



Vliv technologie zpracování půdy na infiltraci vody

Souhrn: Na pozemku s hlinitou půdou byla měřena pomocí válcových infiltrometrů rychlost vsakování vody do půdy. Pokusné dílce s variantami zpracování půdy mělkým kypřením talířovým kypříčem do hloubky 0,14 m, hloubkovým kypříčem a orbou do hloubky 0,25 m se připravily počátkem srpna po sklizni hrachu. Na konci října, po zasetí ozimé pšenice, se uskutečnilo ve třech hloubkách – na povrchu, v hloubce 0,2 m a 0,3 m – měření nasycené hydraulické vodivosti. Rychlost infiltrace byla na variantách zpracovaných kypříči třikrát až pětikrát vyšší než na variantě zorané pluhem.

Klíčová slova: nasycená hydraulická vodivost, pórovitost, technologie zpracování půdy

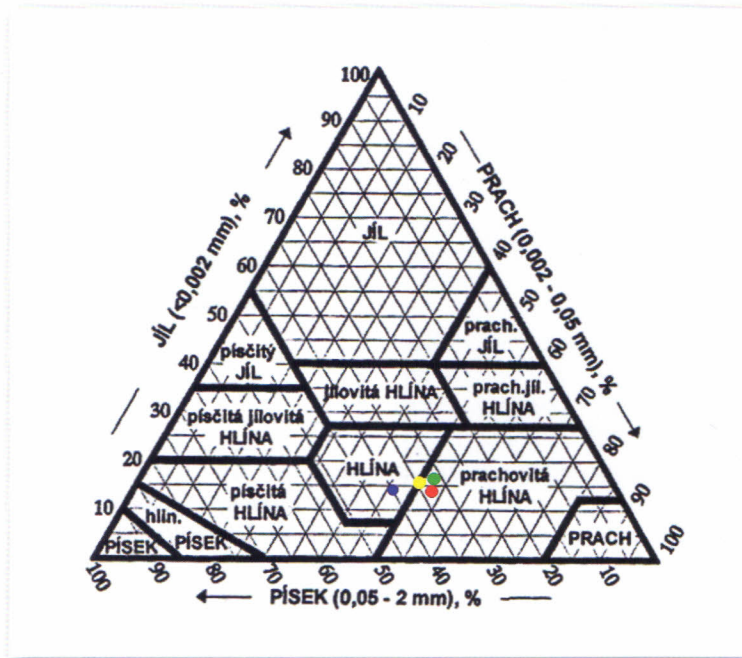
Effect of Soil Tillage Technology on Water Infiltration

Summary: On the plot with loamy soil there was measured the rate of water infiltration into the soil by means of cylindrical infiltrometers. Experimental parts with variants of shallow soil tillage by disc tiller into the depth of 0.14 m and ploughing and chisel tiller into the depth of 0.25 m were prepared at the beginning of August after pea harvest. At the end of October, after sowing of winter wheat, there was carried out the measurement of saturated hydraulic conductivity on surface and in the depths of 0.2 m and 0.3 m. The rate of infiltration was 3 to 5 times higher on variants cultivated by tillers than on variant processed by a plough.

Keywords: saturated hydraulic conductivity, porosity, soil tillage technology

V současném období dochází v Evropě ke změnám klimatu. Pravidelně se opakují dlouhodobé přísušky proložené krátkými obdobími s intenzivním deštěm. Strategickým faktorem pro pěstování plodin se stává půdní voda. Prioritou zemědělců je, aby se co nejvíce vody z deště vsáкло do půdy přímo na daném místě a co nejméně jí povrchově odteklo. Nejen půdní struktura, zásobené půdy organickou hmotou, nežádoucí zhutnění pojezdy strojů po poli, střídání plodin v osevním sledu, ale i volba technologie zpracování mají vliv na rychlost infiltrace vody do půdy.

