

Vliv podzimního zpracování půdy na zhutnění půdy v počátcích vegetace cukrové řepy

EFFECT OF AUTUMN TILLAGE ON SOIL COMPACTION IN THE BEGINNING OF SUGAR BEET VEGETATION

Josef Pulkrábek, Jaroslav Urban, Michaela Jedličková

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

Závažným problémem našeho zemědělství je často diskutovaný stav půdy. Především vysoké zhutnění, zvýšená objemová hmotnost, zhoršená struktura, nízká pórovitost a nedostatek vzduchu limitují podmínky tvorby výnosu a jakosti produkce (1). Většina z fyzikálních vlastností podmiňuje kvalitu a úrodnost půdy, její biologické a chemické vlastnosti (2, 3). Druhým často velmi diskutovaným tématem, vedle trvalého úbytku zemědělské (především orné) půdy, jsou dopady působení vodní eroze.

Cukrová řepa a zhutnění půdy

Jednou z příčin zhoršování kvality půd u nás je zhutňování (1, 4) způsobené řadou negativních opatření. Nejčastěji se přičítá používání těžké mechanizace s vysokými měrnými tlaky

Tab. 1. Závislost fyziologických ukazatelů cukrovky a fyzikálních vlastností půdy na penetračním odporu půdy (1996–1999)

Ukazatel	Korelační koeficient
Jednotky chlorofylmetru	-0,610
Hmotnost bulev (g)	-0,581
Teplota listů (°C)	-0,460
pH listů	-0,360
Počet listů	-0,271
Teplota bulev (°C)	-0,226
pH bulev	-0,096
Obsah alfa-amino N (mmol.100 g ⁻¹)	-0,095
Cukernatost (%)	-0,070
Obsah K (mmol.100 g ⁻¹)	0,030
Obsah Na (mmol.100 g ⁻¹)	0,041
Vlhkost objemová (% obj.)	0,524
Specifická hmotnost (g.cm ⁻³)	0,485
Objem hmotnostní po vysušení (g.cm ⁻³)	0,391
Retenční vodní kapacita (% obj.)	0,368
Vlhkost hmotnostní (% hm.)	0,206
Maximální kapilární kapacita (% obj.)	0,118
Nasáklivost (% hm.)	-0,295
Pórovitost celková (% obj.)	-0,300
Vzdušnost minimální (% obj.)	-0,346
Vzdušnost momentální (% obj.)	-0,418

na půdu, velkým počtem přejezdů po poli a nadměrným počtem pracovních operací. V poslední době se ale tyto dopady podařilo minimalizovat. KVÍZ ET AL. (5) prokázali význam využívání satelitní navigace i v oblastech zpracování půdy, nejen ve snížení spotřeby PHM, ale i v poklesu rizika pro zhutnění půdy. Ukázalo se, že využití orientačních systémů může snížit náklady na provoz stroje i do jisté míry zlepšit podmínky zpracovávané půdy.

Z dříve méně významných faktorů ovlivňujících půdní vlastnosti dnes získává na významu struktura pěstovaných plodin a pokles dodávek organické hmoty do půdy (méně hnoje, více digestátu nebo fugátu) a také nevyvážená výživa rostlin (pokles vápnění). GÖTZE ET AL. (6) se zabývali rizikem zhutnění půdy v energetických osevních postupech (v rotaci s vyšším zastoupením energetických plodin) s cukrovkou a bez cukrovky. Nicméně pěstování těchto plodin pro výrobu bioplynu musí být v souladu s kritérii trvale udržitelné zemědělské produkce. To znamená s ochranou půdy a půdní úrodnosti, což vyžaduje nejenom vyváženou bilanci humusu a živin, ale také zamezení eroze půdy a poškození půdy zhutněním. Cukrovka i kukuřice jsou plodiny s vysokým rizikem škod ze zhutnění půdy. Za prvé proto, že při zakládání porostů cukrovky a silážní kukuřice časně na jaře je zpravidla vysoký obsah vody a vlastní stabilita půdní struktury na zatížení je nízká. Na druhé straně je půda při sklizni díky vysoké hmotnosti sklízecích strojů mechanicky silně namáhána.

