

Vliv kypření půdy za vegetace na erozi půdy a produkci cukrové řepy

EFFECT OF SOIL LOOSENING DURING VEGETATION ON SOIL EROSION AND SUGAR BEET PRODUCTION

Josef Pulkrábek, Jaroslav Urban, Petr Dvořák, Lucie Bečková

Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Pravděpodobnost výskytu přívalových srážek, které mohou působením vodní eroze způsobit značné poškození pozemku i samotných vzcházejících plodin se v poslední době výrazně zvyšuje (1). Tím vyvstává i potřeba aktuálních dat a informací pro optimální pěstelská rozhodnutí (2). Cukrová řepa je na erozně ohrožených plochách poškozována vodní i větrnou erozí, především v době vzcházení. Půda je erozí ohrožena až do doby plného zapojení porostu cukrové řepy (přibližně do poloviny června), po zapojení porostu riziko eroze půdy na daném pozemku významně klesá. Cukrovka je obvykle vysévána s meziřádkovou vzdáleností 45 cm. Tím je řazena mezi erozně nebezpečné plodiny (plodiny s nízkým ochranným vlivem na půdu) s nízkou protierozní účinností. Erozi je ohrožen nejen samotný pozemek a vysetá cukrová řepa, ale také níže ležící lokality (hrozí škody na majetku, infrastruktuře, zanášení vodních toků a nádrží atp.), proto se hledají technologie jejího pěstování, které snižují riziko eroze půdy.

Cukrová řepa je plodinou náročnou na půdní a klimatické podmínky (3, 4). Půda a její kvalita patří mezi rozhodující faktory při jejím pěstování. Je žádoucí, aby vlastní pěstování cukrovky přispívalo ke zvyšování půdní úrodnosti (5, 6). Proto musí být užívány postupy příznivé pro půdu, ke kterým patří i zařazování půdoochranných technologií.

Půdoochranné technologie

Půdoochranná technologie je sdružená technologie, která kombinuje ochranné a výrobní efekty. Podle JANEČKA ET AL. (7, 8), je půdoochranným obděláváním půdy (conservation tillage) nazýván systém obdělávání a pěstování plodin, který udržuje nejméně 30 % rostlinných zbytků na povrchu půdy a vede ke snížení vodní nebo větrné eroze. Jde v podstatě o redukované obdělávání, charakterizované zmenšováním počtu operací jejich

Obr. 1. Meziřádkový kypřič MEKY



slučováním při současné ochraně povrchu půdy rostlinnými zbytky (9). Tento systém ochrany půdy chrání povrch půdy před působením eroze ponecháváním posklizňových zbytků na jejím povrchu. Místo orby se půda zpravidla pouze kypří (pro cukrovou řepu hluboce).

Účinným protierozním opatřením k ochraně půdy před erozí je výsev cukrové řepy do mulče z vymrzajících meziplodin, nejčastěji svazenky vratičolisté nebo hořčice bílé, přesným secím strojem vybaveným kotoučovými secími botkami. Tato půdoochranná technologie chrání půdu do zapojení porostu cukrové řepy. Praxí není příliš přijímána, protože pro její využívání jsou nezbytné vhodné secí stroje a půda na jaře pomaleji vysychá, a tím se opoždí výsev cukrové řepy. Z tohoto důvodu jsou ověřovány další technologie vhodné pro cukrovou řepu, nebo jsou zkoumány možnosti jak upravit stávající techniku či postupy tak, aby se zvýšil půdoochranný efekt (10).

Půdoochranné technologie jsou technologie zpracování půdy s různým stupněm redukce hloubky a intenzity zpracování doplněné o využívání organické hmoty (11). Cílem těchto technologií je rozvíjet v půdě všechny procesy vedoucí k zabezpečení půdní úrodnosti a současně vytvářet vhodné půdní prostředí pro růst a vývoj polních plodin. O půdoochranné technologie je větší zájem nejen kvůli zlepšování péče o půdu a porosty plodin, ale také ve snaze úsilí o snížení nákladů a časové náročnosti na zpracování půdy.

Mnohé z těchto technologií přináší problémy spojené s horší kvalitou přípravy seťového lůžka, s pomalým prohříváním půdy, osycháním půdy na jaře, což může způsobit špatný nebo pomalý vývoj porostu s následným ovlivněním produkce (12). Proti těmto problémům se používá technologie pásového zpracování půdy. Podle HÜLY ET AL. (13, 14) se kromě ekonomických a technických přínosů půdoochranných opatření očekává také zlepšení půdního a životního prostředí, tedy aspekt ekologický. Nejdůležitější z nich jsou vliv na půdní úrodnost, na erozi půdy a na smyv organické hmoty a v některých případech i posílení biodiverzity. V poslední době se u širokořádkových plodin ověřuje hrůbkové nebo pásové zpracování půdy. Půda je při nich zpracovávána zónově, a to buď jenom v hloubce, nebo i na povrchu. Zónové zpracování půdy je provedeno v ose budoucích řádků rostlin a do kořenové zóny může být při kypření uloženo hnojivo (15).

