



Vliv hnojení kompostem na povrchový odtok vody při dešťových srážkách

Souhrn: Povrchový odtok vody při intenzivních dešťových srážkách ve tříletém provozním pokusu byl příznivě ovlivněn kompostem zapraveným do půdy. V technologii se zpracováním půdy kypřiči se potvrdilo, že vyšší obsah organické hmoty v povrchové vrstvě ornice zvyšuje její vododržnost a rychlejší infiltraci dešťové vody do půdy. Při dlouhodobém deštivém počasí a při vysoké vlhkosti půdy ale může vést v důsledku vyšší vododržnosti organické hmoty i ke zvýšení povrchového odtoku vody. V technologii zpracování půdy orbou byl v prvním roce po zapravení kompostu zaznamenán jeho malý vliv na hydraulické půdní vlastnosti.

Klíčová slova: dešťové srážky, vlhkost půdy, povrchový odtok vody

Effect of fertilizing with compost on the surface runoff during rainfall events

Summary: Surface water runoff during intensive rainfall events was favourably influenced by compost incorporated into the soil during the 3-year field trial. With cultivator-based soil treatment, it was confirmed that a higher organic matter content in the topsoil layer increased its water retention and infiltration rate of rainwater into the soil. However, with long-term high precipitations and high soil moisture, this can also lead to an increase in surface water runoff due to the higher water retention of the organic matter. With tillage-based soil treatment, in the first year after incorporation of compost, a low influence on hydraulic soil properties was noted.

Keywords: rainfall, soil moisture, surface runoff water

V literatuře je k dispozici celá řada přehledných prací, ve kterých jsou shrnuty výsledky výzkumu vlivu různých faktorů na proměnlivost struktury a hydraulických vlastností půd (Strudley et al. 2008). Je však obtížné nabídnout nějakou dostatečně univerzální klasifikaci těchto faktorů. Na hydraulické faktory má vliv zrnitostní složení půdy, stavba půdního profilu, množství a kvalita její organické složky, spontánní sesedání nakypřené půdy (hlavně vlivem vsakující vody), zpracování půdy i člověkem podpořené sesedání nebo zhutňování půdy přejezdy strojů. Přidání organické hmoty do půdy je faktor, který má nejméně výrazný vliv na hydraulické vlastnosti, ale projeví se až po delší době. Mívá ale trvalý charakter.

Pro laboratorní ověření vlivu kompostu na fyzikální a hydrofyzikální vlastnosti půd provedli Zeytin et Baran (2003) nádobové pokusy. V expe-



*Kombinovaný kypřič se záběrem 6 m jedním průjezdem půdu kypří do hloubky 250 mm a připraví k seti, minimalizuje se počet vstupů na pozemek
Foto archiv Výzkumný ústav zemědělské techniky*

rimentech aplikovali kompost v dávkách 0–8 % hmotnosti namíchaného substrátu. Během dvou period (po 45 a 90 dnech od aplikace) prokázali pozitivní vliv kompostu na stabilitu půdních agregátů ve vodě. Kromě toho se rovněž zvýšila nasycená hydraulická vodivost (Ksat) a pórovitost půdy. Výrazné zlepšení fyzikálních vlastností půdy, zvláště pak retenční schopnosti, které bylo v korelaci s dávkami kompostu vyrobeného z pokrutin oliv, pozoroval rovněž Al-Widyan et al. (2005).

Quattara et al. (2007) uvádějí, že dodáním kompostu do půdy se zlepšují její hydraulické vlastnosti, tedy i infiltrace. Ahmad et al. (2008) popisuje zvýšení retenční schopnosti půdy přibližně o 43,1 % na půdách, kde byl aplikován kompost ve srovnání s kontrolní variantou, kde nebyl kompost použit. Curtis et Claassen (2007) aplikovali kompost v dávkách 6, 12 a 24 % objemových (na objem zeminy) po dobu dvou let. Zjistili, že se zvýšila

nasycená hydraulická vodivost (Ksat) a snížil povrchový odtok. Pandey et Shukla (2006) provedli dvouletý polní pokus, při kterém byl do půdy aplikován kompost ze zahradního a faremního odpadu v dávce 100 t/ha. Zjistili, že po aplikaci kompostu se zlepšila schopnost retenční vody a její vztlínání v půdním prostředí.

Zvýšení schopnosti půdy zadržovat vodu bylo pozorováno v mnoha stu-

diích, při kterých byl aplikován kompost, i když efekt nastane pravděpodobně až po delším období. Například Evanylo et Sherony (2002) nezjistili žádné zvýšení kapacity půdy zadržovat vodu ani po dvou letech aplikování kompostu, ani v jiných krátkodobých pokusech nebylo zvýšení příliš zřetelné (Kahle et Belau 1998).