Podle LHOTSKEHO ET AL. (3) je zhutnění půdy a omezení jejich produkčních i ekologických funkcí vyvoláváno tlaky překračujícími okamžitou únosnost půdy. Limitem je kontaktní tlak 50–150 kPa, po jehož překročení dochází k deformaci až destrukci půdního profilu s negativním dopadem na fyzikální parametry půdy. Maximální napětí tlakem podle citovaných autorů vzniká v podorniči, zatímco povrch půdy trpí především prokluzem kol. KREBSTEIN ET AL. (7) sledovali vliv utužení půdy traktorem na růst kořenů a půdní vlastnosti v jižním Estonsku. Rostliny, které rostly v utužené půdě, měly nižší délku kořenů (44,7 %) a nižší kořenovou biomasu (60,5 %) ve srovnání s půdou neutuženou.

Cukrovka je plodinou, která velmi citlivě reaguje na půdní a klimatické podmínky pěstování (8, 9, 10, 11). Problematiku utužení půd sklízecí cukrovky sledoval ŠAŘEC ET AL. (12). Uvádí, že opakované přejezdy traktorů a sklízeců po poli působí na hustotu půdy zřetelně do hloubky 52 cm a slabě do hloubky 60–70 cm.

V půdě rostoucí kořen řepy cukrové zaujímá asi 1–1,5 l na jednu řepu, tedy 9–15 l.m⁻² (13). Půda je s postupujícím růstem komprimována. Řepný kořen vylučuje CO₂, který musí difundovat z půdy, tím může kyslík (O₂) vstupovat do půdy. Oxid uhličitý (CO₂) je pro kořeny jed, zatímco kyslík potřebuje řepa pro tvorbu vlasových kořínků. Výměna plynů musí probíhat nerušeně, aby tomu tak skutečně bylo, musí v půdě být alespoň

8–10 % hrubých pórů. Zpracování půdy (základní i během vegetace) zvyšuje podíl pórů a tak usnadňuje výměnu a přístup vzduchu do půdy.

V souvislosti s řešením projektu zaměřeného na ověřování půdoochranných technologií při pěstování cukrové řepy na mírně erozně ohrožených půdách je sledována i tato závažná problematika zhutnění půd. Význam řešené problematiky trvale narůstá v souvislosti s klimatickými změnami (14). Hodnocení zhutnění dokresluje vliv sledovaného hlubokého kypření a hluboké orby a porovnává je s mělkým kypřením do hloubky 7–10 cm (při hodnocení rozsahu vodní eroze půdy toto zpracování využíváme jako kontrolu a nazýváme jej černý úhor).

Hluboké kypření půdy a podrývání podorničí

Vhodným zásahem podporujícím zasakování vody do půdy, které přispívá k vyšší retenční schopnosti půdy v podzimním a časném jarním období, je kypření půdy (vertikální zpracování půdy, podrývání či dlátování) do hloubky 20–45 cm. Jeho účinnost je dána technogenním zhutněním půd, je však i prostředkem k postupnému prohloubení pravidelně zpracovávaného profilu. Ke zhutnění jsou náchylné těžké půdy a půdy s nízkým obsahem humusu (4). Zasakování vody zpomaluje nebo výrazně zhoršuje zhutnění, které se koncentruje na souvratě a na místa častých přejezdů. Na takto zasažených místech význam hlubokého kypření či podrývání vzrůstá. Růst cukrovky je na zhutnělých půdách omezen periodickým přebytkem vody i nedostatkem

vzduchu a živin. S těmito problémy se můžeme setkat nejen u cukrové řepy, ale i u dalších plodin. Přes vysokou energetickou náročnost je toto opatření pro odstranění zhutnělého podorničí velmi potřebné a přínosné. V poslední době jeho aktuálnost narůstá i ve spojitosti s přivalovými dešti.