Zpracování půdy za vegetace

Pro optimální klíčení, vzcházení a počáteční růst cukrové řepy je nutné udržovat půdu v kypřím stavu (16). Kypření půdy pomáhá k jejímu provzdušnění a ničení plevelů. Je však nutno dávat pozor, aby nebyly poškozeny vzcházející rostliny. Kypření (plečkování) má významný vliv na fyziologické procesy spojené s růstem cukrové řepy, a tím na její výnos a cukernatost. Zde stále platí známý výrok akademika V. Stehlíka, že „cukr se musí do řepy nakopat“. Nyní při moderní pěstební technologii

Obr. 2. Hodnocení vsakování vody v kypřené půdě



s výsevem cukrové řepy na konečnou vzdálenost se provádí kypření většinou jen v meziřádcích. Kypřené a vzdušné (dostatek vzduchu v půdě) půdní prostředí je podmínkou pro optimální růst cukrové řepy, tvorbu cukru a vysokou technologickou jakost sklizených bulev.

Problematika kypření půdy za vegetace nebo plečkování je v současné vědecké literatuře řešena většinou z pohledu regulace zaplevelení (17) s cílem optimalizovat postupy vhodné pro ekologické pěstování širokořádkových plodin nebo z pohledu vedení pleček a rychlosti pojezdu s využíváním různých způsobů navádění stroje (18, 19). Na univerzitě v Hohenheimu se zaměřili na využití kamer k navádění stroje (20), ukázalo se, že jejich využití při řízení snížilo hustotu plevelů v sóji o 89 % a u cukrové řepy o 87 % ve srovnání s 85% účinností na kontrole, která využívala konvenční mechanické postupy regulace plevelných společenstev. Pojezdová rychlost také mohla být zvýšena ze 4 km·h⁻¹ s konvenčními plečkami na 7 a 10 km·h⁻¹ při využívání automatických systémů řízení. Toto přesné navádění přispělo i ke zvýšení výnosu cukrové řepy. S umožněním lepší organizace

Obr. 3. Hodnocení vlivu kypření na vodní erozi půdy – zadešťování



pojezdů využívající GPS lokalizaci souvisí i otázka rozsahu utužení půd při kypření půdy (22).

Pro vysoký výnos bulev cukrové řepy je nutné, aby porost dosáhl v poměrně krátké době po vzejití optimálního olistění, a vytvořil tak podmínky pro intenzivní produkci v červenci a srpnu. Později má počet listů i jejich plocha pozvolna klesat v souladu s poklesem intenzity slunečního záření i srážek. Pro tvorbu kořenů je nezbytný dostatek vzduchu v půdě, což velmi úzce souvisí s obsahem oxidu uhličitého v půdě a v porostu cukrové řepy. Nejvyšší obsah oxidu uhličitého je při zemi a spodní části porostu, což je důsledek výměny vzduchu mezi půdou a ovzduším. Půdní vzduch obsahuje až desetkrát více oxidu uhličitého oproti ovzduší. V půdě vzniká oxid uhličitý dýcháním kořenů a především mineralizací organické hmoty, což závisí na jejím množství. To je silně ovlivněno hnojením statkovými hnojivy. Z hektaru půdy se uvolňuje denně 25–50 kg CO₂, nejvíce v období od června do srpna.

Produkce řepy je součinitelem integrální pokryvnosti listové a čistého výkonu asimilace za vegetaci. To vyžaduje při výsevu kvalitní, vhodně stimulované osivo (23) a vhodnou výživu (24). To znamená nezbytné optimální podmínky pro rychlý nárůst listové plochy, rostlina nesmí být stresována (25). Optimální průběh pokryvnosti listové (LAI) představuje křivka, kdy se po vzejití rostlin a vytvoření 4–5 párů listů pokryvnost listové rychle zvyšuje tak, že dosáhne maximálních hodnot na konci června až počátkem července. Optimální hodnoty LAI pro cukrovou řepu se pohybují v závislosti na odrůdě, stanovišti a fenologické fázi v rozsahu 4–5. Současné geneticky jednoklíčkové odrůdy mají

oproti starším odrůdám nižší optimum LAI 3,5–5, lépe využívají sluneční záření a umožňují v pravidelném sponu vyšší zahuštění porostu v rozmezí 95–100 tis. rostlin na 1 ha. Rychlost tvorby a velikost listového aparátu cukrovky velmi výrazně ovlivňuje rozsah vodní eroze půdy při silných deštích. Fotosynteticky neaktivnější listy se formují za podmínek 15,5–16hodinového dne. Prvních 15–20 listů se podílí až 2/3 na konečné produkci sušiny.

