

Infiltrace vody do půdy při pásovém zpracování půdy

WATER INFILTRATION INTO SOIL AT STRIP TILLAGE

Josef Hůla, Pavel Kovaříček, Marcela Vlášková – Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., Praha

Technologie pásového zpracování půdy (strip tillage) je výsledkem hledání pracovních postupů, které při zajištění dobrých podmínek pro porosty plodin zvýší ochranu půdy před poškozováním její úrodnosti, zejména vodní erozí. Protierozní technologie byly v minulosti založeny na mělkém zpracování půdy, případně setí do nezpracované půdy, což je z hlediska výnosu zejména cukrové řepy a kukuřice nevýhodné. Nezastupitelnost relativně hlubokého podzimního zpracování půdy pro cukrovou řepu zdůvodňují PULKRÁBEK ET AL. (1). Hledaly se postupy s hlubším zpracováním půdy pouze v místech řádků plodiny, pruhy mezi řádky měly zvyšovat protierozní odolnost půdy. Hlubší kypření v místech budoucích řádků plodiny vytváří příhodné podmínky i pro lokální zónovou aplikaci hnojiv, příznivá je energetická náročnost pásového zpracování půdy ve srovnání s celoplošným hlubším kypřením nebo orbou. Technologie pásového zpracování půdy byly vypracovány pro plodiny pěstované při velké rozteči řádků: především pro kukuřici na siláž i na zmo, cukrovou řepu, slunečnici i čirok. V souvislosti s požadavky na zajištění podmínek pro rozvoj kúlového kořene řepky se i v Evropě ověřuje u řepky zvětšení rozteče řádků, což přispívá k možnosti využití pásového zpracování půdy i pro tuto plodinu. V modifikované podobě se pásové zpracování vyvíjí i pro obilniny.

Současný stav a vývojové trendy v uplatnění pásového zpracování půdy pro hlavní plodiny pěstované v České republice jsou zpracovány v knižní publikaci BRANTA ET AL. (2). V největší míře je pásové zpracování půdy využíváno při pěstování kukuřice, což souvisí s aktuálním vysokým rizikem vodní eroze půdy při pěstování této plodiny zejména na lehčích půdách. Motivačním podnětem pro uplatnění pásového zpracování půdy jsou platné zásady správné zemědělské praxe při hospodaření s půdou (DZES – Dobrý zemědělský a environmentální stav). Metoda strip-till pro kukuřici je v současnosti zařazena mezi půdoochranné technologie (3). Právě u kukuřice došlo v ČR k významnému nárůstu ploch v souvislosti s využíváním kukuřice na siláž jako energetické plodiny.

LAUFER ET AL. (4) zjistili při uplatnění pásového zpracování půdy pro cukrovou řepu v podmínkách střední Evropy významné snížení povrchového odtoku vody a smyvu ornice v porovnání s konvenční orbnou technologií. LAUFER ET KOCH (5) se dále zabývali vlivem technologie pásového zpracování půdy na výnos a cukernatost cukrové řepy. Uvádějí, že výnos při intenzivním zpracování půdy byl v průměru

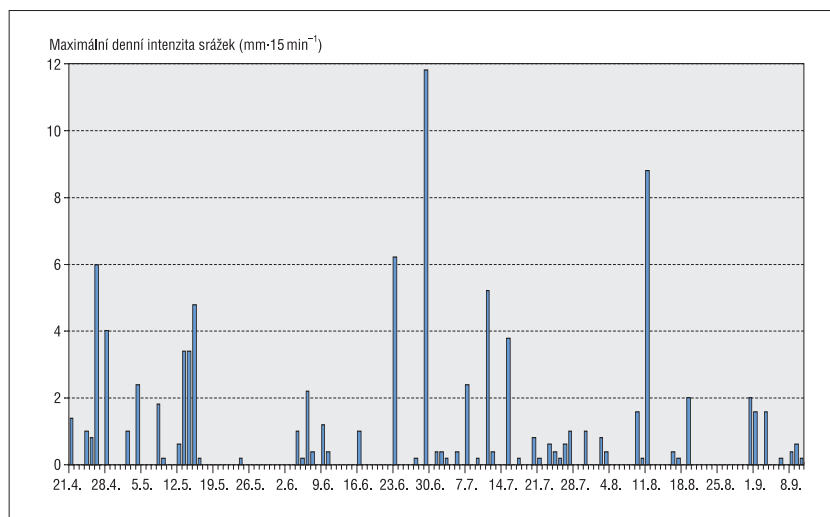
o 7 % vyšší než u pásového zpracování půdy. TREVINI ET AL. (6) dokládají výnos u kukuřice na zmo srovnatelný při využití pásového zpracování půdy a minimálního zpracování půdy v podmínkách severní Itálie. BRANTA ET AL. (2) upozorňují na rizika technologie pásového zpracování půdy u cukrové řepy. Při rozteči řádků 0,45 m musí být šířka kypřených pásů na povrchu půdy menší než při pěstování kukuřice se standardní roztečí z důvodu zachování nezpracované plochy půdy mezi pásy. V souvislosti s vysokými požadavky na kvalitu setového lůžka pro cukrovou řepu může být rizikem nepravidelný propad ornice v místech nakypřených pásů, což souvisí s rizikem nedodržení požadované hloubky setí. Celkový přehled o intenzitě a rozsahu vodní eroze na orné půdě ve střední Evropě podávají CERDAN ET AL. (7).