Materiál a metody

V poloprovozním pokusu v katastru obce Svárov (u Kladna) byl hodnocen vliv každoročního hnojení kompostem na povrchový odtok vody při dešťových srážkách. Pokusy byly založeny na sousedících pozemcích dvou soukromých zemědělců s lehkou hlinitopísčitou půdou (kambizem modální) a svažitostí 3–5 stupňů. Na jednom pozemku byla pro zpracování půdy využívána konvenční orebná technologie, na druhém pozemku bezorebná technologie pomocí kypřiče. Hloubka zpracování dosahovala 200 až 240 mm.



Erozní rýha v pšenici ozimé snižuje výnos a smývá půdu z produkční plochy

Foto archiv Výzkumný ústav zemědělské techniky



Prohlubovací kypřič rozruší zhutnělou vrstvu bez vynášení spodiny na povrch a zlepšuje infiltraci srážkové vody

Foto archiv Výzkumný ústav zemědělské techniky



Pravidelné prohlubovací kypření při optimálních vlhkostních půdních podmínkách zajistí infiltraci dešťové vody do podorničí

Foto archiv Výzkumný ústav zemědělské techniky

Po tři roky trvání pokusu se všechny posklizňové zbytky zapravovaly. Na obou technologiích sloužila polovina plochy pozemku jako kontrolní varianta bez hnojení kompostem po celou dobu pokusu a druhá polovina byla vždy po sklizni hnojena kompostem. Pro každoroční hnojení v dávce přibližně 10 t sušiny/ha/rok jsme využívali kompost vyrobený z biologicky rozložitelného komunálního odpadu (tab. 1). Veškeré agrotechnické zásahy

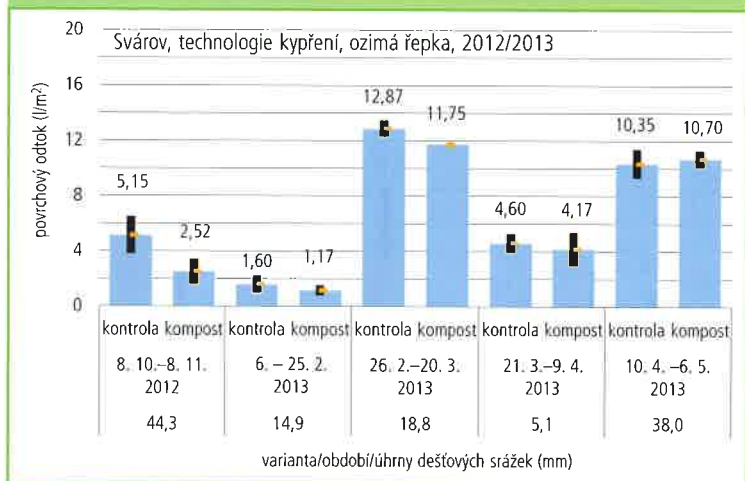
na pokusu se uskutečňovaly ve směru spádnice.

Po zasetí plodiny bylo na každou variantu nainstalováno pět odtokových minisběračů se sběrnou plochou (0,5 x 0,4 m), ohraničenou stěnami z ocelového plechu. Plechové stěny byly zatlačeny 100 mm do půdy, výška stěny nad povrchem půdy byla 50 mm. Ve směru spádnice se povrchový odtok vody z měřicí plochy soustřeďoval pomocí kolektoru do sběrné nádoby.

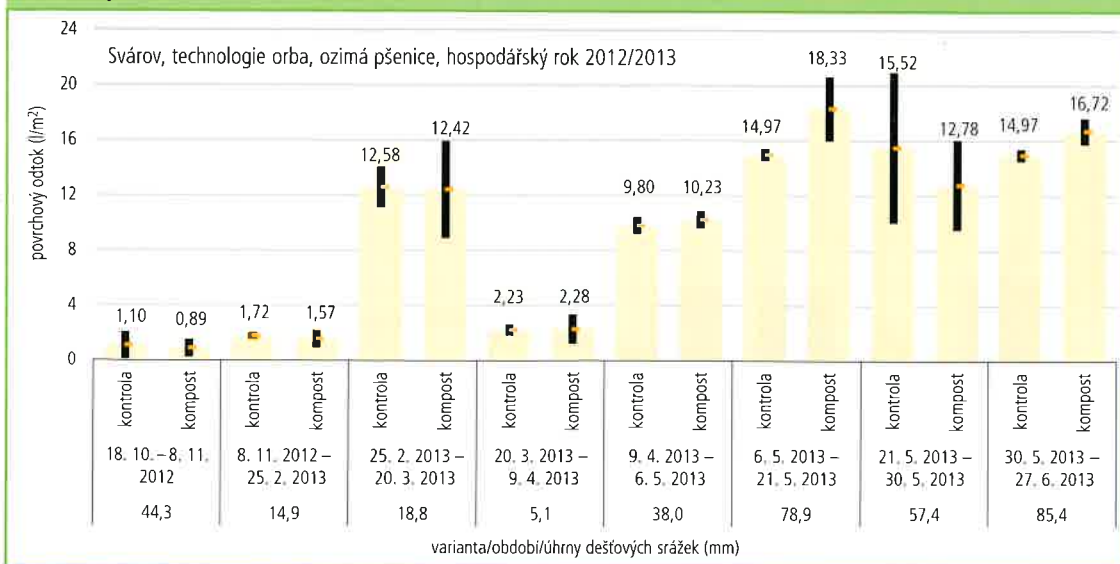
Tab. 1 – Jakostní znaky vyrobeného kompostu pro hnojení na pokusném pozemku (podle ČSN 46 5735)