Pro podporu výměny vzduchu v půdě, růstu listů a celé rostliny se v řepném porostu využívá plečkování a dlátování (10, 26). Kultivační práce se u cukrové řepy využívají v první polovině vegetačního období, v době od zasetí do zakrytí prostoru v řádku i meziřádku chrástem. Mechanické ošetřování porostu musí navazovat na ostatní agrotechnické zásahy. Při ošetřování za vegetace kombinujeme mechanickou kultivaci, chemické ošetření proti plevelům, škůdcům a chorobám, ošetření regulátory růstu i hnojení na list.

V minulosti se plečkovalo opakovaně 2–4×. Nejprve mělčeji, později, při posledním plečkování (dlátování) hlouběji s ponecháním širších ochranných pásů kolem rostliny. Hlavním důvodem omezujícím plečkování bylo snížení účinnosti používaných postemergentních herbicidů. Někteří pěstitelé plečkování v technologii pěstování cukrové řepy často vynechávají, nebo výrazně omezují, přístup pěstitelů k němu je však velmi individuální. Někteří pěstitelé porosty cukrové řepy plečkují, když to stav porostu nebo půdy vyžaduje (zaplevelený meziřádek, vytvořený půdní škraloup, vyskytující se plevelné řepy atd.). Na řadě ploch se plečkují pouze okraje pozemků nebo jen vybrané části honu.

Kypření půdy má velký význam pro zachycení srážkové vody, neboť vytváří hrubší půdní povrch, který lépe zadržuje vodu a umožňuje její rychlejší vsakování do půdy. Většina strukturních půd je na povrchu deštěm téměř vždy silně narušena. Množství vody, které je nakypřený povrch půdy schopen přijmout, je velmi variabilní, závisí na fyzikálních vlastnostech a hloubce zpracování půdy. Vyšší účinnosti kypření dosáhneme při zpracování půdy po vrstevnicích.

V rámci řešení projektu TA ČR jsme se zaměřili na problematiku kypření půdy za vegetace s cílem nakypřit půdu, a tak umožnit rychlejší vsakování vody při deštích. Byl vyvíjen a testován nový typ radliček a kypřiče půdy pro erozně nebezpečné plodiny a ověřována účinnost meziřádkového kypření (plečkování a dlátování) na infiltraci srážkové vody do půdy, erozi půdy, půdní strukturu, růst rostlin a stabilitu výnosu a kvality produkce.

Materiál a metody

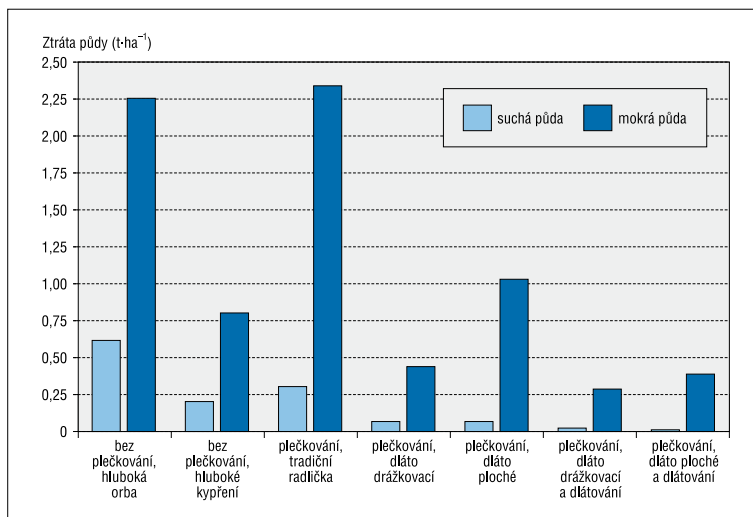
V rámci projektu TA ČR byl konstruován a následně testován nový stroj na kypření půdy (plečkování a dlátování) s přihnojením kapalnými hnojivy v meziřádku při pěstování cukrové řepy a dalších širokořádkových plodin. Ověření pracovních nástrojů pro meziřádkovou kultivaci cukrové řepy během vegetace a aplikačního zařízení pro přihnojení kapalnými hnojivy probíhalo v letech 2012 až 2015 v zemědělské společnosti Agro Chomutice, a. s., okres Jičín. Pokusné parcely pro plečkování byly na pozemku mírně erozně ohroženém (MEO) se sklonem 4–5°.

K testování byl využíván zkonstruovaný prototyp meziřádkového kypřiče půdy (obr. 1.), kultivátoru MEKY vyráběného firmou P&L, s r. o. (27). Pokusy byly založeny ve dvou rozhodujících termínech s cílem nakypřit půdu, a tím vytvořit větší akumulací prostor pro vodu a její zasakování do hlubší vrstvy, a tak snížit dopad vodní eroze půdy. Dalším cílem bylo také kypřením vytvořit optimální podmínky pro růst cukrové řepy, a tím zvýšit výnos bulev i cukru.

