

Vsakování vody do půdy a povrchový odtok vody u širokořádkových plodin

WATER INFILTRATION INTO THE SOIL AND SURFACE WATER RUN-OFF IN WIDE-ROW CROPS

Josef Hůla^{1,2}, Pavel Kovaříček¹, Milan Kroulík^{1,2}

¹Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha

²Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta

V podmínkách České republiky je výskyt přívalových, erozně nebezpečných dešťů nepravidelný a těžko předvídatelný. Podle statistik Českého hydrometeorologického ústavu kolísá výskyt těchto dešťů v jedné lokalitě v širokém rozmezí, nejvyšší pravděpodobnost jejich výskytu je v období od května do srpna (1). Při intenzivních dešťových srážkách má velký význam poměr mezi infiltrací vody do půdy a povrchovým odtokem vody. Nízká infiltrace a velký povrchový odtok srážkové vody představují při přívalových deštích riziko lokálních povodní a na orné půdě vysoké riziko vodní eroze půdy v případě, že na pozemcích jsou pěstovány širokořádkové plodiny – rozsahem pěstitelských ploch jednoznačně převažuje kukuřice, ale poškozování půdy vodní erozí hrozí i u dalších plodin (cukrovka, slunečnice, brambory). Uplatňování konvenčních technologií zpracování půdy a setí při pěstování širokořádkových plodin, zvláště na lehčích půdách a při absenci dalších protierozních opatření, představuje trvalé riziko pro úrodnost půdy a přináší ekologická a další rizika (ohrožení vodních zdrojů, zanášení vodních nádrží, škody v intravilánech obcí).

Rychlost infiltrace srážkové vody do půdy lze ovlivnit agrotechnickými opatřeními využívanými v pěstitelských technologiích polních plodin. Významnou roli při regulaci povrchového odtoku vody a ovlivnění infiltrace vody do půdy má odumřelá biomasa rostlin na povrchu půdy (mulč). Je doložen pozitivní vliv zvyšující se dávky mulče na snížení povrchového odtoku vody (2). Zvýšení retence vody v půdním profilu by mělo být jedním z cílů hospodaření na půdě. U cukrovky může snížení povrchového odtoku srážkové vody a zvýšení infiltrace vody do půdy přispět ke zlepšení zásobování plodiny vodou.

Rychlost infiltrace a povrchový odtok vody jsou důležité ukazatele, které lze měřit a vyhodnocovat při použití simulátoru deště.

Metody a materiál

K měření infiltrace vody do půdy, povrchového odtoku vody a smyvu zeminy byl využit simulátor deště s měřicí plochou 0,7 × 0,7 m (3). Zadešťovací zařízení je vybaveno tryskou s kuželovým rozptylem, umístěnou nad středem měřicí plochy. Měřicí plocha 0,5 m² se umísťuje na mírně sklonité místo, je ohraničena plechovými pásy. Na spodní straně měřicí plochy je sběrač, který soustřeďuje odtékající vodu a smytou zeminu do trubky a dále do odměrné nádoby na automatických vahách. Tryska je napájena vodou hadicí od čerpadla s regulačním ventilem. Intenzita zadešťování a kinetická energie dešťových kapek se reguluje změnou postříkovacího tlaku.

Pokryvnost povrchu půdy rostlinnými zbytky byla stanovena s využitím metody analýzy obrazu fotografických snímků povrchu půdy. Drsnost povrchu půdy ve směru spádnice byla hodnocena „řetězovou metodou“ (4). K měření penetračního odporu půdy byl použit registrační penetrometr.

Infiltrace vody do půdy, povrchový odtok vody a doplňující charakteristiky byly zjišťovány na dvou stanovištích se zvýšeným rizikem povrchového odtoku vody a vodní eroze orné půdy při přívalových deštích.

Stanoviště I.

Stanoviště se nacházelo v řepařské výrobní oblasti, písčitohlinité půdě (obsah Cox: 0,88 %) na svažitém pozemku (sklonitost 7,6–7,8°) v nadmořské výšce 230 m (kukuřice po vzejití, minimalizační technologie zpracování půdy), varianty pokusu byly:

- bez mulče,
- s mulčem – po podmítce byla na povrch půdy rozprostřena suchá rostlinná hmota (ze druhé seče trvalého travního porostu), talířovým kypřičem byla tato biomasa zčásti zapravena do povrchové vrstvy půdy.