Rok	Vlhkost (% hm.)	Spalitelné látky (% hm.)	N – celkový (%)	Poměr C : N	pH
2013	58,90	64,70	1,40	23,00	6,34
2014	35,20	22,80	1,48	7,67	7,97
2015	22,75	17,15	0,63	10,90	7,37

Graf 1 – Odtokové události v ozimé řepce, technologie kypření, po podzimním zapravení kompostu, měření ukončeno po odvětvu řepky před obdobím trvalých dešťů v květnu a červnu



Graf 2 – Odtokové události v ozimé pšenici, technologie s orbou po podzimním zapravení kompostu, měření ukončeno v červenci před sklizní



Kolektor byl překryt plechem, aby odtok nebyl ovlivňován dešťovou srážkou. Při instalaci minisběračů se vyhodnocoval sklon měřicí plochy minisběrače digitálním sklonoměrem. Sledování se uskutečnilo ve třech hospodářských letech 2012 až 2015 se sledem plodin shrnutým v tab. 2. U každé varianty pokusu byl u jednoho ze sběračů nainstalován nádobový dešťoměr. Sloužil k určení úhrnu srážky mezi odečty zachyceného objemu vody ve sběrných nádobách. K odhadu, zda došlo k dešťové události s povrchovým odtokem, byla využívána meteorologická stanice České zemědělské univerzity v Praze v Červeném Újezdě s dálkovým přenosem dat, od pokusu vzdálená asi 1100 m vzdušnou čarou. Po intenzivním dešti se uskutečňovalo ambulantní šetření, zda došlo k povrchovému odtoku vody. V kladném případě byly sběrné nádoby nahrazeny prázdnými a zachycený objem vody změřen s přesností ±5 ml. Zachycování povrchového odtoku touto metodou již popsal Bagarello et Ferro (2007).

Výsledky a diskuse

Využili jsme záznam dešťových srážek za celé období pokusu z meteorologické stanice v Červeném Újezdě k dokreslení charakteristiky povětrnosti (tab. 3). V letech 2012 a 2014 dosáhl roční úhrn 613 a 641 mm, o 10 a 15 % více, než byl průměr za posledních 15 let (558 mm). Jako výrazně mokřý můžeme považovat rok 2013, kdy roční úhrn srážek dosáhl 811,2 mm. V tomto roce jsme zaznamenali 23 dešťových srážek s denním úhrnem nad 10 mm. Maximální denní srážka byla 72,6 mm při přivalovém dešti v červenci 2014, ale v roce 2013 byla celková doba deště s intenzitou nad 10 mm/den ještě větší, celých 390 minut. Na jaře v roce 2013 byla naměřena sněhová pokrývka na pokesech 120 mm, vytrvala až do poloviny března. V roce 2015 nastalo období s dlouhými přísušky a zvýšenou teplotou. Nedostatek vláhy se projevil v letních měsících. V hloubce 100 mm se vlhkost půdy snižovala pod úroveň 20 % obj. Za celý rok 2015 bylo jen sedm dešťových událostí s úhrnem nad 10 mm za den.

V prvním hospodářském roce byla ozimá řepka na pokuse s technologií kypření zaseto 15. 8. 2012. Na přelomu srpna a září bylo pět dešťových období s výskytem denního úhrnu nad 15 mm, které přispěly k rychlejšímu slehnutí půdy. Pšenice na pokus s orebnou technologií byla zaseto 26. 9. 2012. Po jejím vzejití byly na obou pokusech do porostu na vybraná stanoviště mimo koleje seciho agregátu a kolejové meziřádky nainstalovány minisběrače.