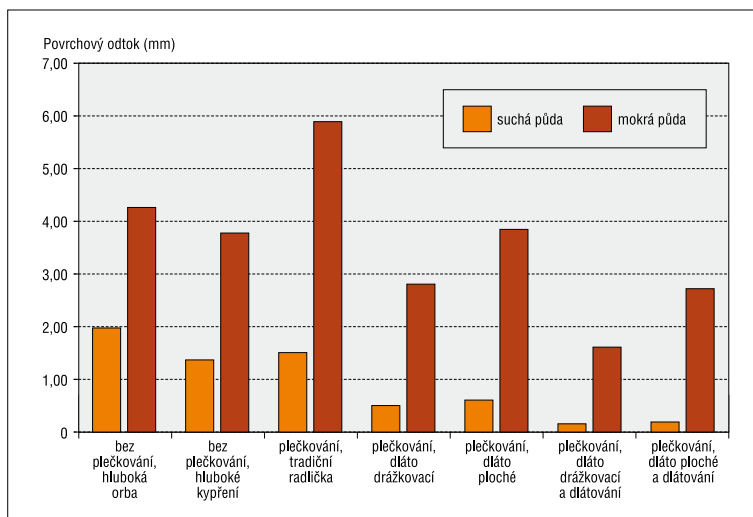
U nově konstruovaných nástrojů byl v porostu cukrové řepy sledován účinek na kypření půdy, podřezávání plevelů, na ukládání kapalného dusíkatého hnojiva do půdy a dále bylo sledováno zasakování vody do prokypřené vrstvy půdy (dráhy vody v nakypřeném profilu, obr. 2.). Jednotlivé nástroje byly průběžně upravovány tak, aby jejich použití co nejvíce vyhovovalo pro zasakování vody k uloženému hnojivu a k omezování smyvu povrchové vrstvy půdy vodní erozí.

Meziřádkové kypření půdy bylo provedeno v době, kdy cukrová řepa měla 6–12 listů. Toto zpracování půdy bylo zaměřeno na mělké kypření (na hloubku 6–10 cm), spojené s podříznutím plevelů, a na vhodné uložení a zapravení kapalného hnojiva do půdy vedle vzešlé rostliny do hloubky cca 8–10 cm. Cílem bylo vytvořit rýhu tak, aby při dešti byla k uloženému hnojivu přivedena povrchová voda. Z ověřování byly v závěrečné fázi řešení vybrány dvě alternativy pracovních nástrojů pro plečkování, které dokázaly vhodně půdu kypřit a podříznout plevele (dláto ploché a dláto drážkovací). Jednotlivé pracovní nástroje jsou součástí užitého vzoru a 3 průmyslových vzorů

Obr. 4. Ztráta půdy při ověřování protierozní účinnosti kypření půdy v meziřádku cukrové řepy



Obr. 5. Povrchový odtok při ověřování protierozní účinnosti kypření půdy v meziřádku cukrové řepy



zapsaných Úřadem průmyslového vlastnictví v letech 2014 a 2015 pod čísly 27213 a 36443 (27, 28).

Druhé kypření půdy bylo provedeno v době, kdy je v praxi prováděno poslední plečkování – dlátování (před zapojením rostlin v řádku). Hlavním úkolem navrhovaných nástrojů pro toto hlubší kypření – dlátování (8–15 cm) je půdu nakypřit tak, aby voda při dešti rychle zasakovala do půdy a omezila se plošná eroze. To znamená vytvořit větší akumulací prostor pro vzduch či vodu. Varianty pokusu byly postupně upravovány tak, aby odpovídaly potřebám testování pracovních nástrojů kypřiče.

Čtyři až šest dnů po kypření půdy byl ve spolupráci s Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půd, v. v. i., porost zadešťován simulátorem deště (obr. 3.), byly odebrány vzorky nerozpuštěných látek a na základě laboratorních rozborů byl vyhodnocen vliv jednotlivých zásahů na ztrátu půdy vodní erozí.

Na jaře založený pokus byl v říjnu ručně sklizen a byly stanoveny počty rostlin, hmotnost bulev a chrástu (sklízňová plocha 10 m², 5 opakování), byl také odebrán vzorek na hodnocení technologické jakosti řepy.

Obr. 6. Alternativy sestav pracovních nástrojů pro jednotku meziřádkového kypřiče



Varianty (pokusné plochy) pro hodnocení vlivu sledovaného pracovního nástroje na vodní erozi byly připraveny po spádnicí. Plocha zadešťovaných parcel byla 20 m². Zadešťování probíhalo 2× 20 minut. Na každé variantě proběhly dvě měření, a to na suché půdě (přirozený vlhkostní stav) a následně na půdě vlhké (po prvním zadešťování). Termíny zadešťování byly 4–6 dnů po kypření a následně podle vzrůstu cukrové řepy a listové pokrývnosti. Na vymezených pokusných plochách byla ověřována účinnost jednotlivých typů radliček a dlát (plečkování a dlátování) a výsledné hodnoty byly srovnávány se ztrátou půdy získanou z parcelky černého úhoru (kypřená plocha udržovaná bez vegetace), která sloužila jako kontrolní varianta. Z pohledu erozní ohroženosti bylo na pokusných plochách vyhodnocováno množství povrchového odtoku, ztráta půdy erozí a infiltrační schopnost půdy.