Pokryvnost povrchu půdy rostlinnými zbytky v době měření infiltrace a povrchového odtoku vody (17. 5. 2006) je uvedena v tab. I.

Stanoviště II.

Poloprovozní polní pokus byl založen na hlinitopísčité půdě (obsah Cox: 0,80 %) se třemi variantami pěstitelských technologií

Tab. I. Charakteristika variant na stanovišti I. a smyv zeminy při umělém zadešťování

Varianta	Svažitost (°)	Drsnost (mm)	Objemová hmotnost redukována (g.cm ⁻³)	Vlhkost půdy před zadešťováním v hloubce 0–150 mm (% hm.)	Pokryvnost rostlinnými zbytky (%)	Intenzita srážky (mm.h ⁻¹)	Smyv zeminy (g.m ⁻² .h ⁻¹)
Bez mulče	7,6	17,6	1,51	10,4	3,1	100	382,6
S mulčem	7,8	19,5	1,58	11,0	15,1	100	17,4

kukuřice na siláž (nadmořská výška 450 m). Varianty poloprovodního polního pokusu v roce 2008 byly:

1. Kukuřice byla vyseta po umrtvení porostu meziplodiny (hořčice bílá) glyfosátem, bez jarní předseťové přípravy půdy (seť kukuřice secím strojem KINZE).
2. Kukuřice byla vyseta po umrtvení porostu meziplodiny (hořčice bílá) glyfosátem, před setím kukuřice se uskutečnilo jarní zpracování půdy talířovým kypričem AMAZONE Catros 3501 s válcem (seť kukuřice secím strojem KINZE).
3. Konvenční technologie: přes zimu byl pozemek ponechán v hrubé brázdě, na jaře byl použit smyk s bránami a pro předseťovou přípravu půdy ke kukuřici byl využit kombinátor Farmet Kompaktomat, kukuřice byla zasetá secím strojem Kverneland Optima.

Předplodinou byla víceletá pícnina (vojtěška). V roce 2007 byl pozemek zorán (hloubka orby 0,18 m), na části pozemku určené pro variantu pokusu 1 a 2 následovalo urovnání povrchu půdy a zasetí meziplodiny (hořčice bílá).

V dubnu 2008, dva týdny před setím kukuřice, byl u variant 1 a 2 na porost hořčice aplikován glyfosát (Roundup Rapid).

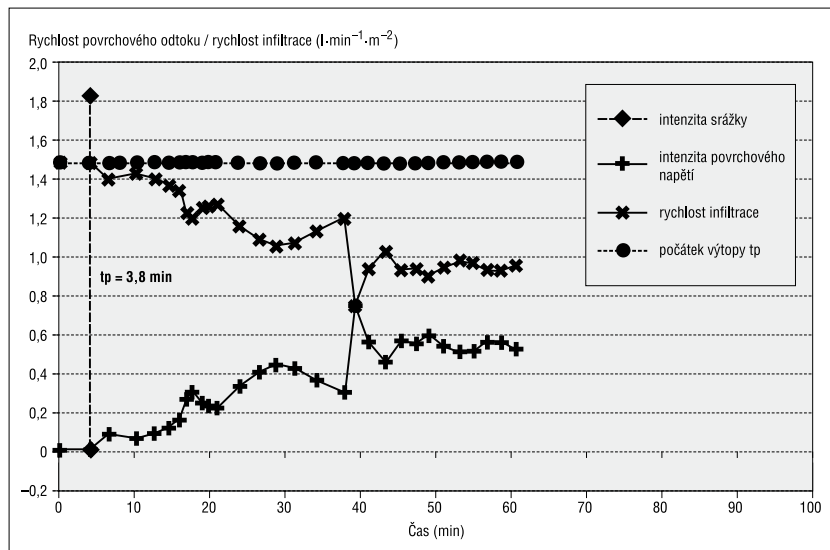
Výsledky a diskuse

V tab. I. jsou uvedeny hlavní charakteristiky půdy a půdního pokryvu před měřením s využitím simulátoru deště na stanovišti I. Hlavní rozdíl mezi variantami je v množství odumřelé rostlinné biomasy na povrchu půdy a v povrchové vrstvě půdy. Pro simulaci zadešťování byla použita intenzita $100 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ při postřikovém tlaku 100 kPa.