Pro dosažení maximální produktivity rostlin se udává objemová hmotnost lehčích půd obvykle v rozmezí $1,2\text{--}1,3 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, středně těžkých půd $1,3\text{--}1,4 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a těžkých půd $1,4\text{--}1,5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Na půdách zhutnělých nad uvedené hraniční hodnoty rostliny mělko zakořeňují, narušuje se morfologická stavba bulvy apod., zpomaluje se růst a přesáhne-li objemová hmotnost půdy $1,8 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, růst se zastavuje. V takovýchto půdách se zhoršuje vodní režim, vytěšňuje se vzduch a nepříznivě je ovlivněna přístupnost živin. V důsledku orby na stejnou hloubku a trvalého používání těžké techniky mohou vznikat hluboko uložené ztvrdlé vrstvy a zhutnělé vrstvy půdy, které mohou bránit růstu kořenů i infiltraci vody a živin. Tyto půdy jsou náchylnější k vodní erozi. Zvláštní pozornost vyžaduje vzniklé zhutnění hlubších vrstev půdního profilu, které jsou pojezdy mechanismů deformovány a normální (hlubokou) orbou či běžným kypřením nejsou dotčeny (12).

V našich půdách se nepříznivé zhutnění vyskytuje již v hloubce 25 cm. Rozrušení zhutnělé vrstvy je možné velmi hlubokou (rigolační) orbou nebo hloubkovým kypřením. Podrývání podorničí, jehož cílem je obnovit ztracené vlastnosti půdy, spočívá v kypření zhutnělých vrstev půdy avšak bez jejich obracení. V minulosti zhutnělé vrstvy bývaly pod úrovní hloubky orby, v dnešní době to je i v menší hloubce (15–20 cm) v závislosti na způsobu a převládající hloubce zpracování půdy.

Tab. II. Vliv podzimního zpracování půdy na výnos bílého cukru (vyjádřeno v procentech průměrného výnosu v pokusu v daném roce)

Sledované varianty	2012	2013	2014	Průměr
	Výnos bílého cukru k průměru pokusu v daném roce (%)			
Hluboká orba	101,3	105,1	110,2	105,2
Hluboké kypření	101,8	104,9	118,6	108,0
Mělké kypření	96,9	90,0	71,2	86,7
Prům. výnos bíl. cukru v pokusu (t.ha ⁻¹)	18,1	13,8	14,8	15,6

Tab. III. Vliv podzimního zpracování půdy na teoretickou výtěžnost cukru (vyjádřeno v procentech průměrné výtěžnosti v pokusu v daném roce)

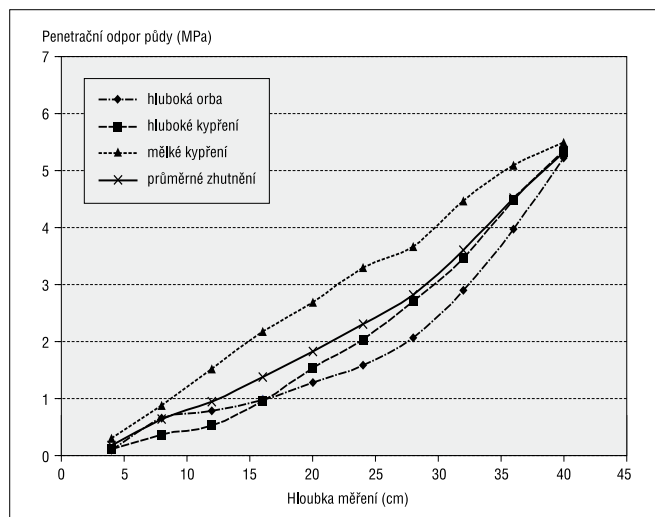
Sledované varianty	2012	2013	2014	Průměr
	Výnos bílého cukru k průměru pokusu v daném roce (%)			
Hluboká orba	99,6	94,9	104,5	99,7
Hluboké kypření	101,3	104,0	102,0	102,4
Mělké kypření	99,1	101,1	93,5	97,9
Prům. teoretická výtěžnost v pokusu (%)	18,3	16,0	16,5	16,9

Pracovní hloubka kypřiče by měla být stanovena podle stupně ztuhnutí a podle vlhkosti půdy v dané hloubce.