Výsledky a diskuse

Plečkování měly zpravidla vyšší výnos bulev i cukru než varianty neplečkování nebo plečkování mělkou tradiční radličkou (tab. I.). Vyšší výnosy bulev řepy byly dosaženy při opakovaném kypření, v našem případě v průměru let 2014 a 2015 při plečkování s dlátem plochým a následným dlátováním

se zvýšil výnos bulev o 4,2 t·ha⁻¹ a při plečkování s dlátem drážkovacím a následným dlátováním stoupl výnos o 5,2 t·ha⁻¹.

Nejvyšší výnos polarizačního cukru byl zjištěn u variant s dlátováním. Teoretická výtěžnost byla relativně vyrovnaná. V cukernatosti sklizených bulev nebyly zaznamenány významné rozdíly, pouze mírné tendence ke zvýšení u porostů dlátovaných, což se odrazilo i ve zvýšení výnosu bílého cukru. Výnos bílého cukru byl s testovanými radličkami proti standardním radličkám nebo neplečkování řepě o 2,9–5,9 % vyšší.

Přínos plečkování byl vyšší v letech, kdy půda byla více utužená, nebo se vytvořil půdní škraloup (např. 2013). Varianta s dlátováním, u které byla hloubka zpracování půdy kolem 10 cm, měla statisticky neprůkazně nejvyšší výnos bulev. Vyšší produkční ukazatelé u kypřených variant byly zpravidla ve vlhčích letech.

Nově navržené nástroje lépe půdu kypří a vytváří příznivější podmínky pro cestu vody ke kořenům i při nižších srážkách.

Při hodnocení vlivu kypření na vodní erozi půdy (obr. 4. a obr. 5.) se v našem testování ukázalo, že plečkování rozruší povrch půdy a vytvoří vrstvu, která je schopna zadržet vodu a umožnit její lepší vsakování do půdy. Množství vody, kterou je půda po kypření schopna pojmout, závisí na šířce nakypřené půdy a na hloubce nakypřené vsakovací zóny. Z našeho hodnocení jednoznačně vyplynulo, že významně záleží na tvaru pracovních nástrojů – používaných radliček a dlát (obr. 4.).

Klasické ploché radličky zpravidla půdu velmi málo nakypřily, nedošlo k vytvoření větších půdních agregátů, které by zmírnily dopady případné vodní eroze. V případě dlátování hodně záleželo na hloubce rýhy a tvaru dláta i rozsahu rozrušené půdy. Hlubší, dobře vytvořené a vyschlé větší půdní agregáty (hroudy) umožnily rychlejší zasakování vody ke kořenům (obr. 7.).

Ukázalo se, že plečkování působí velmi pozitivně na infiltraci vody do půdy, kdy radličky rozruší vytvořenou krustu na povrchu půdy. Tento efekt je umocněn také druhým vegetačním zásahem – dlátováním, kdy už ani při částečném zapojení porostu nedochází ke smyvu půdy. Také se ukázalo, že vytvořené půdní agregáty (hroudy) musí vyschnout, a pak jsou pevnější a lépe odolávají vodní erozi.

Dlátování po plečkování působilo pozitivně nejen na ztrátu půdy, ale také na infiltraci vody do půdy, kdy do dlátem vytvořené hlubší rýhy voda snadněji vtékala a povrchový odtok byl nižší (obr. 5.).

Obr. 7. Kontrola hloubky a tvaru zpracované půdy při kypření



Ztráta půdy (obr. 4.) při ověřování protierozní účinnosti kypření půdy (plečkování s následným dlátováním) v meziřádku cukrové řepy poklesla z $0,6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (varianty bez plečkování nebo plečkování s tradiční radličkou) na $0,1 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ při suché půdě a z $2,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ na $0,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ při druhém zadeštění (mokrý půda). Obdobně došlo i ke snížení povrchového odtoku vody (obr. 5.). Pokusy ukázaly, že účinnost kypření za vegetace je vyšší u půd, kde těmto operacím předchází podzimní hloubkové kypření půdy nebo podrývání, které je prováděno po vrstevnicích.