Zpracování půdy je popisováno jako mechanický zásah do ornice a její promíchání za účelem vytvoření co nejlepších podmínek pro růst a výživu rostlin (Or and Ghezzehei 2002). Při těchto operacích dochází ke změnám velikosti půdních agregátů, změnám v distribuci a struktuře pórů v ornici. To ovlivňuje vodní režim v půdě a pohyb vzduchu. Nadměrnou intenzitou zpracování půdy může docházet k narušování její struktury (například při orbě). Půda po zpracování je v nestabilní formě, pórovitost a její fyzikální vlastnosti se mohou v důsledku přirozeného sesedání a vlivem vsakující vody poměrně rychle měnit. Základní operací zpracování půdy byla do 80. let minulého století orba. Orba vyřešila problém posklizňových



Trojúhelníkový diagram zrnitosti půdy na pokusném pozemku (zrnitost určena hustoměrnou sedimentační metodou, hodnoty ze čtyř vzorků odebraných z hloubky 0–0,15 m jsou barevně zaznamenány v diagramu)

zbytků, intenzivním provzdušněním půdy se zmobilizovaly živiny v organických vazbách, odstranila zhutnění půdy způsobená přejezdy strojů v ornici, potlačila růst plevelů. Při orbě se půda drobí, kypří a zpracovávaná vrstva se obrací. Rostlinný materiál se z větší části ukládá do spodní třetiny zpracované vrstvy. Tento efekt orby odlišuje od zpracování půdy kypříči. Ale právě obracením ornice se odstraní rostlinný pokryv, který

půdu chrání před působením dešťových kapek a zvyšuje rychlost infiltrace vody do půdy.

V oblastech s vyššími srážkami a svažitostí se doporučují půdoochranné technologie zpracování půdy, které ponechávají část rostlinných zbytků na povrchu a část zapraví do povrchové vrstvy ornice. Při půdoochranném zpracování půdy se horizontálně prokypří zpravidla jen mělká vrstva, póry do hloubky ve vertikálním směru by

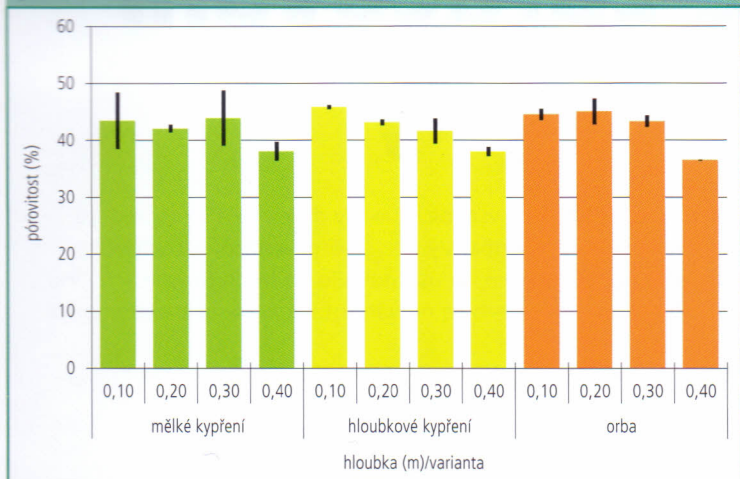
měly být zajišťovány edafonem a prorůstajícími kořeny rostlin. Proto se po čtyřech až pěti letech doporučuje prohlubovací zásah. Půdoochranné zpracování půdy je ekonomicky efektivní způsob ke snížení vodní eroze na svažitých pozemcích a ke zvyšování rychlosti vsakování dešťových srážek. Titi et al. (2002) však při opakovaném zpracování ornice do stejné hloubky poukazují na možnost snížení propustnosti půdy pro vodu – a to platí pro obě technologie, pro orbu i zpracování kypříči.