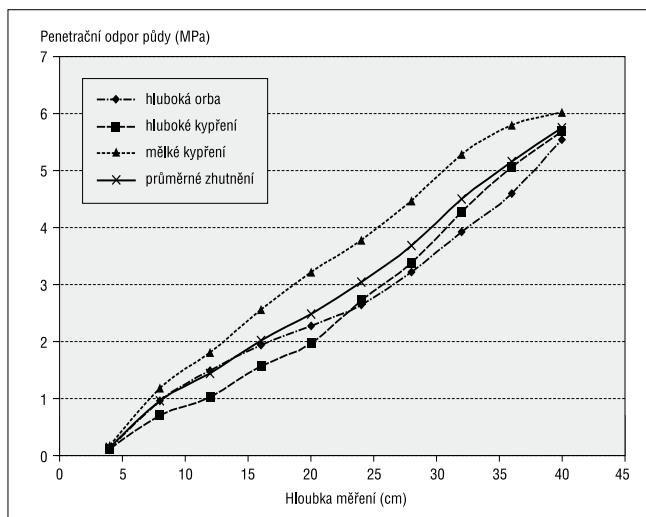
Vliv kypření dlátovým kypřičem na schopnost půdy přijímat vodu při intenzivních srážkách a na smyv zeminy

Kypření půdy do větších hloubek (do hloubky až 40 cm) dlátovým kypřičem je doporučováno řadou autorů jako periodické opatření (jednou za několik let) na půdách se sklonem k nežádoucímu ztuhnutí. Očekávají se příznivé změny fyzikálních vlastností půdy, které se mohou projevit zvýšenou infiltrací

Obr. 1. Vliv zpracování půdy na ztuhnutí půdy na počátku vegetace cukrové řepy v letech 2012–2015



Obr. 2. Vliv zpracování půdy na ztuhnutí půdy v počátcích tvorby pravých listů cukrové řepy v letech 2012–2015



srážkové vody do půdy a tím i snížením povrchového odtoku vody, s nímž souvisí riziko vodní eroze půdy. V literárních pramenech lze nalézt jak výsledky, které potvrzují snížení rizika vodní eroze půdy v souvislosti s hlubším prokypřením půdního profilu, tak i výsledky s neprokázaným vlivem hlubšího kypření na povrchový odtok vody a smyv zeminy.

Výsledky měření infiltrace vody do půdy (15), povrchového odtoku vody a smyvu zeminy při využití simulátoru deště ukázaly významný vliv podzimního prokypření půdy dlátovým kypřičem do hloubky 35 cm na charakteristiky, které jsou významné z hlediska vodní eroze půdy. Prokypření půdy do uvedené hloubky přineslo oddálení nástupu povrchového odtoku vody při intenzivním zadešťování, snížilo významně celkový povrchový odtok vody a výrazně snížilo množství odplavené zeminy v porovnání s variantou s mělkým zpracováním půdy. Zlepšené podmínky pro příjem vody při intenzivních srážkách byly zaznamenány i na stanovišti s lehkou půdou, dva roky po prokypření dlátovým kypřičem do hloubky 30 cm.

Materiál a metody

V poloprovozních pokusech (v okolí Jičína) jsme v letech 2012–2015 ověřovali, zda lze hluboké kypření půdy považovat za půdoochranné opatření snižující vodní erozi při následném pěstování řepy. Při hlubokém kypření (či podrývání) by měla být zvýšena vsakovací schopnost půdy. Hluboké kypření (na hloubku 25–30 cm) jsme srovnávali s konvenční technologií zastoupenou hlubokou orbou (na hloubku 25–30 cm). Jako kontrolní varianta pro srovnání obou technologií bylo zvoleno mělké kypření půdy na 7–10 cm (při hodnocení vodní eroze byl na této variantě povrch půdy zbaven rostlin a představoval černý úhor).