Pokusy potvrdily, že plečkování má své opodstatnění při tvorbě výnosu cukrové řepy a zvláště cukernatosti (půdy nesmí trpět hypoxií), proto je třeba plečkování i nadále využívat v technologii pěstování cukrové řepy. Jeho větší uplatnění je především spojeno s moderními kypřiči s naváděním a s možností přihnojení kapalnými či pevnými hnojivy. Vhodným řešením může být i kombinace plečkování s páskovým postřikem herbicidy na řádek cukrové řepy. Je to technologické ošetření, které méně zatěžuje životní prostředí, je levnější, ale pro malý výkon pásového postřikovače a větší náročnost v organizaci práce je dnes minimálně využíváno.

Mechanické ošetřování porostů cukrové řepy se v posledních letech využívá i k ničení plevelné řepy v meziřádku. V závislosti na průběhu teplot v době počátečního růstu a vývoje cukrové řepy jde o vykvetlice, vyběhlice a plevelné jednoleté řepy. Jejich zdrojem je v poslední době především zásoba semen v půdě.

S plečkováním zpravidla začínáme, když jsou dobře patrné řádky, rostliny nesmí být zahrnuty nakypřenou půdou. Nejprve kypříme mělčeji a širší část meziřádku, postupně kypření prohlubujeme a zvětšujeme ochranný prostor kolem rostliny (nesmí se poškodit listy a kořeny). Interval mezi jednotlivými zásahy je dán strukturou půdy a aplikací herbicidů. Plečkování můžeme spojit i s přihnojením dusíkem. Při posledním kypření – dlátování nesmí být koly traktoru a radličkami poškozovány listy rostlin (vhodné je využívat zvedače listů). Půdu je možné kypřit (dlátovat) do hloubky cca 10–15 cm.

V našich řepářských oblastech je obvyklé z počátku mělké kypření do hloubky 3–5 cm, které se postupně zvyšuje na 8–15 cm. Z fyziologického a fytopatologického hlediska je prospěšné každé prokypření půdy, které je provedeno v poledních hodinách, kdy menší buněčný turgor snižuje křehkost listů.

Plečkování zůstává důležitým zásahem tam, kde to vyžaduje struktura půdy. Na půdách těžkých, s nízkým obsahem humusu a slévavých, kultivační zásahy během první poloviny vegetace cukrové řepy vyloučit nelze. Zemědělství daleko více než v minulosti využívá nové stroje a technologie (29). Nové generace pleček pracují při vyšší pojezdové rychlosti ($5\text{--}8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$), často jsou vybaveny vpředu vodicími kotouči s automatickým směrovým naváděním, nebo mohou mít i jiné systémy navádění (kamery, elektronická čidla). Podle výrobce a tvaru pracovních radliček mohou mít i vyšší účinnost na podríznutí plevelů. Plečky pročasné plečkování malých rostlin mohou být doplněny ochrannými kotouči. Své opodstatnění má i plečkování okrajů pozemků nebo jen vybraných částí honu. Plečkování s ponecháním ochranných pásů podél rostlin je nutné tam, kde se na slévavé půdě vytvořil škraloup, znemožňující výměnu půdního vzduchu. Tato situace je nejčastější u porostu poškozeného silnými dešti s následným rychlým vyschnutím půdy.

Kypření půdy za vegetace je i částečnou ochranou půdy před erozí do doby zapojení porostu, především při využití operace dlátování po hlubším plečkování. Toto kypření je účinným prvkem protierozní ochrany při mírnějších (méně vydatných)

dešťích, které přijdou na zaschlé půdní agregáty. Půdoochranný efekt se zvýší, pokud je kypření prováděno po vrstevnici a půda byla na podzim podrývána.

Při využití plečkování můžeme dosáhnout výnosového navýšení 2–6 % ve vazbě na ročník a půdní podmínky. Zvýšené náklady představují vklad 700–1 000 Kč·ha⁻¹ podle hloubky zpracování, druhu půdy a použitého stroje. Kypření půdy za vegetace cukrové řepy má významný environmentální efekt na ztrátu půdy z důvodu lepší infiltrace vody do půdy, zvýšení retenční a pufrční schopnosti půdy i lepšího využití i transportu živin. Rovněž má pozitivní vliv na strukturu půdy.

Závěr

Chceme-li zachovat konkurenceschopnost cukrové řepy, jsou nezbytné výnosy polarizačního cukru nejméně 13 t·ha⁻¹, což představuje výnosy bulev kolem 80 t·ha⁻¹. Kypření půdy v meziřádku (plečkování) k tomu může přispět. Nejpříznivěji se projevuje dlátování (hlubší kypření) těsně před zapojením porostu. Rozhodující z hlediska výše produkce cukrové řepy je ale struktura půdy a potřeba jejího kypření. Pokusy ukázaly, že ve vlhčích letech, kdy se vytváří půdní škraloup, dosahují kypřené porosty vyšších výnosů sklizených bulev.

Práce byla zpracována v rámci Institucionální podpory MŠMT ČR a z výsledků řešení projektu TA ČR (TA02021392) „Nové postupy v pěstitelských technologiích okopanin šetrné k životnímu prostředí“. Děkujeme pracovníkům Agro Chomutice, a. s., za pomoc při zařizování experimentů a vývoji meziřádkového kypřiče MEKY.