Cílem měření v podmínkách poloprovozního polního pokusu bylo vyhodnotit ukazatele příjmu vody půdou a související riziko smyvu zeminy při intenzivních dešťových srážkách při uplatnění pásového zpracování půdy v porovnání s konvenční technologií.

Metody a materiál

Poloprovozní polní pokus se uskutečnil v roce 2016/2017 na hlinitopísčité kambizemi v nadmořské výšce 420–428 m n. m. Zrnitostní složení půdy je v místech založení pokusných variant velmi vyrovnané – obsah částic menších než 0,01 mm v ornici byl u 1. varianty 19,8 %, u 2. varianty 19,3 % a u 3. varianty 19,4 %.

Obr. 1. Záznam intenzity srážek po dobu trvání poloprovozního polního pokusu v roce 2017



Obr. 2. Minisběrač povrchového odtoku umístěný v řádku kukuřice – nad každým minisběračem ve směru proti svahu byly umístěny ochranné plechy, které zabraňují zaplavení minisběračů vodou stékající po svahu v případě intenzivního deště



Obr. 3. Měření s využitím simulátoru deště



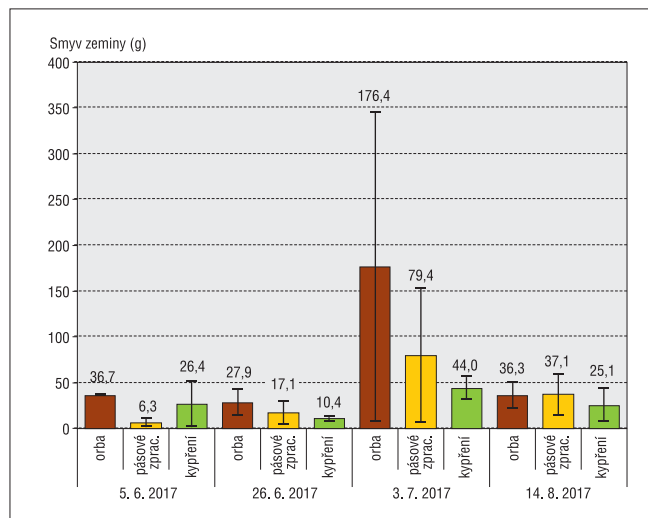
Tomuto polnímu pokusu předcházelo hodnocení infiltrace vody do půdy u tří variant pěstitelských technologií kukuřice na siláž v období 2015/2016, rovněž na písčitohlinité kambizemi. Varianty pokusu byly:

- Varianta 1.: konvenční zpracování půdy s orbou – orba do hloubky 0,20 m, na jaře úprava hrubé brázdy smykem s bránami, aplikace digestátu hadicovým aplikátorem, předseťová příprava půdy kombinátorem, setí.
- Varianta 2.: pásové zpracování půdy – kypření talířovým kypřičem, zasetí mezplodiny (ozimé žito), na jaře pásové zpracování půdy do hloubky 0,25 m (KUHN Striger), setí.
- Varianta 3.: celoplošné kypření do střední hloubky před setím – talířovým kypřičem, zasetí mezplodiny (ozimé žito), na jaře zapravení mezplodiny talířovým kypřičem, kypření kombinovaným kypřičem do hloubky 0,18 až 0,20 m, setí.