Penetrační odpor půdy jako hlavní indikátor zhutnění byl měřen digitálním penetrometrem. Jednotlivá měření byla na sledovaných variantách 10–15× opakována a byl vypočítán průměr měření v dané hloubce půdy. Penetrační odpor půdy byl za vegetaci cukrové řepy hodnocen každoročně 6–9×. Součástí sledování bylo i hodnocení vlhkosti půdy, na které je penetrační odpor půdy závislý. V předkládaném příspěvku jsou shrnuty informace z prvních dvou termínů měření. První jarní měření bylo zpravidla po výsevu a druhé v době plečkování (6–12 pravých listů) cukrové řepy. Porosty na takto založených blocích byly ručně sklizeny, analyzovány a část výsledků je v tomto příspěvku vyhodnocena.

Podrobné vyhodnocení vlivu zpracování půdy na produkční ukazatele sklizené cukrové řepy a na ztrátu půdy způsobené vodní erozí připravujeme.

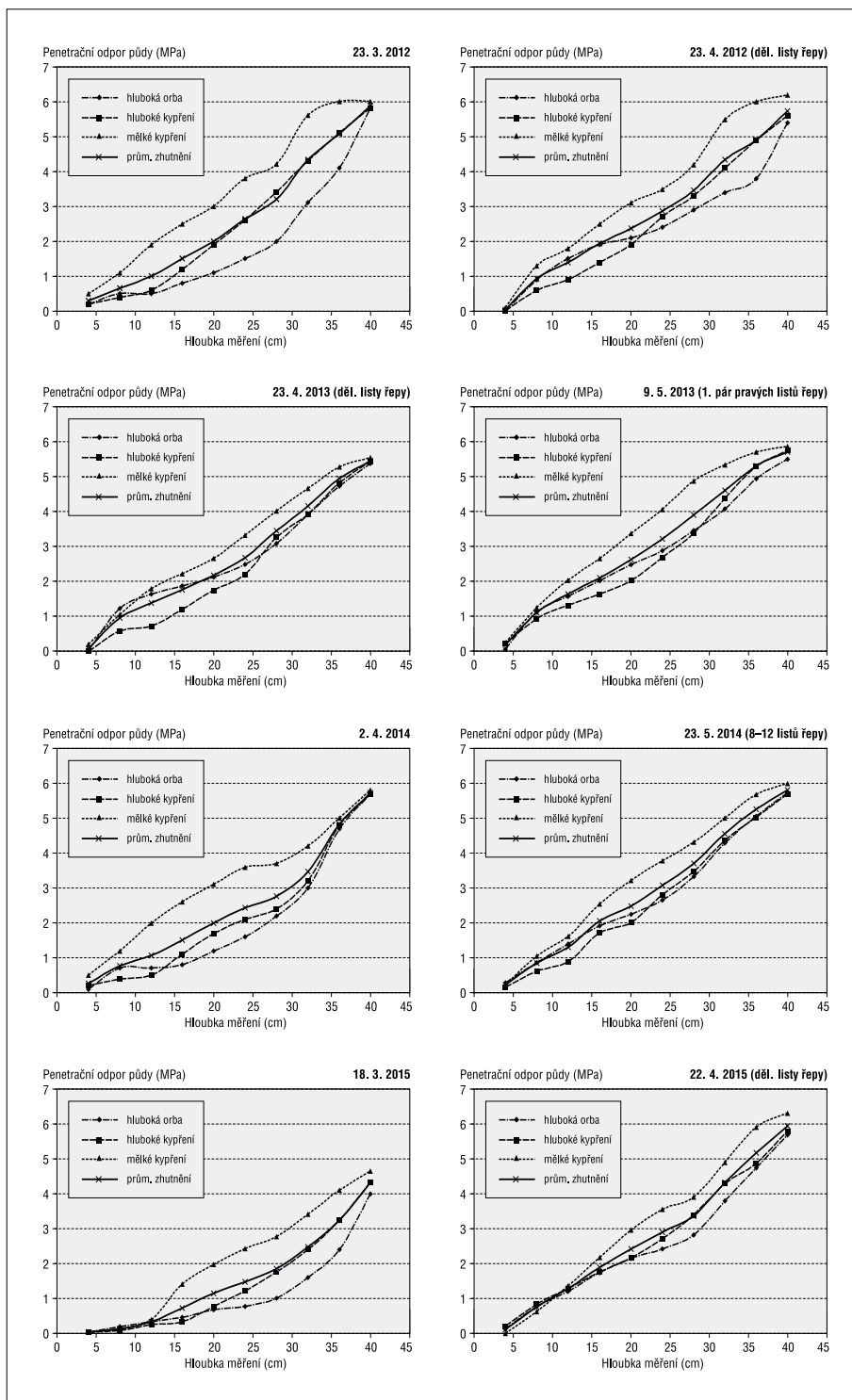
Součástí příspěvku jsou i naše dřívější měření zhutnění půdy realizovaná v letech 1996–1999 v sedmi řepařických zemědělských podnicích v rajonu cukrovaru Dobrovice (1). Po sklizni cukrovky byly vyhodnoceny korelační vztahy mezi hodnotami penetračního odporu půdy a dosaženými výnosovými a kvalitativními ukazateli.