Na podzim do zámruzu půdy byla po šestidenních deštích 8. 11. 2012 zaznamenána jediná událost s povrchovým odtokem. Na kontrolní variantě v technologii s kypřením v řepce byl povrchový odtok pětikrát vyšší než na orbě s pšenicí (grafy 1 a 2). Lze ten-



to rozdíl přičíst většímu přirozeného utužení vlivem dešťů po zasetí řepky? Na orané variantě byl kompost zapraven do spodní třetiny zpracované vrstvy ornice, jeho vliv se na infiltraci dešťové vody neprojevil. Povrchový odtok na hnojené a nehnojené variantě byl na shodné úrovni. Na kypřené technologii byl u varianty s kompostem povrchový odtok poloviční ve srovnání s kontrolou. Opět je otázkou, zda k lepšímu vsakování deště přispěl větší podíl rostlinných zbytků a kompostu v povrchové vrstvě ornice. Na jaře po rozmrznutí půdy bylo sledování obnoveno 6. 2. 2013. Následující povrchové odtoky do poloviny května byly vyrovnané, jak ve srovnávání technologií, tak hnojených a nehnojených variant. Po odkvetu řepky v technologii s kypřením bylo sledování ukončeno a minisběrače odklizeny. V druhé polovině května nastalo deštivé období s výskytem intenzivních srážek s denním úhrnem 20 až 44 mm. V porostu pšenice (technologie s orbou) po nasycení půdy vodou docházelo k plošnému povrchovému odtoku, v kolejových meziřádcích nastával i stružkový odtok. Po úhrnu atmosférických srážek 78,9 mm od 6. do 21. 5. 2013 byl proti předpokladu statisticky vyšší odtok u varianty s kompostem než na kontrole. Obdobná situace se stejným výsledkem se opakovala o měsíc později na konci června. Podobný výsledek ve shodném období byl zaznamenán i na provozním pokusu v Novohradských horách na pozemku s orebnou technologií a se shodnou metodou měření odtoku. Výsledky naznačují, že zvýšená retence půdy ve vrstvě ornice s vyšším obsahem organické hmoty může při nasycení vodou zpomalit infiltraci do podorniči a zvýšit při vysokých srážkách povrchový odtok. V druhém hospodářském roce se na technologii s kypřením pěstovala ozimá pšenice (setí 15. 9. 2013) a na orbě ozimá řepka (setí 3. 9. 2013). Instalace sběračů se uskutečnila po vzejití obou plodin 9. 10. 2013. Po instalaci sběračů čtyři dny přišlo s denním úhrnem 15,6; 13; 7,6 a 2 mm a nastala odtoková událost. U technologie s kypřením se opět projevil rozdíl mezi variantami ve prospěch hnojené kompostem

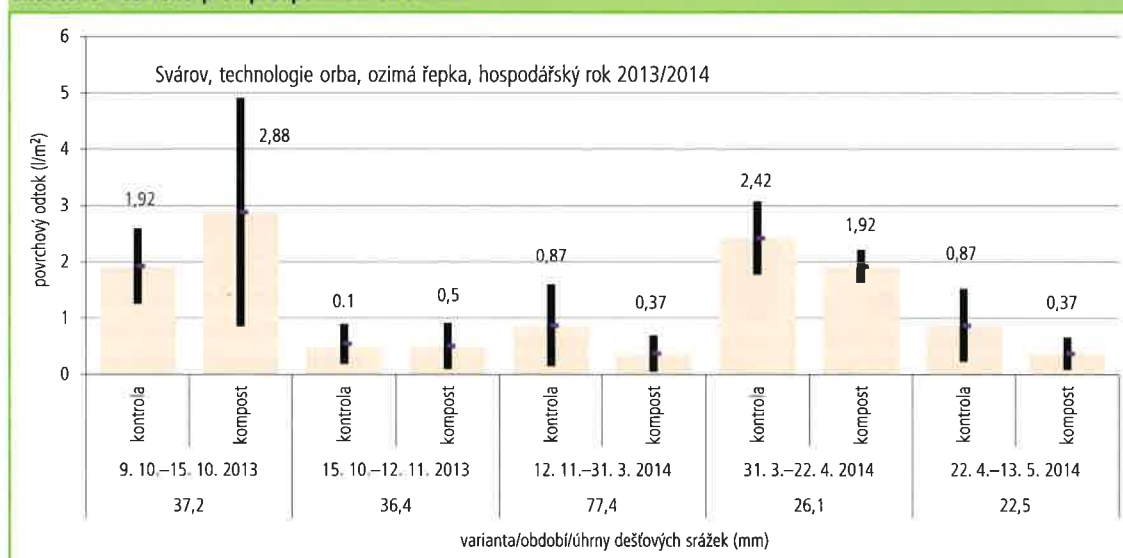
Tab. 2 – Sled pěstovaných plodin a průměrný sklon měřicí plochy minisběračů při instalaci

Rok	Technologie kypření			Technologie orba		
	plodina	varianta	průměrný sklon měřicí plochy (°)	plodina	varianta	průměrný sklon měřicí plochy (°)
2012–2013	ozimá řepka	kontrola	3,7	ozimá pšenice	kontrola	4,4
		kompost	4,2		kompost	4,5
2013–2014	ozimá pšenice	kontrola	3,2	ozimá řepka	kontrola	4,3
		kompost	3,0		kompost	4,3
2014–2015	mák setý	kontrola	4,1	ozimá pšenice	kontrola	3,9
		kompost	4,0		kompost	3,6