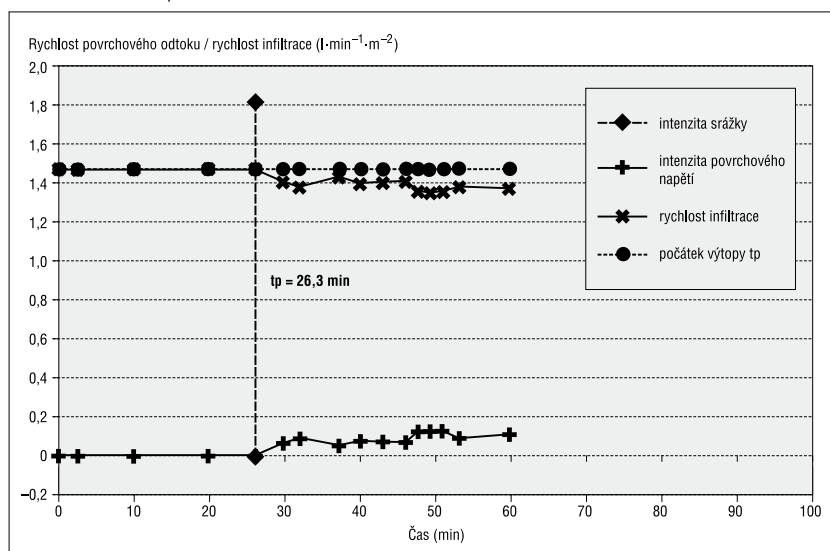
V grafu na obr. 1. jsou znázorněny hlavní charakteristiky naměřené při simulovaném zadešťování na variantě bez mulče. Z grafu je patrné, že počátek povrchového odtoku vody (tp) nastal již po 3,8 minutě umělého zadešťování. Graf dále znázorňuje poměrně vysoký podíl povrchového odtoku vody z celkového množství vody dopadající ve formě kapek na měřicí plochu. Při porovnání s měřením na variantě s mulčem (obr. 2.) jsou patrné výrazné rozdíly – mulč přispěl k vícenásobně delší době nástupu povrchového odtoku vody než u varianty bez mulče. Povrchový odtok vody představoval výrazně menší podíl z dodané vody než u varianty bez mulče. U varianty s mulčem byla zaznamenána vysoká hodnota rychlosti infiltrace. U drsnosti povrchu půdy nebyl mezi variantami podstatný rozdíl.

V tab. I. je uvedena rychlost smyvu zeminy na variantách bez mulče a s mulčem. Zemina odnášená vodou při povrchovém odtoku byla spolu s vodou zachycována, po přefiltrování byla zemina vysušena a stanovena hmotnost sušiny smyté zeminy – vyjádření je po přepočtu za jednotku času (rychlost smyvu zeminy). Mulč na povrchu půdy a v povrchové vrstvě půdy přispěl k výrazné

Obr. 1. Rychlost infiltrace, počátek povrchového odtoku vody a rychlost povrchového odtoku při umělém zadešťování na stanovišti I. – varianta bez mulče



Obr. 2. Rychlost infiltrace, počátek povrchového odtoku vody a rychlost povrchového odtoku při umělém zadešťování na stanovišti I. – varianta s mulčem



redukci smyvu zeminy při povrchovém odtoku vody na svažitém pozemku.

Grafy na obr. 3. až 5. zachycují infiltraci a povrchový odtok vody při umělém zadešťování na stanovišti II. při měření 12. 6. 2008. Z grafů je patrné, že nejvyšší rychlost infiltrace a nejnižší povrchový odtok vody byly dosaženy u varianty 1 (seť do umrtveného porostu meziplodiny, bez jarní předseťové přípravy půdy), nejnižší rychlost infiltrace a s tím spojený nejvyšší povrchový odtok byly zaznamenány u konvenční technologie s orbou, bez meziplodiny (varianta 3).

S povrchovým odtokem vody úzce souvisí smyv zeminy, který ukazuje na riziko vodní eroze půdy.

V tab. II. je uvedena rychlost smyvu zeminy. Jednoznačně nejvíce zeminy bylo smyto u varianty 3 (konvenční technologie s orbou), nejnižší smyv zeminy byl zaznamenán u varianty 1 (seť do umrtveného porostu meziplodiny, bez jarní předseťové přípravy půdy).