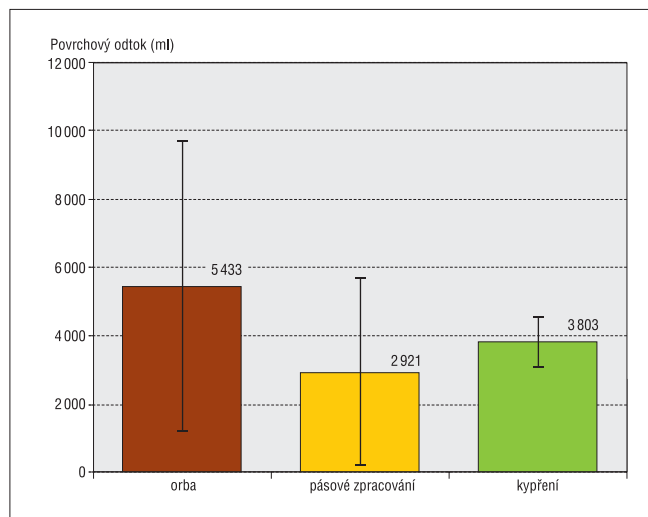
V průběhu vegetační doby kukuřice na siláž byly monitorovány dešťové srážky se zaměřením na srážky intenzivní s potenciálním erozivním účinkem na půdu (obr. 1.). Po vzejití kukuřice byly na jednotlivých variantách pokusu instalovány minisběrače, přičemž byl povrchový odtok vody a smyv zeminou hodnocen v místech řádků kukuřice i v meziřadí (obr. 2.). Sklon povrchu půdy byl v místech minisběračů v rozmezí 4–5°, sběrná plocha každého minisběrače je 0,2 m². Ve spolupráci s pracovníkem zemědělského podniku bylo sledováno naplňování sběrných nádob. Po erozních událostech byly sběrné nádoby vyjmuty z půdy a vyměněny za nádoby prázdné. Nádoby s vodou a zeminou byly převezeny do laboratoře, kde byl zjištěn objem povrchového odtoku a dále sušina zachycené zeminou.

Začátkem června (1. a 2. 6. 2017) se na pokusných variantách uskutečnilo umělé zadešťování s využitím simulátoru deště (obr. 3.). V průběhu zadešťování byl zaznamenáván počátek povrchového odtoku vody, rychlost povrchového odtoku a rychlost infiltrace vody do půdy. Následně byly ze zachyceného odtoku odebrány vzorky pro zjištění množství smyté zeminou.

Obr. 4. Smyv zeminou z 1 m² v důsledku čtyř erozních událostí v roce 2017



Obr. 5. Průměrný povrchový odtok vody z minisběračů – odběr 26. 6. 2017, přepočten na 1 m²



Výsledky a diskuse

Závažnost poškození půdy vodní erozí je vyjádřena hmotností smyté a zachycené zeminy při erozních událostech v důsledku přírodního deště. Z obr. 4., je patrné, že v prvních třech odběrech bylo zjištěno největší množství smyté zeminy na variantě 1 (konvenční zpracování půdy s orbou). Při posledním odběru (14. 8.) však byly rozdíly hmotnosti smyté zeminy statisticky nevýznamné. Potvrdily se tím poznatky ze sledování pokusných variant a příznaků erozních událostí. S narůstajícím časovým odstupem od hlubšího zpracování půdy se snižovala schopnost půdy přijímat vodu při větších srážkách, intenzita vodní eroze mezi pokusnými variantami se ve druhé polovině letního období vyrovnala.

Při přepočtu na hmotnost smyté zeminy z 1 ha jsou zjištěné hodnoty uvedené v grafu na obr. 4. v rozmezí $0,06-1,76 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ při jedné erozní události. Podle JANEČKA ET AL. (8) je přípustná ztráta půdy erozí do $1,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ za rok. Z uvedeného vyplývá, že v podmínkách polního pokusu byla mezní hodnota přípustné eroze překročena také s přihlédnutím k tomu, že hodnoty z prvního odběru (25. 5.) musely být vyřazeny jako nerelevantní (zaplavení části nádob vodou a smytou zeminou před instalací ochranných plechů).