Výsledky a diskuse

O významu péče o půdu a její vlastnosti ve vztahu k produkčním ukazatelům cukrové řepy velmi dobře vypovídají naše dřívější výsledky hodnotící vliv jednotlivých půdních vlastností k hlavním produkčním ukazatelům (tab. I.). Opakovaně ve všech ročnících byl na souvracích zjištěn penetrační odpor půdy o 60–90 % vyšší než na vnitřních částech pozemků. Od počátku vegetace řepy do sklizně penetrační odpor postupně narůstal. Do tvorby 6. páru pravých listů byl výrazně vyšší penetrační odpor půdy na kolejových řádcích oproti řádkům a meziřádkům porostu cukrové řepy.

Dynamika pórovitosti půdy během vegetace logicky korespondovala se změnami objemové hmotnosti půdy. Relativně nejtěsnější negativní závislost na penetračním odporu půdy v celém souboru zjištěných údajů vykazuje obsah chlorofylu (–0,61) a hmotnost bulev (–0,58). Koncentrace sodíku a draslíku byla zhutněním půdy ovlivněna méně. Po sklizni cukrovky a odvozu řepy z pole byl prokázán vyšší penetrační odpor půdy v kolejích sklízecích strojů. Oproti stavu těsně před sklizní byl penetrační odpor relativně vyšší, minimálně o 20 %.

Obr. 3. Vliv hluboké orby, hlubokého a mělkého kypření na zhutnění půdy v různých fázích vegetace cukrové řepy v letech 2012 až 2015



Naše současné výsledky hodnotící utužení půdy v porostech cukrovky vychází z pokusů v okolí Jičína v letech 2012–2015. U sledovaných způsobů podzimního zpracování půdy byly produkční ukazatelé sklizené řepy pěstované na variantě s hlubokým kypřením (25–30 cm) a hlubokou orbou (25–30 cm) relativně srovnatelné. Zjištěné údaje jsou patrné z tab. II. a III.

V průměru tří hodnocených let (2012–2014) výnos bílého cukru na variantě hluboce kypřené dosáhl 108 % průměru a na variantě s hlubokou orbou 105,2 % průměrného výnosu pokusů

(15,6 t.ha⁻¹). Výrazný pokles výnosu bílého cukru byl zjištěn na variantě s mělkým kypřením (86,7 % průměru pokusů). V teoretické výtěžnosti cukru byly rozdíly mezi sledovanými způsoby podzimního zpracování půdy velmi malé (rozpětí 97,9–102,4 %), nejprůzračnější výtěžnost byla na variantě hluboce kypřené.

BADALÍKOVÁ ET AL. (16) po třech letech sledování půdní struktury konvenčně zpracovávané půdy orbou a minimalizačními technologiemi nezjistili výrazné změny ve fyzikálních vlastnostech. V řadě dalších prací se věnovali i vlivu zpracování půdy k cukrové řepě, kde uvádí obdobné závěry, že rozhodující je hloubka zpracování a vlhkostní poměry při zpracování půdy, než zda jde o orbu nebo hluboké kypření půdy. Jednoznačně se ukazuje, a to nejen pro cukrovou řepu, že je třeba zpracovávat půdu hlouběji. WOŽNIAK A GOS (17) prokázali vyšší výnosy jarní pšenice zaseté v systémech orebného zpracování půdy než při mělkém kypření nebo při přímém výsevu do nezpracované půdy. Někteří autoři kladou důraz na nezbytnost inovací v oblasti zpracování půdy, výživy a hnojení (18, 19).