Tab. II. Charakteristika variant na stanovišti II. a smyv zeminy při umělém zadešřování

Varianta	Svažitost (°)	Drsnost (mm)	Objemová hmotnost redukováná (g.cm ⁻³)	Vlhkost půdy před zadešřováním v hloubce 0–150 mm (% hm.)	Pokryvnost rostlinnými zbytky (%)	Intenzita srážky (mm.h ⁻¹)	Smyv zeminy (g.m ⁻² .h ⁻¹)
1 – meziplodina, bez jarní předseřové přípravy půdy	5,2	32,1	1,59	12,2	10,9	90	3,6
2 – meziplodina, s jarním předseřovou přípravou půdy	5,8	17,2	1,57	15,3	2,6	90	11,8
3 – bez meziplodiny, konvenční technologie	5,8	14,9	1,75	9,8	1,3	90	126,1

Výsledky měření vsakování vody do půdy a povrchového odtoku vody na stanovišti II. jsou v souladu s dříve uskutečněnými měřeními: při orbě se v ornici vytvoří makropóry, půda po orbě srážkovou snadno přijímá. V delším časovém odstupu od orby se však podmínky pro infiltraci srážkové vody zhoršují. V důsledku opakovaných deštů, mezi nimiž dochází k vyschnutí povrchové vrstvy půdy, se může vytvořit v povrchové vrstvě půdy půdní kůra, která výrazně snižuje infiltraci vody do půdy a vodní kapacitu půdního profilu a zvyšuje smyv zeminy při intenzivních deštích. Navíc dispergované částice utěšňují povrch půdy (5). Tento nepříznivý stav může nastat zejména při pěstování širokořádkových plodin (cukrovka, kukuřice, slunečnice), kdy v případě konvenční technologie zpracování půdy a setí může být z uvedených příčin výrazně snížena schopnost půdy přijímat vodu v době výskytu přívalových srážek – jedná se zejména o období počínaje květnem, kdy se zvyšuje riziko bouřek s vydatnými krátkodobými dešti. U půdoochranných technologií

s využitím vymrzajících meziplodin se přítomnost odumřelé rostlinné biomasy na povrchu půdy a v povrchové vrstvě půdy může příznivě projevit z hlediska omezení povrchového odtoku vody a zvýšení schopnosti půdy přijímat vodu z intenzivních srážek. Dále lze u těchto technologií předpokládat stabilnější půdní agregáty než u konvenčních technologií s orbou. V uvedených měřeních na stanovišti II. se absence jarní předseřové přípravy půdy v případě využití vymrzající meziplodiny projevila příznivě z hlediska zvýšení infiltrace vody do půdy, omezení erozního smyvu zeminy a vytvoření podmínek pro zadržování vody v půdě.

Vhodně využitě netradiční technologie s uplatněním mulče při pěstování širokořádkových plodin tedy mohou přispět nejen k ochraně půdy, ale i ke zvýšení množství vody v půdě přístupné pro rostliny.

Výsledky měření infiltrace vody do půdy a povrchového odtoku vody jsou v souladu s argumenty podporujícími význam



půdoochranných technologií pro vodní režim půdy (6, 7). Půdoochranné technologie pro širokořádkové plodiny včetně cukrové řepy, založené na seti plodin do vymrzajících meziplodin jsou ověřené. Důležitou podmínkou jejich realizace je použití strojů na přesné seti do mulče. Tyto sečí stroje s kotoučovými sečími botkami mohou být doplněny o vybavení pro aplikaci minerálních hnojiv do půdy, což je výhodou zejména při absenci jarní předsetové přípravy půdy. Vlastní technologie seti širokořádkových plodin do vymrzajících meziplodin však není předmětem tohoto příspěvku.

Závěr

Zvýšení rychlosti vsakování vody do půdy a snížení povrchového odtoku vody při intenzivních srážkách přívalového charakteru má význam jak pro omezení vodní eroze půdy, tak i pro zásobování půdy vodou. Zvláště aktuální je využití ochranného účinku biomasy meziplodin při pěstování plodin s velkou roztečí řádků. K nebezpečí nadměrného povrchového odtoku vody a vodní eroze půdy dochází i při mírné svažitosti pozemků, ale dlouhé spádnici bez přerušení. Volbou technologií zpracování půdy a seti a využitím možností soudobé strojové techniky je možné zčásti omezit nepříznivé účinky intenzivních srážek na půdu.