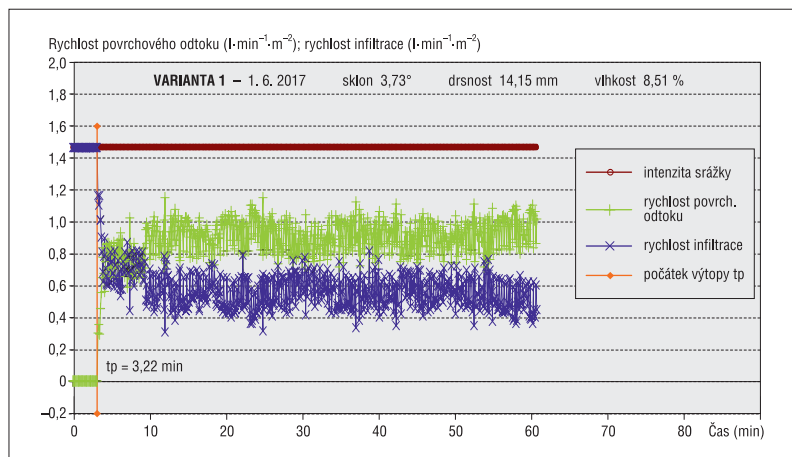
Důležitý je poznatek o tom, že při intenzivním dešti, spojeném většinou s bouřkami, docházelo k povrchovému odtoku vody na všech variantách polního pokusu. Pásové zpracování půdy povrchový odtok zmírnilo, ale riziku smyvu zeminy nezabránilo (obr. 5.).

Výsledky měření infiltrace vody do půdy a povrchového odtoku při umělém zadešťování simulátorem deště začátkem června jsou uvedeny na obr. 6. až obr. 8. Z opakování měření byly vybrány záznamy, které charakterizují schopnost půdy přijímat vodu na jednotlivých variantách polního pokusu. Z uvedených grafů vyplývá, že začátkem června byla největší schopnost půdy přijímat vodu zjištěna na variantě 2 (pásové zpracování půdy), největší povrchový odtok byl u varianty 1 (konvenční zpracování půdy s orbou). To je do určité míry v souladu se zjištěním metodou s použitím minisběračů.

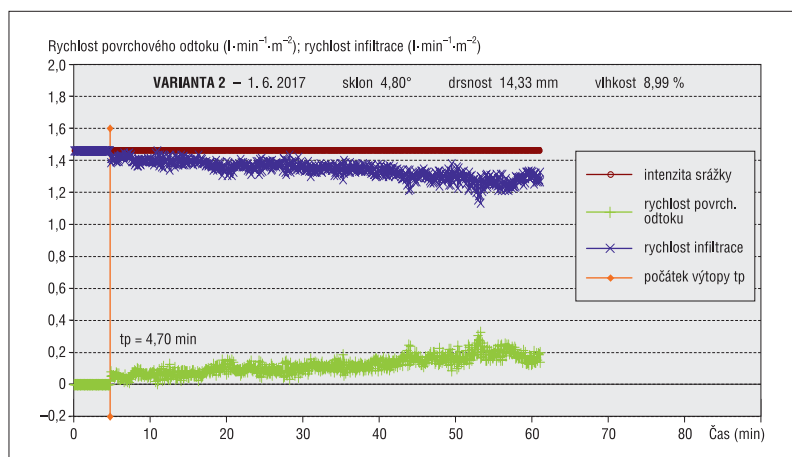
Souhrnné výsledky měření povrchového odtoku vody při umělém zadešťování začátkem června 2017 jsou uvedeny v grafu na obr. 9. Z tohoto grafu je patrné, že v době měření vykazovala varianta pásového zpracování půdy nejnižší hodnoty kumulativního povrchového odtoku. Jeho průběh po celou dobu měření lze s dostatečnou těsností popsat trendovými přímkami.