Čtyřletá sledování (2012–2015) zhutnění půd na počátku vegetace cukrové řepy ukazují na relativně vyrovnané zhutňování s růstem hloubky měření. Výsledky ze dvou termínů měření ve čtyřech sledovaných letech jsou patrné z obr. 1. a 2., které zahrnují čtyřleté průměrné hodnoty, a z grafů na obr. 3., které ukazují zhutnění půdy v jednotlivých sledovaných letech. Vliv hluboké orby, hlubokého a mělkého kypření půdy na její zhutnění v době tvorby děložních listů i v době plečkování (rostliny 6–12 pravých listů) cukrové řepy byl ovlivněn vlastnostmi půdy na daném půdním bloku.

V průměru sledovaných let oba termíny měření vykazují velmi podobné tendence zhutnění. Větší zhutnění bylo na půdě mělce kypřené (10 cm). Zhutnění měřené na půdě zpracované hlubokou orbou nebo srovnatelně hlubokým kypřením bylo velmi podobné. V hloubce 25–30 cm bylo většinou menší zhutnění

na půdě po orbě. Ve vrstvě půdy do 15–20 cm naopak byla půda méně zhutnělá po hlubokém kypření.

Výhody hlubokého kypření

V celkovém tříletém vyjádření se ve výnosu bílého cukru jako nejvýnosnější ukázala být varianta porostu cukrové řepy založená na půdě hluboce prokypřené (kypření půdy do hloubky 25–30 cm). Na základě předběžného vyhodnocení se ukazuje, že hluboké kypření zlepšuje kořenový růst a infiltraci vody a živin, a tím přispívá k omezení povrchového odtoku vody a ke zvýšení výnosů. U některých plodin dochází i ke zlepšení kvalitativních parametrů sklizené produkce (např. u cukrové řepy ke zvýšení cukernatosti a k poklesu obsahu melasotvorných látek).

Významným faktorem z hlediska zasakování vody a růstu kořenů je umístění zhutnělé vrstvy a tedy potřebná hloubka zpracování půdy pro její rozrušení. Mnohem rychleji se projevuje zlepšení fyzikálních vlastností půd rozrušením zhutnělé vrstvy půdy po hloubkovém kypření. Podmínkou úspěchu je, aby zhutnělá vrstva byla rozrušena v celé mocnosti, neboť jinak zákrok nesplní svůj účel. K rozmělnění zhutnělé vrstvy nebo podbrázdí se používají zpravidla dlátové kypřiče, které mají pracovní hloubku 35–50 cm. Povrch půdy po tomto zásahu není hřebení, takže počet následných operací při předseťové přípravě půdy se nemění, popřípadě může být i snížena a výsev může být ranější, čímž se prodlouží vegetační doba a omezí období pro vznik vodní eroze. Optimální termíny a vlhkostní poměry pro tento zásah jsou stejné jako u hluboké orby. O účelnosti zásahu rozhoduje půdní vlhkost. Před vlastním zásahem je vhodné potřebu rozrušení zhutnělé vrstvy půdy lokalizovat (nejlépe penetrometrickým průzkumem, ale často postačuje i několik sond rýčem).

