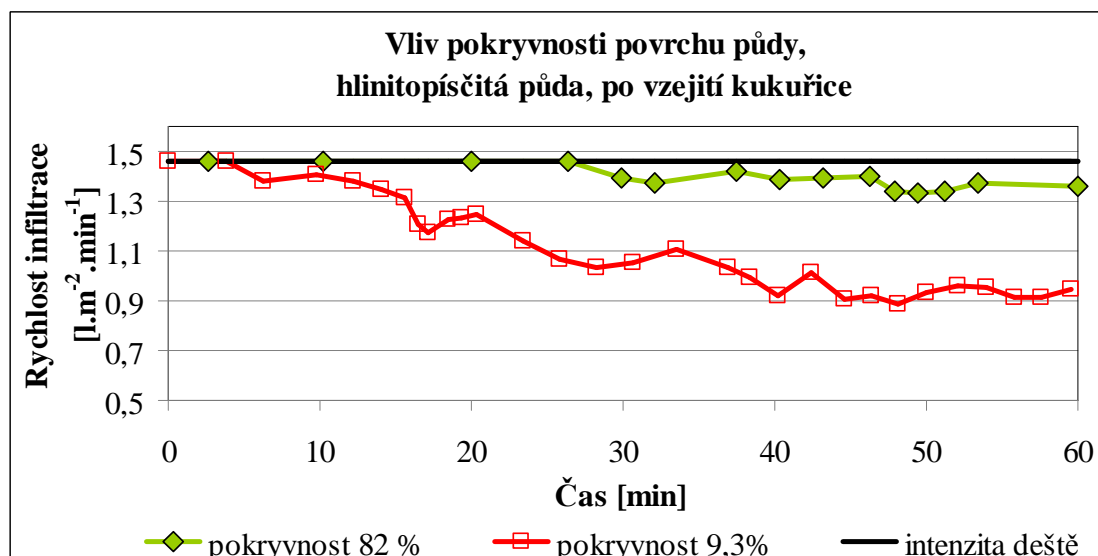
Poznámka: sklízecí mlátička CASE IH bez rozmetání plev, výnos slámy 5,5 t.ha⁻¹, zahloubení kypřiče 120 mm

Závěr

Jedním z kladných půdoochranných efektů minimalizačních technologií je ponechání podílu rostlinných zbytků na povrchu a v mělké povrchové vrstvě půdy. Na druhou stranu mohou rostlinné zbytky sehrát i negativní roli při zakládání porostů - přenos chorob, přemnožení hrabošů atd. O podílu rostlinných zbytků na povrchu půdy a jejich distribuci ve zpracovávané vrstvě rozhoduje volba typu a zahloubení stroje, půdní faktory a rovnoměrnost rozložení zbytků na povrchu půdy.

4.7 Působení rostlinných zbytků na povrchu půdy na infiltraci vody do půdy

Významný vliv pokryvu povrchu půdy mulčem potvrzují výsledky z měření povrchového odtoku při simulovaném intenzivním dešti na pozemku se vzešlou kukuřicí (hlinitopísčítá půda). V časovém průběhu rychlosti infiltrace do půdy na stanovištích s řádovým rozdílem pokrytí povrchu půdy mulčem byl významný rozdíl více než 20 minut v počátku povrchového odtoku vody, kdy již do půdy nevsakovala všechna dešťová voda (obr. 12) a infiltrovanou vodou do půdy (podíl vsakující dešťové srážky). U varianty s vysokým pokrytím půdy začal povrchový odtok vody téměř po 30 minutách přívalového deště (87 mm.h⁻¹) a na konci tak intenzivní dešťové srážky do půdy vsakovalo více než 85 % vody. Nezakryté půdní agregáty na povrchu půdy jsou dopadajícími kapkami rozplavovány, jemné částice zeminy ucpávají póry na povrchu půdy a snižují infiltraci.