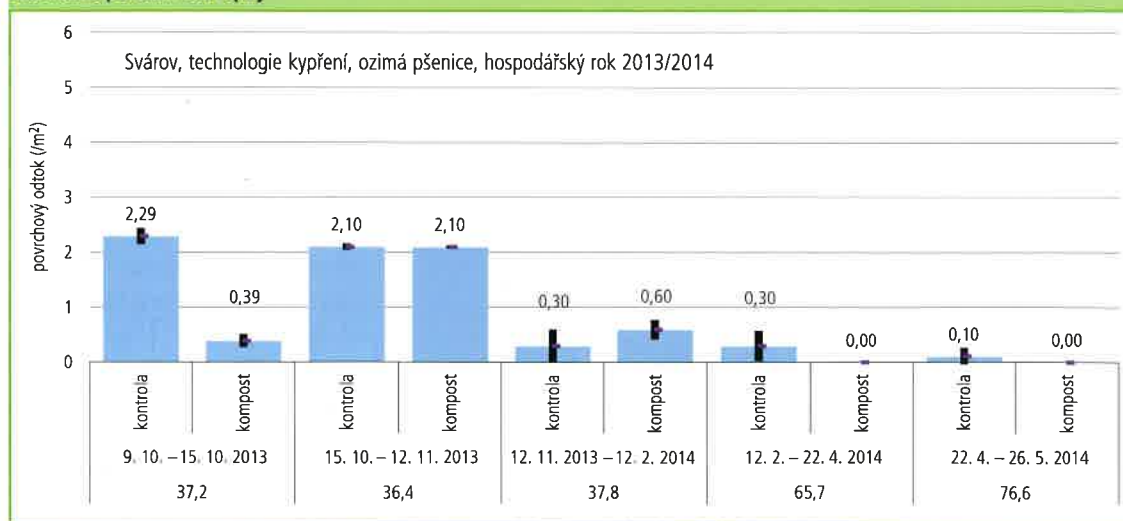
Tab. 3 – Charakteristika povětrnosti a dešťových událostí v průběhu pokusu

Rok	Roční úhrn srážek (mm)	Počet událostí s úhrnem >10 mm/den (počet)	Max. intenzita srážky (mm/den)	Doba intenzivního deště nad 2 mm/10 min (minut)
2012	613,1	12	31,7	240
2013	811,2	23	56,5	390
2014	641,5	14	72,6	150
2015	348,2	7	41,7	40

Graf 3 – Odtokové události v ozimé pšenici po druhém podzimním zapravení kompostu, technologie kypření, měření ukončeno v červenci před předpokládanou sklizní

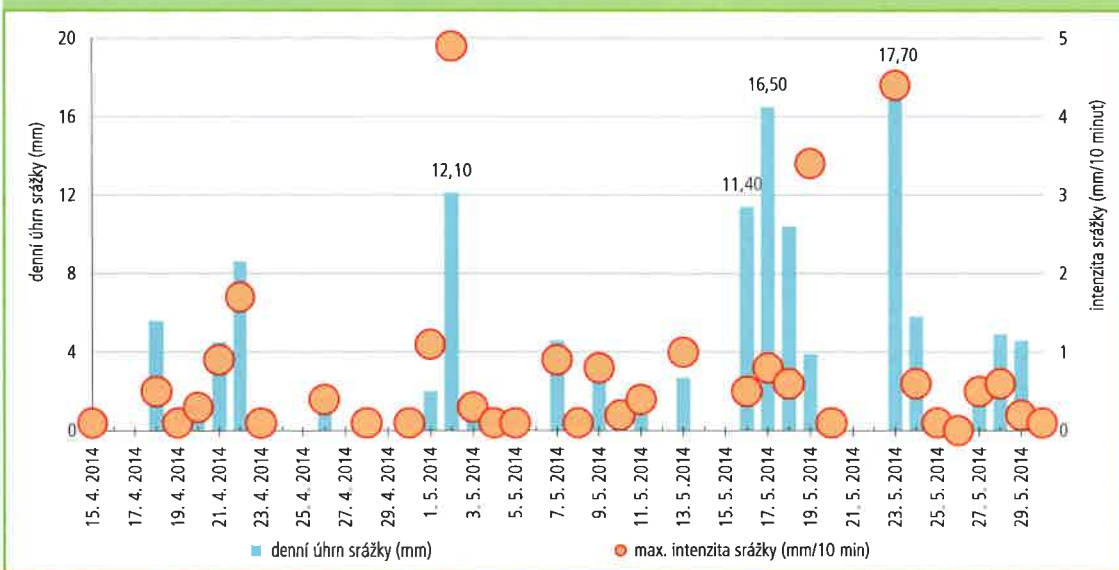


Graf 4 – Odtokové události v ozimé řepce po druhém podzimním zapravení kompostu, technologie s orbou, měření ukončeno po odkvetu řepky