Souhrn

Příspěvek je zaměřen na ověření účinnosti nově konstruovaných nástrojů pro kypření půdy za vegetace cukrové řepy. Hodnoceno bylo kypření půdy, podřezávání plevelů, ukládání kapalného dusíkatého hnojiva do půdy, zasakování vody do prokypřené vrstvy



půdy (dráhy vody v nakypřeném profilu) a produkční ukazatele takto ošetřované cukrové řepy.

Vyšší výnosy bulev byly dosaženy při opakovaném kypření, v našem případě v průměru let 2014 a 2015 při plečkování s dlátem plochým a následným dlátováním se zvýšil výnos bulev o 4,2 t·ha⁻¹ a při plečkování s dlátem drážkovacím a následným dlátováním stoupl o 5,2 t·ha⁻¹. Výnos bílého cukru byl s testovanými radličkami proti standardním radličkám nebo neplečkované řepě o 2,9–5,9 % vyšší. Dlátování po plečkování pozitivně ovlivnilo ztrátu půdy vodní erozí a infiltraci vody do půdy. Ztráta půdy při ověřování protierozní účinnosti kypření půdy (plečkování s následným dlátováním) v meziřádku cukrové řepy poklesla z 0,6 t·ha⁻¹ (varianty bez plečkování nebo plečkování s tradiční radličkou) na 0,1 t·ha⁻¹ při suché půdě a z 2,4 t·ha⁻¹ na 0,4 t·ha⁻¹ při druhém zadeštění (mokrý půda).

Klíčová slova: meziřádkové kypření, plečkování, eroze půdy, řepa cukrová, výnos, cukernatost.

Literatura

1. KOVÁŘ, P. ET AL.: Use of terraces to mitigate the impacts of overland flow and erosion on a catchment. *Plant Soil Environ.*, 62, 2016 (4), s. 171–177, (DOI: 10.17221/786/2015-PSE)
2. JAROLÍMEK, J. ET AL.: User-Technological Index of Precision Agriculture. *AGRIS on-line Papers in Econom. and Inform.*, 9, 2017 (1), s. 69–75.
3. ARTYSZAK, A.; GOZDOWSKI, D.; KUCIŃSKA, K.: The Effect of Silocon foliar Fertilization in Sugar Beet *Beta vulgaris* (L.). *Turkish Journal Field Crops*, 20, 2015 (1), s. 115–119.
4. MEKDAL, A. A. A.; RADY, M. M.: 2016 Response of *Beta vulgaris* L. to nitrogen and micronutrients in dry environment. *Plant Soil Environ.*, 62, 2016 (1) s. 23–29, (DOI: 10.17221/631/2015-PSE).
5. STEHLÍKOVÁ, I. ET AL.: A study on some soil quality changes obtained from long-term experiments. *Plant Soil Environ.*, 62, 2016 (2), s. 74–79, (DOI: 10.17221/633/2015-PSE).
6. GALAZKA, A. ET AL.: Effect of different agricultural management practices on soil biological parameters including glomalin fraction. *Plant Soil Environ.* 63, 2017 (7), s. 300–306.
7. JANEČEK, M. ET AL.: *Novelizovaná metodika „Ochrana zemědělské půdy před erozí“*. Praha: ČZU, 2012, ISBN 978-80-87415-42-9.
8. ČSN EN ISO 10930 *Kvalita půdy – měření stability půdních agregátů vystavených působení vody*. Evropský výbor pro normalizaci, 2013, Brusel.
9. WOŹNIAK, A.; GOS, M.: Yield and quality of spring wheat and soil properties as affected by tillage system. *Plant Soil Environ.*, 60 2014, s. 141–145.
10. PULKRÁBEK, J. ET AL.: *Začlenění podzemního hlubokého kypření půdy a kypření za vegetace do půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy*. Certifikovaná metodika. Praha: ČZU, 2015, 42 s.
11. NOVÁK, P. ET AL.: Zpracování půdy z hlediska povrchového odtoku vody. *Komunální technika*, 6, 2012 (5), s. 337–340.
12. ARTYSZAK, A.; GOZDOWSKI, D.; KUCIŃSKA, K.: The yield and technological quality of sugar beet roots cultivated in mulches. *Plant Soil Environ.* 60, 2014 (10), s. 464–469.
13. BADALÍKOVÁ, B.; HRUBÝ, J.: Influence of minimum soil tillage on development of soil structure. In *17th Conference of the International-Soil-Tillage-Research-Organisation*. 28. 9. 2006, Kiel, Germany: Christian Albrechts Univ., 38, s. 430–435.
14. HŮLA, J. ET AL.: *Minimalizace zpracování půdy*. Praha: Profi Press, 2008, 248 s.
15. HRŮBKOVÉ nebo pásové zpracování půdy pro širokořádkové plodiny? Co je lepší? *Farmet*, 2017 (2), [online] www.farmet.cz.
16. CHOCHOLA, J.: *Cukrovka. Příručka pro pěstování*. Semčice: Řepařský institut, 2004, 70 s.
17. KOUWENHOVEN, J. K.: Intra-row mechanical weed control-possibilities and problems. *Soil & Tillage Research*, 41, 1997, s. 87–104.
18. TILLET, N. D.; HAGUE, T. S.; MILES, J.: Inter-row vision guidance for mechanical weed control in sugar beet. *Computers and Electronics in Agriculture*, 33, 2002, s. 163–177.