Obr. 12 Porovnání vsakující vody při dešťové srážce s konstantní intenzitou $1,46 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ ($87 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$) po dobu 60 min na pozemku se vzešlou kukuřicí; písčitohlinitá půda

Závěr

Vysoký podíl rostlinných zbytků na povrchu půdy a v povrchové vrstvě ornice významně snižuje ohrožení půdy vodní erozí:

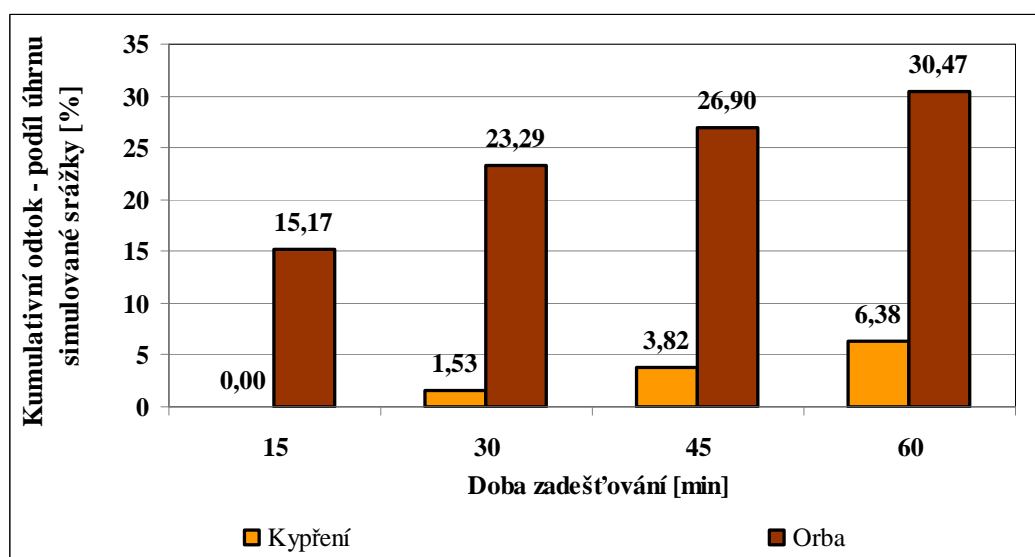
- *rostlinné zbytky na povrchu snižují povrchový odtok, brání přemokření povrchu a vzniku půdního škraloupu,*
- *rostlinné zbytky v povrchové vrstvě vytvářejí preferenční cesty pro vsakování vody ve vertikálním směru a zlepšují vsakování vody,*
- *rostlinné zbytky na povrchu a v povrchové vrstvě půdy zvyšují stabilitu struktury půdy, stabilitu půdních agregátů, zvyšují únosnost půdy a snižují sklon půdy k zhutňování,*
- *rostlinné zbytky na povrchu a v povrchové vrstvě půdy izolují před přímým působením slunce a větru, snižují výkyvy vlhkosti a teploty půdy, udržují vyšší vlhkost v horní vrstvě ornice.*

4.8 Ovlivnění pohybu vody v půdě technologií zpracování půdy

Zpracováním se v půdě vytvářejí makropóry, které při dešti umožňují gravitační vsakování vody. Nadměrné mechanické působení při nevhodných vlhkostních podmínkách má i nežádoucí účinek. Při „rozprášení“ půdy při zpracování za sucha zvyšuje náchylnost k tvorbě půdní krusty na povrchu, při zpracování za mokra se půda málo drobí, tlak pracovních nástrojů může způsobit zhutňování půdy a vytváření nepropustné vrstvy pro vodu. Přiměřené zpracování půdy při optimálních podmínkách mírně navyšuje podíl středních a velkých pórů, zlepšuje infiltraci vody do půdy, nadměrně nerozrušuje půdní agregáty a zmenšuje podíl pórů pro gravitační vsakování vody do půdy. Při zpracovávání vysoké vrstvy půdy se suchým povrchem a s nadměrnou vlhkostí v hloubce může vzniknout vrstva s malými póry na povrchu a vrstva s vyšší pórovitostí pod ní. Úzké rozhraní s malou a velkou pórovitostí vytváří pohyb vody bariéru. Podle Eaglemana (1962) je pohyb vody ve směru od malých pórů k velkým v nenasyceném stavu půdy pomalý, protože kapilární tlak v půdě s malými póry je vyšší. Toto nebezpečí může hrozit ještě na jaře po podzimní orbě za nevhodných vlhkostních podmínek, po které obvykle vzniká vysoký podíl velkých, často až

k povrchu otevřených dutin. Pro zlepšení vsakování vody nestačí urovnat povrch a připravit kvalitní seťové lůžko. Přínosem je utužit půdu v profilu ornice i do hloubky. To ovšem platí jen za příznivých vlhkostních podmínek a odpovídající objemové hmotnosti půdy 1,20 až 1,40 g.cm⁻³.