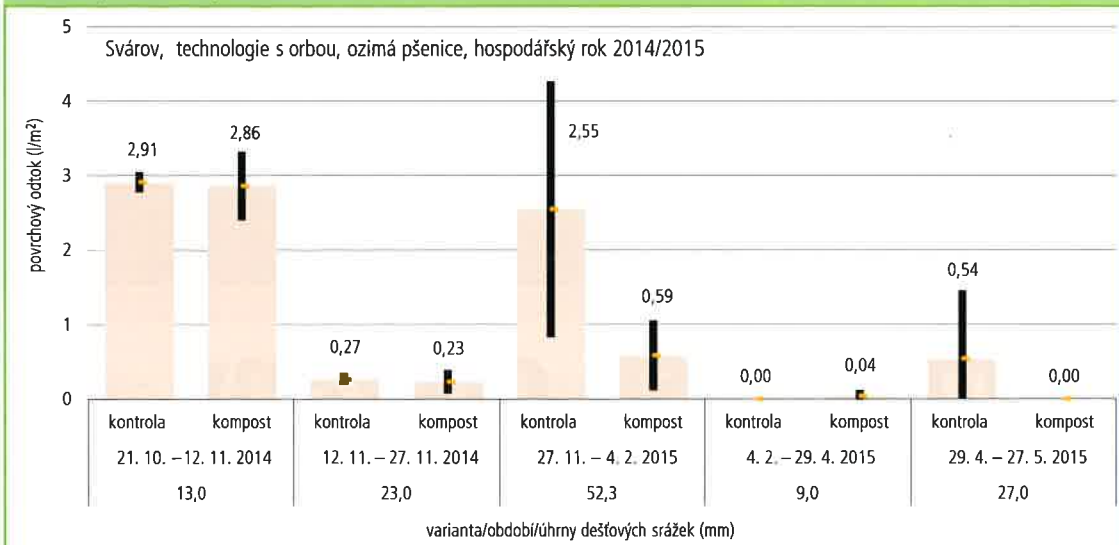




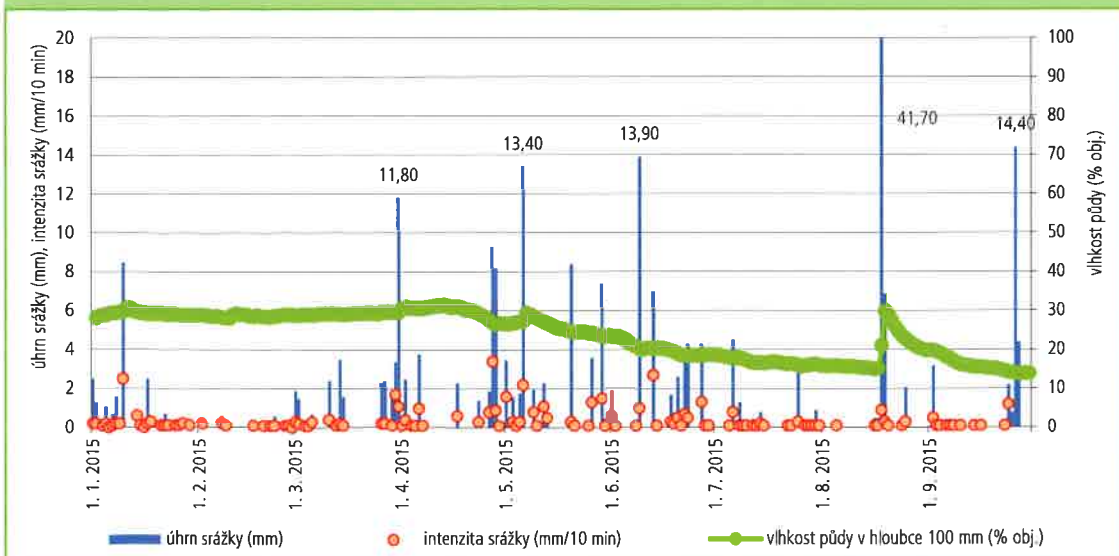
Graf 5 – Výřez ze záznamu úhrnu srážek a jejich intenzity v deštivém dubnu a květnu 2014



Graf 6 – Odtokové události v ozimé pšenici, technologie s orbou po třetím podzimním zapravení kompostu, měření ukončeno před sklizni pšenice



Graf 7 – Průběh úhrnu srážek, intenzity srážky a vlhkosti půdy v období sucha v roce 2015



(graf 3). Odtok byl desetkrát menší než na kontrole. Při další odtokové události o jeden měsíc později při shodné úrovni souhrnu srážek byly na obou variantách odtoky vyrovnané. V první dekádě listopadu bylo deštivé období ukončené 11. 11. 2013 silnější srážkou s úhrnem 10 mm, před kterým měla půda objemovou vlhkost 28–29 % obj. Na obou variantách odtok dosáhl 2,1 l/m². Přes zimu a na jaře do konce března bylo suché období, nebyl zaznamenán žádný významný odtok. V dubnu a květnu nastaly častější srážky, které kromě tří výjimek měly jen malou intenzitu (graf 5), půda je stačila pojmout. Povrchový odtok byl minimální, sledování bylo ukončeno.