Materiál a metoda

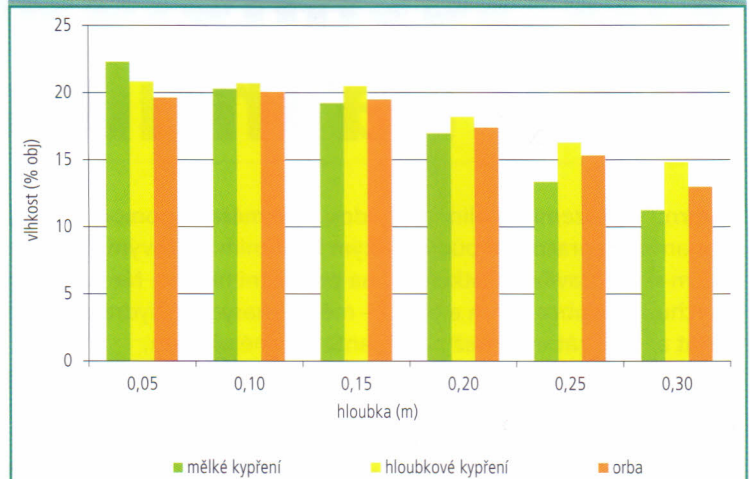
Na pozemku v České Skalici (250 m n. m.) se středně těžkou hnědozemní hlinitou půdou (zrnitost vyhodnocena hustoměrnou sedimentační metodou, je v rozmezí hlíny a prachovité hlíny) a v předcházejících třech letech obhospodařovaném technologií s mělkým kypřením do hloubky 0,15 m, se v roce 2016 uskutečnilo porovnávací měření rychlosti infiltrace vody do půdy. Cílem bylo zjistit, jaký vliv má zpracování půdy na rychlost infiltrace vody v různých hloubkách půdního profilu. Byly porovnávány varianty zpracování půdy pluhem, hloubkovým kypříčem a talířovým podmiatačem. Zpracování půdy se uskutečnilo 11. srpna 2016. Po sklizni hrachu setého byly na pozemku připraveny tři pokusné záho-



Graf 1 – Porovnání pórovitosti půdy na variantách technologie zpracování půdy před měřením nasycené hydraulické vodivosti půdy



Graf 2 – Porovnání vlhkosti půdy na variantách technologie zpracování půdy před měřením nasycené hydraulické vodivosti půdy



ny s odlišnými technologiemi zpracování půdy.

Varianty zpracování:

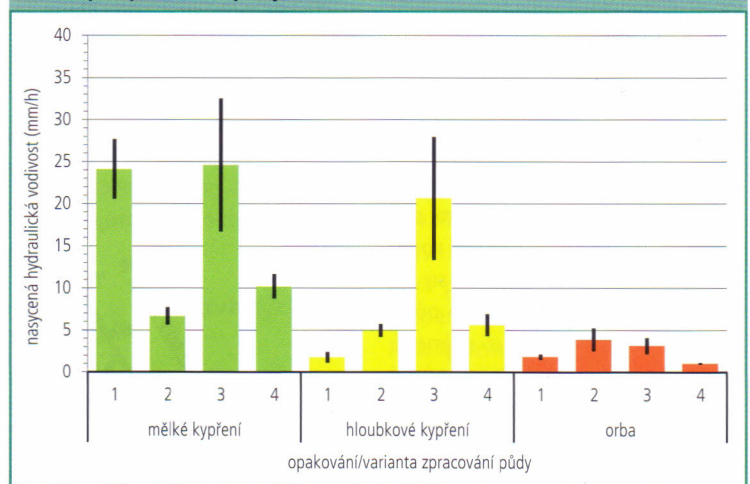
1. orba návěsným sedmiradličním oboustranným pluhem Farnet Vidium P 350 Vario s prutovou odhrnovačkou,
2. hloubkové kypření kypřičem Digger 3,
3. kypření talířovým podmiřáčem Diskomat PS.