Podobný případ jsme hodnotili na pokusu se základním podzimním zpracováním za sucha. Po vzejití jarní hořčice na kypřených a oraných variantách pokusu byl v intervalu 15, 30 45 a 60 min porovnán podíl úhrnu kumulativního povrchového odtoku vody při simulovaném zadešťování s konstantní intenzitou 87,78 mm.h⁻¹ (obr. 13). Odtok na orané variantě nastal v 6. minutě kroupení a rychle stoupal, za 15 minut dosáhl 15,17 % úhrnu simulované srážky. Na kypřené variantě pokusu počal povrchový odtok po 26 minutách kroupení, stoupal jen mírně, za 60 minut byl odtok z měřicí plochy 1 m² jen 5,55 l, tj. 6,38 % úhrnu srážky – 4,8krát méně než na orané ploše.

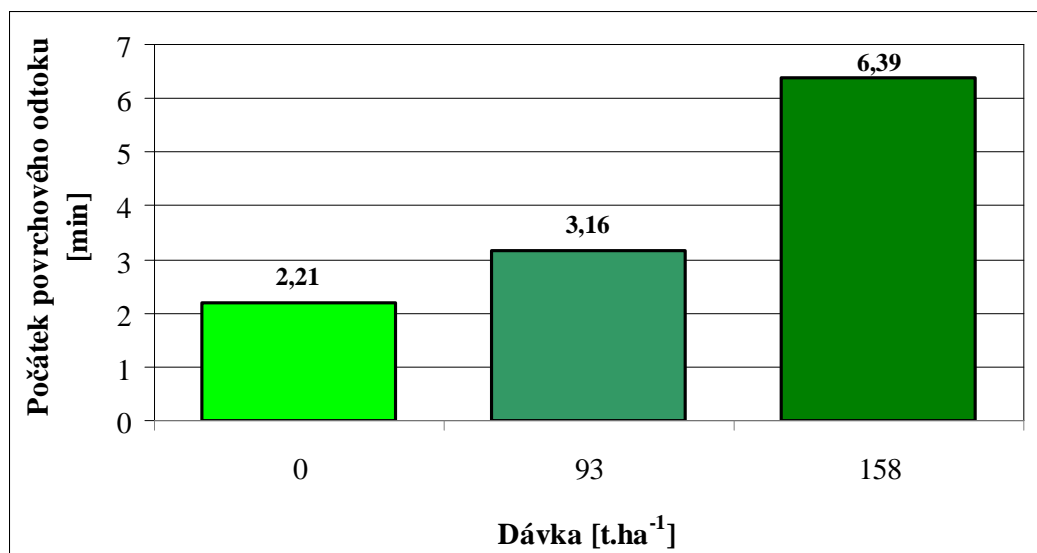


Obr. 13 Podíl úhrnu povrchového odtoku vody na pokusných parcelách zpracovaných do stejné hloubky kypřičem v půdoochranné a pluhem v konvenční technologii

Poznámka: jaro, ozimá pšenice, jílovitohlinitá půda, hloubka zpracování 0,18 až 0,20 m, konstantní intenzita zadešťování 87 mm.h⁻¹

4.9 Zpoždění počátku povrchového odtoku při intenzivním dešti

Na pozemku s písčitohlinitou půdou a zpracováním půdy s orbou byly hodnoceny podmínky pro vsakování vody do půdy po jednorázovém zapravení kompostu na podzim 2008 (varianty dávkování 0, 90 a 150 t.ha⁻¹; osevni sled plodin na pokusu - 2008 – žito trsnaté jarní, 2009 – peluška ozimá + triticale, 2010 oves setý, 2011 – špalda). Příznivé změny struktury půdy se prokázaly až 2. rok po aplikaci kompostu a zlepšily infiltraci vody do půdy. Při konstantní intenzitě simulovaného deště 87 mm.h⁻¹ byl na variantách pokusu porovnáván povrchový odtok vody. Při simulaci přívalového deště na variantách se zapraveným kompostem voda lépe vsakovala, počátek povrchového odtoku nastal později než na kontrole bez kompostu (obr. 14).