Na orané technologii s řepkou byl při první odtokové události odtok u varianty s kompostem 2,88 l/m², tj. o 1/3 vyšší než na kontrole (graf 4). V dalším období do konce března byly odtoky nízké a vyrovnané na obou variantách. Naměřený odtok 22. 4. 2014 byl již na kontrole o 1/5 vyšší než u varianty s kompostem a tento trend se zachoval i v posledním zaznamenaném termínu 13. 5. 2014, kdy již řepka odkvetla a sběrače byly odklizeny. Rozdíly v odtoku mezi variantami nebyly statisticky významné.

V hospodářském roce 2014/2015 v technologii s kypřením byly sběrače nainstalovány na jaře po zasetí máku, ale žádná odtoková událost po dobu vegetace nebyla zaznamenána. V technologii s orbou po třetí aplikaci kompostu se pěstovala ozimá pšenice, setí 9. 10. 2014. Následoval týden dešťů s úhrnem 41,7 mm, minisběrače byly nainstalovány 21. 10. 2014.

Při obou podzimních měřicích obdobích dosáhly u variant odtoky shodné úrovně (graf 6).

Přes zimu, za čtyři měsíce do začátku dubna spadlo jen 52,3 mm deště. Tím začalo sucho, které se ještě na jaře prohloubilo zvýšenou teplotou. V grafu 7 se záznamem objemové vlhkosti půdy v hloubce 100 mm je zřetelně vidět, že i srážky větší než 10 mm se na půdě s vláhovým deficitem na vlhkosti neprojeví. Ta se snižovala až do 18. 8. 2015, kdy srpnové přivalové deště dokázaly půdu v této hloubce nasýtit vodou.



Závěr

Převládající výsledky výzkumu a zkušenosti zemědělské praxe ukazují, že zapravení kvalitního kompostu do půdy přispívá ke zlepšení fyzikálních vlastností půdy a s tím související infiltrace vody do půdy a celkové schopnosti půdy přijímat a zadržovat vodu z atmosférických srážek. Je však nutné si uvědomit, že přímé ovlivnění půdních vlastností kompostem je omezené vzhledem ke značnému zředění zapravené hmoty kompostu v ornici. Příznivý účinek kvalitního kompostu lze očekávat zejména prostřednictvím ovlivnění biologických vlastností půdy a celkového oživení dynamiky půdního prostředí.

Z výše uvedených výsledků provozních pokusů vyplývá převažující příznivý vliv kompostu zapraveného do půdy na příjem vody půdou. Je však třeba počítat i s faktory, které jsou mimo možnosti ovlivnění zemědělcem. Ukázalo se například, že zvýšená vododržnost kompostu může při deštivém počasí a vysoké vlhkosti půdy vést ke zvýšení povrchového odtoku vody. Povrchový odtok vody při srážkách též souvisí s případnými většími rozdíly vlhkosti půdy v půd-



Minisběrač nainstalovaný po zasetí plodiny, kolektor usměrňující odtokovou vodu do sběrné nádoby je překrytý plechem, na každé variantě měření byl úhrn srážky za sledovaném období zachycen instalovaným deštoměrem

Foto archiv Výzkumný ústav zemědělské techniky

ním profilu, například s přítomností suché vrstvy v ornici. Dále byl zaznamenán relativně malý vliv kompostu na půdní vlastnosti v prvním roce po jeho zaorání radličným pluhem. Převažují však už uvedené příznivé účinky zapravení kvalitního kompostu do půdy jako součást péče o půdní organickou hmotu. *

Výsledky uvedené v článku vznikly v rámci institucionální podpory na

dlouhodobý koncepční rozvoj VÚZT, v. v. i., RO0619 a projektu NAZV QK1720289 Vývoj automatizovaného nástroje pro optimalizaci monitoringu eroze zemědělské půdy pomocí distančních metod.

Oponentský posudek vypracovala Ing. Barbora Badalíková z Výzkumného ústavu pícninářského, spol. s r. o.