Orba byla provedena do hloubky 0,22–0,25 m, hluboké kypření kypřičem Farnet Digger 3 do stejné hloubky jako orba, hluboká podmiřka 0,12–0,14 m závěsným podmiřáčem Diskomat PS. Vlhkost půdy v půdním profilu v průběhu založení pokusu se pohybovala kolem 20 %_{obj}. Počátkem října byl celoplošně pozemek ošetřen předseťovým kombinátorem Kompaktomat a oset ozimou pšenicí. V počátku vzházení pšenice,

po dvou a půl měsících po zpracování půdy, byla ve čtyřech opakováních změněna na všech variantách intenzita vsakování vody do půdy metodou výtopové infiltrace. Před měřením infiltrace vody do půdy byly na všech variantách technologie zpracování z ornice odebrány neporušené vzorky půdy pomocí Kopeckého válečků a vlhkostní sondou ML3 Theta Probe odečtena objemová vlhkost půdy do hloubky 0,30 m.

Stanovení nasycené hydraulické vodivosti (Kfs) se uskutečnilo metodou výtopové infiltrace (Reynolds and Elrick 1990, Bagarello et al. 2004, Bagarello et al. 2006) pomocí infiltračních válců z ocelového plechu s průměrem 0,15 m. Byla hodnocena ve třech úrovních hloubky ornice – na povrchu a po skrytí ornice do roviny v hloubce 0,20 m a 0,30 m, v každé úrovni po čtyřech opakováních.

Graf 3 – Rychlost infiltrace do povrchové vrstvy ornice pro varianty zpracování půdy mělké kypření, hloubkové kypření a orba (dva a půl měsíce po zpracování půdy)



Válce byly svou spodní hranou do půdy zaraženy do hloubky 0,05 m. Kolem každého válce byla před měřeními ve čtyřech bodech změřena objemová vlhkost pomocí vlhkostní sondy ML3 Theta Probe (přesnost ±1 % objemové vlhkosti). Do všech válců byl postupně nalit odměřený objem vody 1 l, který odpovídá 56 mm výšky hladiny ve válci. Doba infiltrace objemu vody byla změřena stopkami s přesností ±1 s. Po vsakování vody byla uvnitř válce třikrát změřena objemová vlhkost pomocí vlhkostní sondy ML3 Theta Probe. Z rozdílů počátečních a konečných hodnot všech vlhkostí byla spočítána kombinace přírůstků (12 hodnot u každého válce). Podle empirického vzorce (Bagarello et al. 2004, 2006) byla spočítána nasycená hydraulická vodivost, 12 hodnot pro jednotli-

vé válce. Podle zrnitostního složení půdy na pozemku byl podle Elricka a Reynoldse (1990) pro výpočet zvolen parametr 12. Pro porovnání výsledků ve variantách byly průměrné hodnoty a směrodatné odchylky hydraulické vodivosti zpracovány do sloupcových grafů s vyneseními chybovými úsečkami.

Výsledky a diskuse

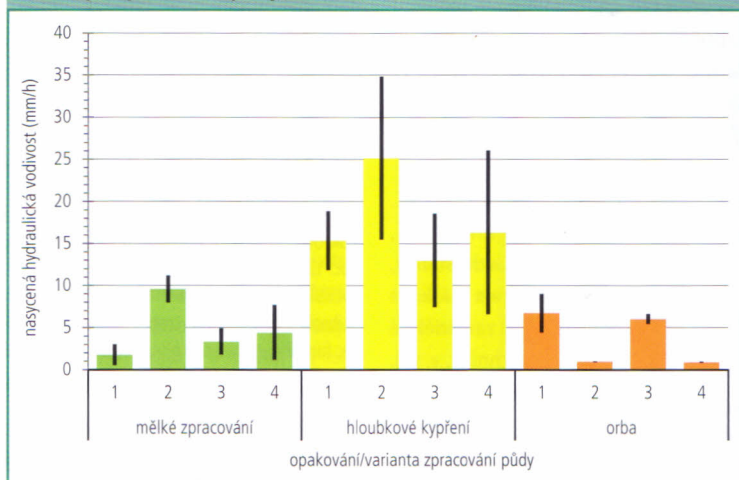
Pórovitost půdy před měřením odpovídala na všech variantách předpokladům. Na ploše určené pro mělké kypření, hloubkové kypření i pro orbu byla do hloubky 0,3 m vyrovnána (graf 1), pro hlinitou půdu mírně pod kritickou hodnotou 45 % (Lhotský 2000). V podorniči, v hloubce 0,4 m, byla jen u orby na hranici velmi ulehle půdy. Vlhkost půdy (graf 2) byla u mělkého kypření v povrchové