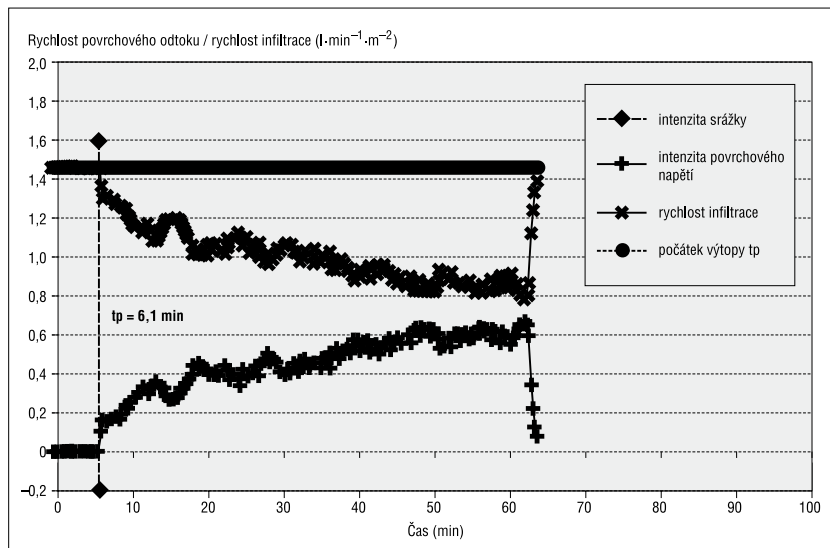
Výsledky uvedené v článku byly získány při řešení projektů Ministerstva zemědělství ČR č. QH82191 a QH92105.

Souhrn

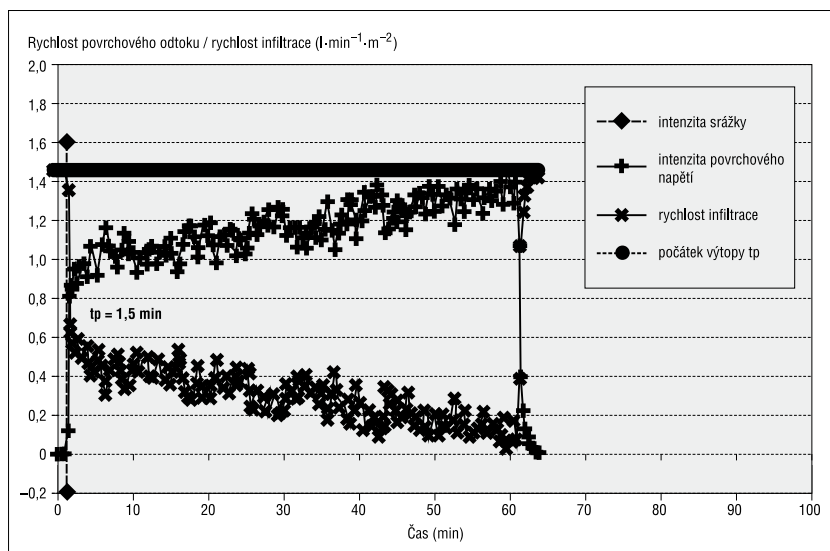
V příspěvku jsou uvedeny výsledky hodnocení infiltrace vody do půdy a povrchového odtoku vody při umělém zadešťování ploch s různým množstvím odumřelé rostlinné biomasy na povrchu půdy. Mulč na povrchu půdy a v povrchové vrstvě půdy přispěl k výrazně pozdějšímu nástupu povrchového odtoku vody než u varianty bez mulče. Mulč rovněž omezil smyv zeminy při povrchovém odtoku vody na svažitém pozemku. V podmínkách polního pokusu bylo zjištěno, že nejvyšší rychlost infiltrace a nejnižší povrchový odtok vody byly dosaženy u varianty seti kukuřice do umrtného porostu meziplodiny bez jarní předsetové přípravy půdy, nejnižší rychlost infiltrace a s tím spojený nejvyšší povrchový odtok vody a smyv zeminy byly zaznamenány u konvenční technologie s orbou, bez meziplodiny. Výsledky měření podporují význam půdoochranných technologií při pěstování plodin, které nechrání dostatečně půdu před účinky přívalových dešťů (kukuřice, cukrovka, slunečnice).

Klíčová slova: infiltrace vody do půdy, povrchový odtok vody, půdoochranné technologie.