Ing. Pavel Kovaříček, CSc.,
Ing. Ilona Gerndtová,
prof. Ing. Josef Hůla, CSc.,
Marcela Vlášková,

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha-Ruzyně

Použitá literatura

AHMAD, R., KHALID, A., ARSHAD, M., ZAHIR, Z., A., MAHMOOD, T.: Effect of compost enriched with N and L-tryptophan on soil and maize. *Agronomy for Sustainable Development*, 2008, vol. 28, no. 2, p. 299-305.
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.
BAGARELLO, V., FERRO, V.: Monitoring plot soil erosion and basin sediment yield at Sparacia experimental area. *Changing soil in a changing world: the soils of tomorrow*. ESSC, Palermo, 2007, p. 67-74.

CURTIS, M., J., CLAASSEN, V., P.: Using Compost to Increase Infiltration and Improve the Revegetation of a Decomposed Granite Roadcut. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 2007, vol. 133, no. 2, p. 215-218.

EVANYLO, G., SHERONY, C.: Agronomical and environmental effects of compost use for sustainable vegetable production. *Composting and Compost Utilization*, Int. Symposium 6.-8.5.2002, Columbus, Ohio, USA, 2002.

KAHLE, P., BELAU, L.: Modellversuche zur Prüfung der Verwertungsmöglichkeiten von Bioabfallkompost in der Landwirtschaft. *Agrobiological Research*, 1998, no 51, p. 193-200.

OUATTARAA, K., OUATTARAA, B., NYBERGH, G., SÉDOGOA, M., P., MALMERB, A.: Ploughing frequency and compost application effects on soil infiltrability in a cotton-maize (*Gossypium hirsutum-Zea mays* L.) rotation system on a Ferric Luvisol and a Ferric Lixisol in Burkina Faso. *Soil & Tillage Research*, 2007, vol. 95, no. 1-2, p. 288-297.

PANDEY, C., SHUKLA, S.: Effects of Composted Yard Waste On Water Movement in Sandy Soil. *Compost Science & Utilization*, 2006, vol. 14, no. 4, p. 252-259.

STRUDLEY, M., W., GREEN, T., R., ASCOUGH, J., C.: Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: State of the science. *Soil & Tillage Research*, 2008, no. 99, p. 4-48.

ZEYITIN, S., BARAN, A.: Influences of Composted Hazelnut Husk on some Physical Properties of Soils. *Bioresource Technology*, 2003, vol. 88, no. 3, p. 241-244.

Ověřování možností ochrany půdy před vodní erozí

Souhrn: Vodní eroze půdy představuje jedno z největších ohrožení úrodnosti půdy v České republice. Velice důležitou roli v minimalizaci škod hraje vhodná půdní struktura a uplatňování půdoochranných technologií. Měření vodní eroze a ověřování jednotlivých technologií v minulosti probíhalo především pomocí polního simulátoru deště a na maloparcelových pokusech s rozlohou několika desítek metrů čtverečních. K založení poloprovozních ploch nás přiměly až zkušenosti s mobilními technickými protierozními prvky, které jsou ve Výzkumném ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i., (VÚMOP) rovněž testovány. V rámci velkoparcelových pokusů (přibližně 1 ha) se podařilo prokázat mimořádnou protierozní účinnost technologie pásového zpracování půdy (strip-till) vojtěšky, která dokázala snížit ztráty půdy na naprosté minimum oproti konvenčnímu způsobu přípravy půdy.

Klíčová slova: eroze půdy, mobilní protierozní ochrana, půdní struktura, půdoochranné technologie

Verification of soil protection against water erosion

Summary: Water erosion represents one of the biggest threats in terms of soil fertility in the Czech Republic. Suitable soil structure along with the application of soil protective technologies play an important role in minimising the damage. In the past the water erosion measuring and verifying individual technologies took place especially through rainfall simulator and on experiments on small-sized parcels with the area of a few square meters. What prompted us to establish half-operational areas was the experience with mobile technical anti-erosion features which are also being tested at the Research Institute of Soil and Water Conservation. Within the large-sized parcels experiments (approx. 1 ha) a significant anti-erosion technology effectiveness of alfa-alfa strip-til took place successfully, leading to soil loss reduction to a bare minimum compared to the conventional way of soil tillage.

Keywords: soil erosion, temporary erosion and sediment control measures, soil structure, soil conservation technologies

Úvod

Půda je vystavena klimatickým změnám, které nutí hospodářské zemědělce zasahovat do zaběhnutých

systémů a způsobů hospodaření. Primární produkční funkce půdy začíná být významně závislá na funkcích mimoprodukčních, především hyd-

rologických. Zároveň stále častěji se zemědělci musí potýkat s extremitou atmosférických srážek, kdy se vyskytuje menší počet dešťů s nižší intenzi-

tu, a naopak zvyšuje se počet přívalových dešťů. Kvalita půdy a míra její degradace se tak přímo promítají do možnosti využití srážkové vody rost-