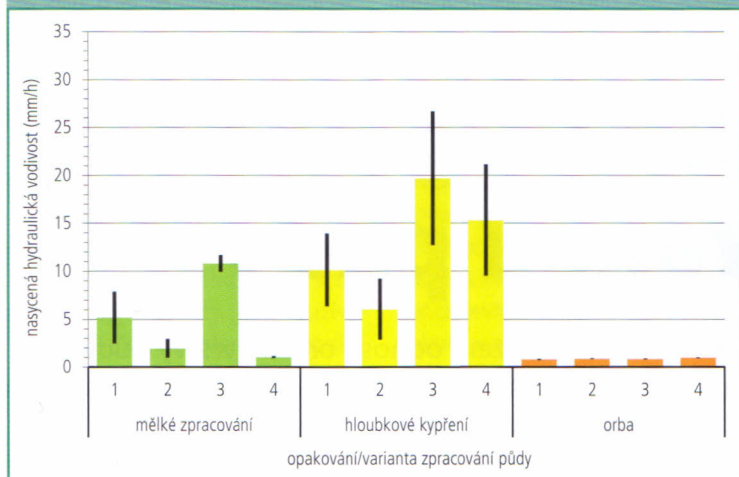
Návěsný sedmiradliční oboustranný pluh Farnet Vidium P 350 Vario s prutovou odhrnovačkou
Foto Pavel Kovaříček



Graf 4 – Rychlost infiltrace v hloubce půdy 0,2 m ornice pro varianty zpracování půdy mělké kypření, hloubkové kypření a orba (dva a půl měsíce po zpracování půdy)



Graf 5 – Rychlost infiltrace v hloubce půdy 0,3 m pro varianty zpracování půdy mělké kypření, hloubkové kypření a orba (dva a půl měsíce po zpracování půdy)



vrstvě ornice ve srovnání s ostatními technologiemi nejvyšší. Pod zpracovávanou vrstvou 0,15 m byla u mělkého kypření vlhkost půdy ve srovnání s orbou nižší, ale ve srovnání s hloubkovým kypřením značně nižší.

Porovnání nasycené hydraulické vodivosti půdy za dva a půl měsíce po zpracování půdy využitými variantami technologií je v grafech 3 až 5. Pro vzájemné porovnání vodivosti jsou technologie zpracování pro úroveň hloubky měření vždy v jednom grafu. Naměřená rychlost vsakování vody do povrchové vrstvy zpracované půdy (graf 3) byla nejvyšší na mělkém kypření s průměrnou hodnotou 16,4 mm/h. Na variantě hloubkové kypření byla průměrná vodivost poloviční (8,25 mm/h) a na orbě 6,6krát nižší (2,48 mm/h) ve srovnání s měl-

kým kypřením. Variabilita rychlosti vsakování vody byla v jednotlivých variantách zpracování půdy velmi vysoká, hlavně u obou způsobů kypření. U orbou byly výsledky celkem vyrovnané. To potvrzuje, že intenzita prokypření a mísení půdy v celé zpracované vrstvě ornice zpracované pluhem je homogenní.

V hloubce 0,20 m jsme již zaznamenali výraznou změnu (graf 4). U mělkého zpracování se hydraulická vodivost snížila na pětinu ve srovnání s povrchem (4,78 mm/h). Odchylky mezi opakováními (kromě opakování 3) v této hloubce nebyly statisticky významné. Vyrovnaná a vysoká rychlost vsakování byla zjištěna u hloubkového kypření (zhloubení 0,25 m). Tuto vrstvu ornice intenzivně prokypřují dláta s křídly. Vyrovnanost

hodnot svědčí o tom, že se netvořily velké hroudy. U orbou, 0,05 m nad úrovní zhloubení pluhu (0,25 m), dosáhla rychlost infiltrace ze všech technologií nejnižších hodnot – průměr 3,65 mm/h.