Grafy (obr. 10. až obr. 12.) demonstrují další charakteristiky příjmu vody půdou při umělém zadešťování simulátorem deště začátkem června 2017. Pokud známe vodní kapacitu ornice, ustálená rychlost povrchového odtoku (obr. 10.) je po odečtu vody v půdě před zadešťováním (objemová vlhkost půdy) měřítkem pro odhad, za jakou dobu

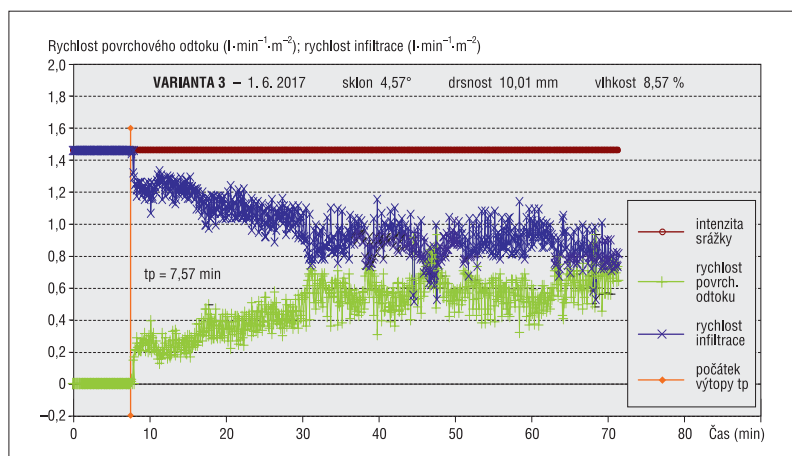
Obr. 6. Rychlost infiltrace vody a rychlost povrchového odtoku na variantě 1 (konvenční zpracování půdy s orbou)



Obr. 7. Rychlost infiltrace vody a rychlost povrchového odtoku na variantě 2 (pásové zpracování půdy)



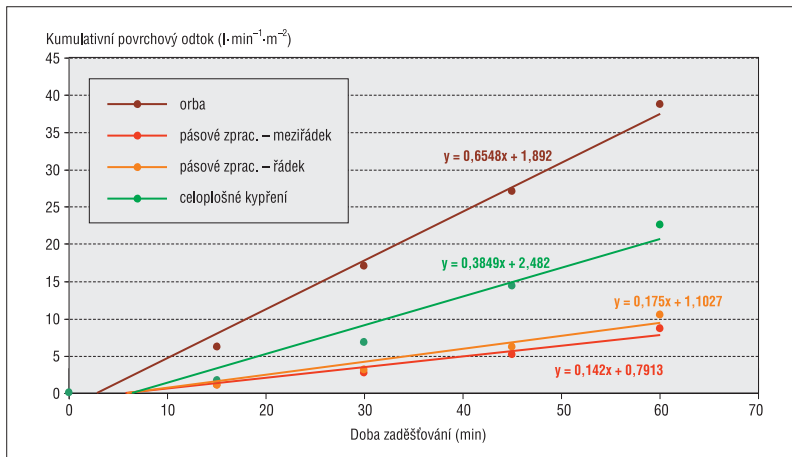
Obr. 8. Rychlost infiltrace vody a rychlost povrchového odtoku na variantě 3 (celoplošné kypření do hloubky 0,18 až 0,20 m)



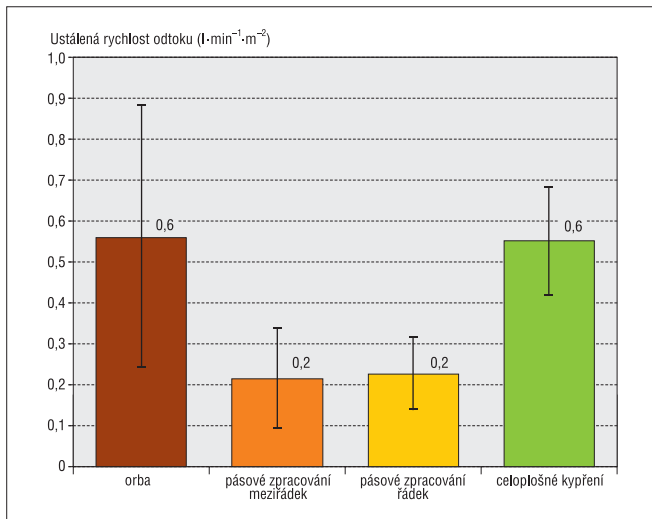
dojde k plnému nasycení ornice (podomičí vykazuje většinou mnohonásobně pomalejší infiltraci vody než je v ornici).