19. VAN DER WEIDE, R. Y. ET AL.: Innovation in mechanical weed control in crop rows. *J. Compilation Weed Res.*, 48, 2008, s. 215–224.
20. KUNZ, CH.; WEBER, J. F.; GERHARDS, R.: Benefits of precision farming technologies for mechanical weed control in soybean and sugar beet – comparison of precision hoeing with conventional mechanical weed control. *Agronomy*, 2015 (5), s. 130–142.
21. KREBSTEIN, K. ET AL.: The effect of tractor wheeling on the soil properties and root growth of smooth brome. *Plant Soil Environ.*, 60, 2014, s. 74–79.
22. KVÍZ, Z.; KROULIK, M.; CHYBA, J.: Machinery guidance systems analysis concerning pass-to-pass accuracy as a tool for efficient plant production in fields and for soil damage reduction. *Plant Soil Environ.*, 60, 2014, s. 36–42.
23. MICHALSKA-KLIMCZAK, B. ET AL.: The effect of seed priming on field emergence and root yield of sugar beet. *Plant Soil Environ.*, 64, 2018 (5), s. 227–232, (DOI: 10.17221/136/2018-PSE).
24. BARYGA, A.; POLEĆ, B.; MALCZAK, E.: Technological value of raw materials from sugar beet growing area fertilized with digestate from sugar beet pulp biogas plant. *Plant Soil Environ.*, 63, 2017 (5), s. 207–212, (DOI: 10.17221/36/2017-PSE).
25. WU, G. Q.; FENG, R. J.; SHUI, Q. Z.: Effect of osmotic stress on growth and osmolytes accumulation in sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants. *Plant Soil Environ.*, 62, 2016 (4), s. 189–194.
26. PULKRÁBEK, J. ET AL.: Meziřádkový kypřič s aplikací hnojiv MEKY 12, 2014, GB – Zemědělské stroje a stavby, A – Prototyp, MEKY 12, P&L, spol. s r.o., Biskupce.
27. RUŽEK, P.; ŠEDEK, A.: *Nástroje pro úpravu půdy. Průmyslový vzor číslo 36443 (obsahuje 3 průmyslové vzory)*. Úřad průmyslového vlastnictví, 26. 6. 2015.
28. RUŽEK, P.; ŠEDEK, A.: *Pracovní jednotka meziřádkového kypřiče. Užitečný vzor číslo 27213*. Úřad průmyslového vlastnictví, 21. 7. 2014.
29. STOČES, M. ET AL.: Internet of Things (IoT) in Agriculture - Selected Aspects. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, 8, 2016 (1), s. 83–88.

Pulkrábek J., Urban J., Dvořák P., Bečková L.: Effect of Soil Loosening During Vegetation on Soil Erosion and Sugar Beet Production

The contribution focuses on verifying the effectiveness of newly designed tools for soil loosening during sugar beet vegetation. Soil loosening, weeding of weeds, storage of liquid nitrogen fertilizer in the soil, water leakage into the dripped soil layer (water paths in the drilled profile) and production indicators of sugar beet were evaluated. Higher yields occurred in case of repeated loosening (the average of 2014 and 2015), i.e. with inter-row hoeing with flat-chisel and subsequent chiseling, the root yield increased by 4.2 t ha⁻¹ and with inter-row hoeing with grooving chisel and subsequent chiseling, the root yield increased by 5.2 t ha⁻¹. The yield of white sugar was from 2.9% to 5.9% higher when the test blades were used as compared to standard blades or no inter row hoeing. Chiseling performed after inter-row hoeing positively influenced the loss of soil caused by water erosion and water infiltration into the soil. The loss of soil in verifying the soil erosion eradication efficiency (inter-row hoeing followed by chiseling) in the row of sugar beet decreased from 0.6 t ha⁻¹ (variants without inter-row hoeing or inter-row hoeing with standard blades) to 0.1 t ha⁻¹ in dry soil and from 2.4 to 0.4 t ha⁻¹ in the second sprinkling (wet soil).

Key words: inter-row cultivation, inter-row hoeing, soil erosion, sugar beet, yield, sugar content.

Kontaktní adresa – Contact address:

prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka, email: pulkrabek@af.czu.cz