Měření rychlosti infiltrace v hloubce 0,30 m (graf 5), což je v podorniči těsně pod zpracovávanou vrstvou ornice, potvrdily oprávněnost zařazení obou technologií s kypřiči mezi půdoochranné. U hloubkového kypření byla zjištěna až o 50 % vyšší hodnota rychlosti vsakování vody než v povrchové vrstvě ornice. U varianty s orbou jsme však naměřili velmi nízké hodnoty, a byly ve všech opakováních vyrovnané. Zda šlo o zhutnění vrstvy půdy pod pracovními nástroji, nelze vyvozovat z výsledků jednoho pokusu. Upozorňuje to však na nutnost věnovat se této otázce obšírněji.

Výsledky měření hydraulické vodivosti v půdě jsou v souladu s výsledky, které uvádí Pulkrábek et al. (2016) o vhodnosti podpory retenční schopnosti půdy hlubokým kypřením zejména při pěstování cukrové řepy. Oceňován je i vliv hlubokého kypření bez obracení zpracovávané vrstvy půdy pro prorůstání kořenů plodin (Unger et Kaspar 1994). Poznatky o vlivu hlubokého kypření na výnos plodin ale jednoznačné nejsou (Olesen et Munkholm 2007).

Závěr

Při posuzování variant zpracování půdy kypřiči a pluhem z hlediska rychlosti vsaku v povrchové vrstvě půdy bylo dosaženo nejlepších výsledků u varianty mělkého kypření. Následovalo hloubkové kypření, které mělo v podmínkách měření



Hloubkový kypřič Digger 3, osazení dvěma řadami dlát s křídly, řadou rovnacích talířů a dvojítm hrotovým válcem pro drobení hroud

Foto Pavel Kovaříček



Talířový podmiřič Diskomat PS

Foto archiv Farmet



lepší vliv na infiltraci vody do půdy oproti orbě pluhem. V hlubší vrstvě ornice byla nejvyšší infiltrace vody po hloubkovém kypření, po konvenčním zpracování pluhem ji lze v podorníci charakterizovat jako minimální.

Technologie kypření se v současnosti více prosazuje oproti klasickému zpracování orbou, avšak přesto nelze opomíjet jisté výhody pluhu. Mezi výhody zpracování půdy orbou pomocí pluhu může patřit úplné zakrytí rostlinných zbytků zejména při potřebě omezit rozvoj vývojových stadií chorob a škůdců plodin i při regulaci některých plevelů. Vhodnější použití orby je i při zhoršených vlhkostních podmínkách na pozemku, kdy je použití kypřiče problematické. Výsledky měření jsou v souladu s poznatkem o tom, že ačkoliv bezprostředně po orbě je schopnost půdy přijímat vodu ze srážek vysoká, tato schopnost se



Měřicí válec zapuštěný 0,05 m pod povrch půdy před měřením v hloubce 0,30 m Foto Marcela Vlášková

může rychle snižovat, čímž se může zhoršovat využití vody ze srážek a zvyšovat riziko vodní eroze půdy. ✱

Výsledky uvedené v článku vznikly v rámci institucionální podpory na

dlouhodobý koncepční rozvoj VÚZT, v. v. i., RO0617 a podpory výzkumného projektu TA04011200.

Oponentský posudek vypracovala Ing. Jaroslava Novotná, Ph.D., ze Zemědělského výzkumu, spol. s r. o., Troubsko.

Ing. Pavel Kovaříček, CSc.,
prof. Ing. Josef Hůla, CSc.,

Mgr. Martin Stehlík,
Marcela Vlášková

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

Použitá literatura:

BAGARELLO, V., IOVINO, M., ELRICK, D., 2004: Simplified Falling-Head Technique for Rapid Determination of Field-Saturated Hydraulic Conductivity. Soil Science Society of America Journal, no. 68, s. 66-73. ISSN 0361-5995.