Dalším ukazatelem je čas, za který nastane ustálení povrchového odtoku vody (obr. 11.). Po počátku výtopy povrchový

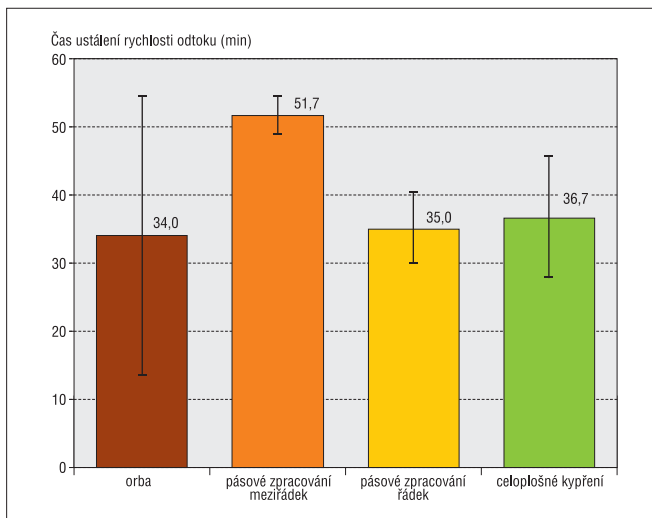
Obr. 9. Kumulativní povrchový odtok vody při umělém zadešťování začátkem června 2017 – kumulativní hodnoty od počátku simulace deště narůstaly s přímou úměrností. Poměr mezi směrnicemi přímk charakterizuje rychlost povrchového odtoku v závislosti na čase.



Obr. 10. Ustálená rychlost odtoku vody při umělém zadešťování simulátorem deště – souhrnné výsledky ze všech měření



Obr. 11. Doba ustálení povrchového odtoku vody – souhrnné výsledky ze všech opakovaní měření



odtok vody narůstal a po 30 až 45 minutách se ustálil na přibližně stálé úrovni. Čím je vyšší infiltrace vody do půdy, tím později nastane ustálení povrchového odtoku. Proto se tato charakteristika při stálé intenzitě zadešťování používá pro porovnání vsakování vody do půdy.

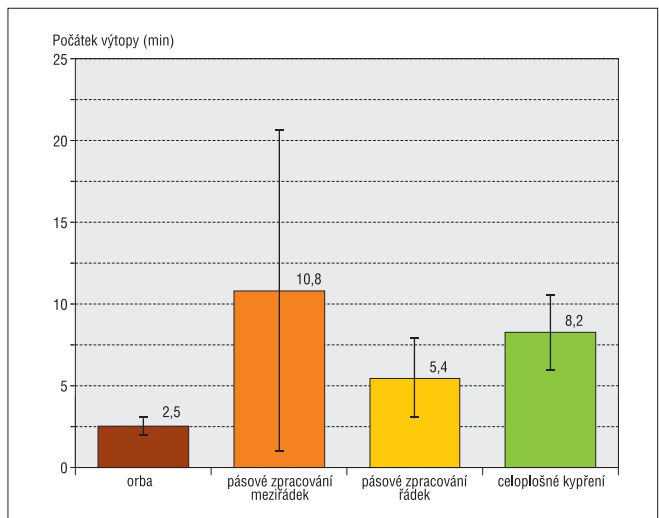
Počátek povrchového odtoku vody (obr. 12.) signalizuje „počátek výtopy“ na měřicí ploše. Výtopa na pokusných variantách nastala v pořadí: orba – v řádku pásového zpracování – celoplošné kypření – v meziřádku zpracovaných pásů přibližně v lineárním trendu; nejlepší infiltrace vody do půdy byla na ploše s vymrzlymi zbytky meziplodiny.

Výsledky měření hydraulické vodivosti půdy, uskutečněného 19. 6. 2017 metodou výtopové infiltrace, byly v souladu s výsledky měření s použitím záchytných minisběračů i s umělým zadešťováním simulátorem deště.

Výsledky měření a hodnocení v roce 2017 rozšířily poznatky o možném přínosu technologie pásového zpracování půdy (strip tillage), která je v poslední době považována za účinnou metodu pro omezení erozních škod způsobovaných intenzivními dešti při pěstování plodin v řádcích s velkou roztečí, zejména při pěstování kukuřice a cukrové řepy (obr. 13.). V podmínkách polního pokusu se ukázalo při pěstování kukuřice, že metoda pásového zpracování půdy může být účinným protierozním agrotechnickým opatřením, ale jen po část, i když významnou, vegetační doby plodiny.