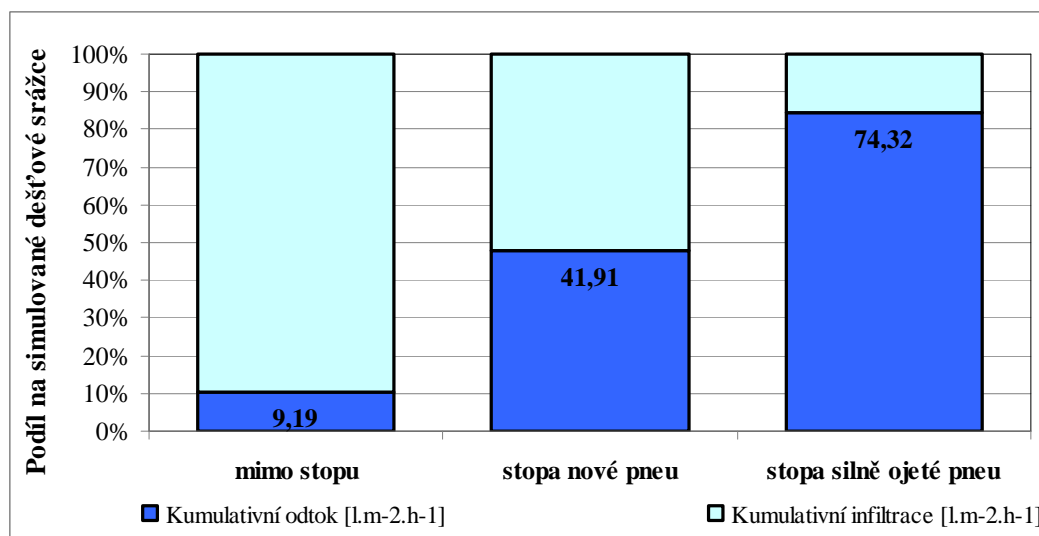


Obr. 14 Počátek povrchového odtoku v závislosti na dávce zapraveného kompostu

Poznámka: písčitohlinitá půda, technologie zpracování půdy s orbou, jaro 2010, směska pelišky ozimé + tritikale v počátku odnožování před zapojením porostu, konstantní intenzita simulovaného deště 87 mm.h⁻¹

4.10 Vliv drsnosti povrchu půdy na povrchový odtok

Mikrorelief povrchu půdy má po každé operaci zpracování půdy nebo zakládání porostu charakteristickou drsnost. Ta je často ve směru a kolmo na směr pohybu strojů odlišná. Na svahu nerovnostmi vytvořené hrázky ve směru vrstevnic zadržují vodu, voda tvoří kaluže a tím zpomalují povrchový odtok při intenzivním dešti. Při přípravě půdy a setí se při jízdě ve směru vrstevnice nasměrují dlouhé části rostlinných zbytků tak, že způsobují zadržování vody. Nebezpečnými zdroji soustředěného odtoku vody při přívalových dešťových srážkách jsou stopy strojů ve směru svahu. I ve stopách lze přispět ke zmírnění negativních následků následným zdrsněním. Na obrázku 15 je porovnání podílu povrchového odtoku vody při simulovaném zadešťování s intenzitou 87 mm.h⁻¹ v meziřádku kukuřice mimo stopy strojů, ve stopě traktoru s vytlačeným hrubým dezénem pneumatiky do půdy a ve stopě postřikovače s hladkým povrchem silně ojeté pneumatiky postřikovače. Při simulovaném hodinovém přívalovém dešti v porostu vsakovalo do půdy více než 90 % vody, ve stopě s hrázkami vytlačenými desénem pneumatiky 58 %, ale v hladké stopě ve směru svahu nic nezpomalilo povrchový odtok a zde vsáklo jen 25,7 % vody.