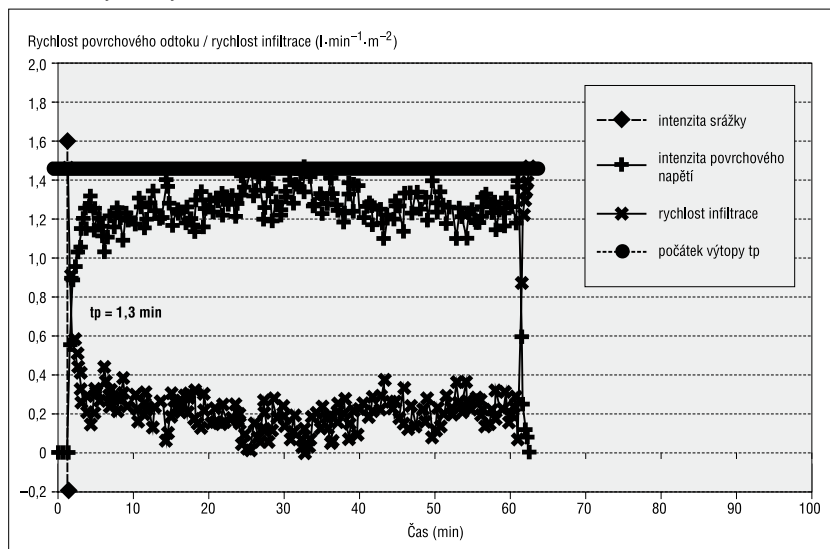
Obr. 3. Výsledky umělého zadešťování na stanovišti II. – varianta 1



Obr. 4. Výsledky umělého zadešťování na stanovišti II. – varianta 2



Obr. 5. Výsledky umělého zadešťování na stanovišti II. – varianta 3



Literatura

1. JANEČEK M. ET AL.: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: ISV nakladatelství, 2005, 195 s.
2. RUY S., FINDELING A., CHADOEUF J.: Effect of mulching techniques on plot scale runoff: FDTF modeling and sensitivity analysis. *Journal of Hydrology*, 326 (1–4), s. 277–294.
3. KOVAŘÍČEK P. ET AL.: Vliv způsobu zpracování půdy na rychlost infiltrace vody do půdy. *Listy cukrov. řepař.*, 123, 2007 (9/10), s. 272–275.
4. KLIK A., KAITANA R., BADRAOUI M.: Desertification hazard in a mountainous ecosystem in the High Atlas region, Morocco. In *Proc. 12th ISCO Conference*, Beijing, 2002, s. 636–644.
5. TIPPL M., BOHUSLÁVEK J.: *Zjišťování velikosti povrchového odtoku a ztráty půdy erozí při různém zpracování půdy*. Praha, 2008. Výzkumná zpráva č. 2511, Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., s. 171–183.
6. HANGEN E. ET AL.: Infiltration patterns into two soils under conventional and conservation tillage. *Soil and Tillage Research*, 63, 2002, s. 181–186.
7. BASIC F. ET AL.: Tillage and crop management effects on soil erosion in central Croatia. *Soil and Tillage Research*, 78, 2004, s. 197–206.
8. BADALÍKOVÁ B., POKORNÝ E., ČERVINKA J.: Změny půdního prostředí při různých technologiích zpracování půdy k cukrovce. *Listy cukrov. řepař.*, 125, 2009 (11), s. 308–311.

Kontaktní adresa – Contact address:

prof. Ing. Josef Hůla, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Drnovská 507, 161 01 Praha 6 Ruzyně, Česká republika, e-mail: josef.hula@vuzt.cz

Hůla J., Kovaříček P., Kroulík M.: Water infiltration into the soil and surface water run-off in wide-row crops

In the contribution there are mentioned the evaluation results related to water infiltration into the soil and surface water run-off during the artificial sprinkling of plots covered by various quantity of dead plant biomass on soil surface. The mulch on soil surface and in surface layer of soil contributed to a considerably later beginning of surface water run-off, than it was in case of variant without mulch. The mulch has also decreased a soil loss originating during surface water run-off on a steep land. In the conditions of a field trial there was found out, that the highest infiltration rate and minimum surface water run-off have been achieved in case of variant with sowing of maize into the dead stand of catch crop without spring presowing soil preparation. The lowest infiltration rate and with it related highest surface water run-off and soil loss have been recorded in case of traditional technology with ploughing, without catch crop. The results of measurements support the importance of soil protecting technologies used in growing of crops, which, don't protect the soil sufficiently from the effects of torrential rains (maize, sugar beet, sunflower).

Key words: water infiltration into the soil, surface water run-off, soil protecting technologies.