LAUFER ET AL. (4) zjistili ve srovnání s intenzivním zpracováním půdy pro cukrovou řepu snížení povrchového odtoku vody o 92 % u pásového zpracování půdy a o 55 % v případě redukovaného zpracování půdy. Naše měření po erozní události koncem června ukázala snížení povrchového odtoku oproti technologii s orbou o 46 % v případě pásového zpracování půdy a o 30 % u celoplošného středně hlubokého kypření. LAUFER ET AL. (4) dále uvádějí vysoký efekt pásového a redukovaného zpracování půdy z hlediska snížení ztrát půdy: ve srovnání s intenzivním zpracováním půdy o 95 % u pásového zpracování půdy a o 85 % u redukovaného zpracování půdy. SCHOLZ ET AL. (9) uvádějí

Obr. 12. Čas, za který při umělém zadešťování simulátorem deště začal povrchový odtok vody



Obr. 13. Technologie pásového zpracování půdy (*strip tillage*) je považována za účinné protierozní agrotechnické opatření u širokořádkových plodin, tedy i u cukrové řepy



snížení míry eroze půdy uplatněním půdoochranných technologií o 49–87 % v porovnání se zpracováním půdy konvenčním. Naše měření ukazují na nižší účinnost technologií bez orby, jak je patrné z grafu na obr. 4. Navíc při erozní události v polovině srpna byly u množství smyté zeminy zaznamenány nevýznamné rozdíly mezi variantami polního pokusu, což souviselo s postupným útlumem účinku jarního pásového prokypření půdy vlivem slehávání půdy v prokypřených pásech.

Závěr

Z dosavadních výsledků hodnocení příjmu vody půdou u tří variant zpracování půdy pro kukuřici (včetně měření v roce 2016) vyplývá doporučení k využití pásového zpracování půdy jako varianty zpracování půdy s diferencovanou hloubkou kypření. Jedná se o kombinaci hlubšího prokypření půdy pro kořenový systém plodiny a pro zajištění dostatečné infiltrace vody do půdy s využitím ochranné funkce mulče v meziřadí porostu kukuřice i dalších erozí ohrožovaných plodin. Preferovat by se měly postupy s krátkým časovým odstupem mezi pásovým zpracováním půdy a setím hlavní plodiny. Alternativou je uskutečnit hlubší kypření v pásech na podzim a na jaře před setím širokořádkové plodiny toto kypření ve stejných místech opakovat.

Nezbytnou podmínkou pro pěstování plodin s velkou roztečí řádků s využitím pásového zpracování půdy je přesná navigace umožňující spolehlivé setí hlavní plodiny do řádků v místech předchozího hlubšího prokypření půdy. V případě cukrové řepy přistupují zvýšené nároky na úpravu seťového lůžka v místech s časovým předstihem prokypřených pásů.

Nadále trvá potřeba chránit úrodnost půdy tím, že půda s nízkou odolností vůči vodní erozi nebude poškozována velkoplošným a častým

zařazováním kukuřice bez využití kombinace protierozních opatření (obr. 14. a obr. 15.).

Výsledky uvedené v článku vznikly v rámci institucionální podpory dlouhodobého koncepčního rozvoje VÚZT, v. v. i., RO0618.

Souhrn

V poloprovozním polním pokusu na písčitohlinité kambizemi byla hodnocena schopnost půdy přijímat vodu při intenzivních dešťových srážkách. U pásového zpracování půdy pro kukuřici se projevila zvýšená infiltrace vody do půdy v místech hlubšího kypření. Po erozní události koncem června byl povrchový odtok vody nižší o 46 % v případě pásového zpracování půdy a o 30 % u celoplošného středně hlubokého kypření v porovnání s konvenční technologií s orbou. V průběhu jara a části letního období se pásové

Obr. 14. Zvýšené riziko povrchového odtoku vody a smyvu zeminy je při konvenčním pěstování kukuřice



Obr. 15. Příklad protierozní technologie: po sklizni ozimého žita na siláž je možné urychleně uskutečnit pásové zpracování půdy a do prokypřených pásů zasít kukuřici



zpracování půdy projevilo snížením smyvu zeminy při erozních událostech. V polovině srpna se však rozdíl mezi pokusnými variantami vyrovnaly. Přesto lze pásové zpracování půdy doporučit