BAGARELLO, V., ELRICK, D., IOVINO, M., SGRO, A., 2006: A laboratory analysis of falling head infiltration procedures for estimating

the hydraulic conductivity of soils. Geoderma, no. 135, s. 322-334. ISSN 0016-7061.

LHOTSKÝ J., 2000: Zhutňování půd a opatření proti němu. ÚZPI, Praha, 61 s. ISBN 80-7271-067-2.

REYNOLDS, W. D., ELRICK, D. E., 1990: Ponder infiltration from a single ring. I. Analysis of steady flow. Soil Sci. Soc. Am. J., no. 54, s. 1233-1241. ISSN 0361-5995.

PULKRÁBEK, J., URBAN, J., JEDLIČKOVÁ, M., DVORÁK, P., 2016: Vliv hloubky uložení hnojiva při hlubokém kypření půdy na produkci cukrové řepy. Listy cukrovarnické a řepařské, roč. 132, č. 9-10, s. 294-299. ISSN 1210-3306.

OLESEN, J. E., MUNKHOLM, L. J., 2007: Subsoil loosening in a crop rotation for organic farming eliminated plough pan with mixed effects on crop yield. Soil and Tillage Research, no. 94, p. 376-385. ISSN 0167-1987.

UNGER, P. W., KASPAR, T. C., 1994: Soil compaction and root growth: a review. Agronomy Journal, no. 86, s. 759-766. ISSN 0002-1962.

TITI E. A., 2002: Soil tillage in agroecosystems. CRC press, U.S.A., 367 p. ISBN 0-8493-1228-0.

Or, D., GHEZZEHE, T. A., 2002: Modelling post-tillage soil structural dynamics: a review. Soil & Tillage Research, no. 64, p. 41-59. ISSN 0167-1987.

Význam meziplodin v souvislosti s protierozní ochranou půdy

Význam meziplodin spočívá především v pokryvu povrchu půdy, a tím zamezení odnosu orníční vrstvy půdy (plní tedy funkci ochrany půdy před vodní i větrnou erozí), a ochraně před nadměrným výparem vody. Prostřednictvím meziplodin je také dodávána do půdy snadno rozložitelná organická hmota, ať už kořenovými zbytky či nadzemní částí rostlin, která stimuluje biologické pochody v půdě. Kořeny meziplodin přispívají ke zlepšování fyzikálního stavu půdy a příznivě působí na její strukturní stav. Neopomenutelný význam spočívá rovněž v poutání živin z půdy v biomase meziplodin, čímž částečně přispívají k lepšímu hospodaření s živinami.

Významnou roli sehrává jejich pěstování v ochranných pásmech vodních zdrojů zejména v období, kdy dochází ke ztrátám živin vyplavováním. Svě místo zastávají i jako přerušovače v osevních postupech, především s vyšším zastoupením zrnin, a jako regulátor plevelů a výdrolu.

Ochrana povrchu půdy

Charakteristickým znakem ochrany povrchu půdy je ponechání zbytků předplodin či biomasy meziplodin na povrchu nebo pouze mělké zapravení těchto rostlinných zbytků do půdy. Dostatečný vegetační pokryv je nutný pro ochranu povrchu půdy především před přívalovým deštěm, který vyvolává erozi půdy.



Kukuřice setá do desikovaného žita svatojánského-trsnatého

Foto Barbora Badalíková

Pokryv půdy rostlinnými zbytky po sklizni předplodiny nebo umrtvenou nadzemní biomasou meziplodin (mulčem) sehrává důležitou roli při protierozní ochraně půdy. Využití meziplodin jako půdoochranného systému se osvědčilo pro svůj ochranný efekt pokrytí půdy rostlinnými zbytky, přičemž se významně ovlivňuje vodní režim půdy znamenající velký přínos z hlediska protierozní ochrany.

Shrneme-li tyto poznatky, pak mají meziplodiny v rostlinné produkci funkci:

- pokrývnou,
- kypřující,
- výživnou,
- ozdravující.