Obr. 15 Porovnání podílu povrchového odtoku vody na úhrnu simulované dešťové srážky 87 mm za dobu trvání 60 minut

Poznámka: těžká hlinitá půda, porost kukuřice, výška porostu 0,3 až 0,5 m

5 DOPORUČENÍ PRO UŽIVATELE

Organizační a agrotechnická opatření proti vodní erozi jsou ekonomicky nejméně náročná. Jsou popsána i v implementaci a pokynech pro dodržování standardů „Dobrého a environmentálního stavu“ (GAEC) a v „Příručce ochrany proti vodní erozi“ vydané Ministerstvem zemědělství (2011). Vsakování vody do půdy je ovlivněno strukturou půdy v ornici. Pro udržení nebo i zlepšení struktury půdy je podmínkou dostatečný přísun organické hmoty do půdy. Přeměny organické hmoty v půdě na humus příznivě působí na tvorbu půdních agregátů a jejich vodostálost, zvyšuje se i odolnost nežádoucímu zhutňování. Tyto změny v půdě jsou dlouhodobé. Zlepšení půdní struktury dává předpoklad pro zvýšení zadržování vody v půdě a snížení splavení zeminy z ornice. Přínosem je snížení vodní eroze a ochrana půdního fondu.

Při hodnocení vlivu odstupňovaných dávek kompostu z odpadní biomasy na fyzikální vlastnosti půdy lze po čtyřech sezónách (2008 až 2011) vyvodit závěr o příznivém dopadu kompostu na základní fyzikální vlastnosti půdy. Po zapravení kompostu nebo rostlinných zbytků do ornice vždy při intenzivních srážkách započal povrchový odtok vody později a jeho podíl z úhrnu dešťové srážky byl v porovnání s kontrolní variantou nižší.

K zlepšení vsakování vody do půdy lze doporučit jak zapravení vysokých dávek kompostu u BRO tak i OH z posklizňových zbytků. Zvýšený obsah OH v ornici zvyšuje její jímavost pro vodu, při intenzivních srážkách snižuje riziko vzniku povrchového odtoku a je pozitivním ekologickým přínosem pro krajinu.

6 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Novost metodických doporučení spočívá v komplexním hodnocení způsobu dodání organické hmoty do půdy jako opatření ke zlepšení hydrofyzikálních vlastností a ke snížení

nebezpečí povrchového odtoku vody při intenzivních srážkách. Pro uplatnění příznivých účinků zapravení kompostu a rostlinných zbytků na infiltraci vody do půdy je důležité dodržení zásad doporučených pro zvolený systém zpracování půdy a volbu sledu plodin v osevním postupu.

7 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena zemědělské praxi, producentům odpadní biomasy a subjektům v odborném poradenství. Je příspěvkem k přehodnocení významu koloběhu organické hmoty při pěstování tržních plodin v podmínkách hospodaření bez živočišné výroby a doporučením k efektivnímu využívání kompostů vyráběných z odpadní biomasy.

Použitá literatura

- AL-WIDYAN M. I., AL-ABED N., AL-JALIL H. Effect of Composted Olive Cake on Soil physical Properties. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2005, no. 36, p. 1199-1212.
- EAGLEMAN J. R., JAMISON V. C. Soil Layering and Compaction Effects on Unsaturated Moisture Movement. Soil Science Society of America Journal, 1962, vol. 26 no. 6, p. 519-522
- KOVAŘÍČEK P., MAREŠOVÁ K., KOLLÁROVÁ M., VLÁŠKOVÁ M. Vliv kompostu na objemovou hmotnost, vodní kapacitu a hydraulickou vodivost substrátu. Agritech Science <http://www.agritech.cz/>, 2010, č. 2, článek 6, s. 1-8. ISSN 1802-8942
- KUBÁT J. Udržování vyrovnané bilance organické hmoty v půdě. ÚZPI Praha, 1962, 30 s.
- THOMPSON A.M., PAUL A.C., AND BALSTER N.J. Physical and hydraulic properties of engineered soil media for bioretention basins. Transaction of the ASABE, 2008, vol. 51, no. 2, p. 499-514.
- ZEYTIN S., BARAN A. Influences of Composted Hazelnut Husk on some Physical Properties of Soils. Bioresource Technology, 2003, vol. 88, no. 3, p. 241-244.