ROZHLEDY

Bürcky K., Heyn J., Horn D., Koch D.
Příjem živin u cukrovky. Část II: Export živin z pole
(Nahrstoffaufnahme der Zuckerrübe. Teil II. Entwicklung des Nährstoffexports vom Feld)

V první části rozsáhlé studie (2017, č.3, s. 162–167) vyhodnotili autoři jak výnos, tak i složení a obsah makro- a mikro-živin u kořene a hlav bulev a z toho plynoucí cenné informace o bilanci živin, jejich potřebě a použití hnojiv. V této 2. části autoři shrnují a porovnávají výsledky bilance makro- a mikro-živin při dlouhodobých provozních zkouškách z let 1994–1997, 2002–2005 a 2010–2013. Obsah všech prvků v řepě (s výjimkou vápníku) byl v posledním sledovaném období nižší než na začátku (1994–1997). U dusíku a síry to bylo 74 % a u draslíku 83 % ve srovnání s hodnotou na začátku zkoušek. Důvodem toho poklesu je jak šlechtitelský proces, tak optimalizace pěstování cukrové řepy. Příjem živin byl po celé sledované období prakticky stejný, i když bylo dosaženo zvýšení výnosu cukrovky o 36 %.

Zuckerind./Sugar Ind., 143, 2017, č.9, s. 534–540.

Kadlec



jako přínos z hlediska příjmu vody půdou i omezení rizika vodní eroze půdy.

Klíčová slova: erozní události; povrchový odtok; protierozní technologie.

Literatura

1. PULKRÁBEK, J. ET AL.: *Začlenění podzimního hlubokého kypření půdy a kypření za vegetace do půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy*. Certifikovaná metodika. Praha: ČZU v Praze, 2015, 41 s., ISBN 978-80-213-2614-9
2. BRANT, V. ET AL.: *Pásové zpracování půdy (strip tillage) klasické, intenzivní a modifikované*. Praha: Profi Press, 2016, 135 s., ISBN 978-80-86726-76-2
3. *Zásady správné zemědělské praxe při hospodaření spádou*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2017, 8 s.
4. LAUFER, D. ET AL.: Soil erosion and surface runoff under strip tillage for sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in Central Europe. *Soil & Tillage Research*, 162, 2016, s. 1–7.
5. LAUFER, D.; KOCH, H. J.: Growth and yield formation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under strip tillage compared to full width tillage on silt loam soil in Central Europe. *Europ. J. Agronomy*, 82, 2017, s. 182–189.
6. TREVINI, M.; BENINCASA, P.; GUIDUCCI, M.: Strip tillage effect on seed-bed till and maize production in Northern Italy as case-study for the Southern Europe environment. *Europ. J. Agronomy*, 48, 2013, s. 50–56.
7. CERDAN, O. ET AL.: Rates and spatial variations of soil erosion in Europe: A study based on erosion plot data. *Geomorphology*, 122, 2010, s. 167–177.
8. JANEČEK, M. ET AL.: *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: ISV nakladatelství, 2005, 195 s., ISBN-85866-85-8
9. SCHOLZ, G.; QUINTON, J. N.; STRAUSS, P.: Soil erosion from sugar beet in Central Europe in response to climate change induced seasonal precipitation variations. *Science Direct, Catena*, 72, 2008, s. 91–105.

Hůla J., Kovaříček P., Vlášková M.: Water Infiltration into Soil at Strip Tillage

The ability of water infiltration during intense rainfalls was evaluated in a field experiment on sandy loam cambisol. After strip tillage for maize, an increase in water infiltration into the soil was recorded in places where the tillage was deeper. After the erosion event at the end of June, the surface runoff reduced by 46 % in the case of strip tillage and by 30 % in the case of medium-deep loosening compared to conventional plowing technology. Strip tillage reduced soil loss in erosion events during spring and part of summer. In mid-August, the differences between experimental variants were not significant. However, strip tillage may be recommended as beneficial for water infiltration into the soil as well as for reducing water erosion risk.

Key words: erosion events; surface runoff; anti-erosion technologies.

Kontaktní adresa – Contact address:

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