Obr. 4. Vpravo půda na jaře po hlubokém a vlevo po mělkém kypření



Z našich pokusů se ukázalo, že nejen hluboká orba, ale i hluboké kypření je vhodným zásahem přispívajícím k zasakování vody do půdy. Tyto způsoby zpracování půdy podporují především vyšší retenční schopnost půdy v podzimním a časném jarním období. Potřeba a účinnost kypření je dána technogenním zhutněním půd. Hluboké kypření a podrývání je i prostředkem k postupnému prohloubení pravidelně zpracovávaného profilu. Ke zhutnění jsou náchylné těžké půdy a půdy s nízkým obsahem humusu a organické hmoty. Zasakování vody zpomaluje nebo výrazně zhoršuje zhutnění, které se koncentruje na souvratě a na místa častých přejezdů. Na takto zasažených místech vzrůstá význam hlubokého podrývání. Pro vysokou energetickou náročnost je podrývání (30–40 cm) v praxi uplatňováno jen v nezbytné míře a často jen na části pole. Je zařazováno jen jako mimořádné opatření při prokázaném zhutnění. V současné době je pro zlepšení půdních vlastností při pěstování cukrovky doporučováno kypření dlátovým kypřičem do hloubky cca 30–35 cm. Jde o doporučované a také uplatňované periodické opatření na půdách se sklonem k nežádoucímu zhutnění. V našich půdách se nepříznivé zhutnění projevuje již v hloubce od 20 cm, v závislosti na používané hloubce zpracování půdy v dřívějších letech a na využívané mechanizaci. Očekávané příznivé změny fyzikálních vlastností půdy, které se mohou projevit zvýšenou infiltrací srážkové vody do půdy a tím i snížením povrchového odtoku vody, s nímž souvisí riziko vodní eroze půdy, se výrazněji projeví při hlubším zpracování půdy. V pokusech byla proto preferována hloubka odpovídající zpracování půdy v praxi (30 cm).

Na základě výsledků polních pokusů provedených Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy a ČZU zařadilo Ministerstvo zemědělství podrývání mezi tzv. specifické půdoochranné technologie, jejichž využití při zakládání porostů širokořádkových plodin vyhovuje podmínkám standardu DZES 5 na mírně erozně ohrožených půdách. Tuto technologii mohou zemědělci využívat při zakládání porostů cukrovky, a to od 1. 1. 2013. Pro využití této technologie je nezbytné podrytí (prokypření) půdního profilu do hloubky min. 35 cm s maximálním rozchodem pracovních nástrojů (rýh) 1 m a pro vyšší účinnost nejlépe ve směru vrstevnic. Při kontrolách na místě bude terénní šetření se SZIF provádět i pracovník VÚMOP, který v terénu prověří stanovenou minimální hloubku prokypření. Při kontrole žadatel prokáže, že vlastní nebo si pronajal na realizaci půdoochranné technologie kypřič. Z faktury musí být zřejmé, že bylo provedeno hluboké kypření.

Závěr

Klesající ceny cukru, očekávané zrušení produkčních kvót, stále širší otevírání trhu s cukrem, větší tlak producentů cukrové třtiny a řada dalších faktorů nutí producenty a zpracovatele řepy cukrové k hledání cest, jak nesnižovat rentabilitu produkce a zachovat udržitelnost produkce této atraktivní evropské komodity. Chceme-li zachovat konkurenceschopnost cukrové řepy, jsou nezbytné výnosy polarizačního cukru nejméně 13 t.ha⁻¹. Předpokladem pro vysoké výnosy cukru je, že se hlavní kořen a bulva mohou vyvíjet nerušeně, a to zejména v pravidelném porostu,

na půdě s optimálními fyzikálními, chemickými a biologickými vlastnostmi. Jednou z cest k jejich zajištění je i na podzim vhodně zpracovaná půda. Předkládané výsledky ukazují na význam hloubky zpracování půdy. Hluboké kypření půdy a podrývání splňuje požadavky půdoochranné technologie z hlediska vodní eroze půdy. Pro využití této technologie je nezbytné podrytí (prokypření) půdního profilu do hloubky minimálně 35 cm s maximálním rozchodem pracovních nástrojů (rýh) 1 m a pro vyšší účinnost nejlépe ve směru vrstevnic.

Práce byla zpracována za podpory projektu TAČR č. TA02021392 Nové postupy v pěstebních technologiích okopanin a Institucionální podpory MŠMT ČR.

Souhrn

V letech 2012–2015 jsme sledovali zhutnění půdy po rozdílném podzimním zpracování půdy hlubokou orbou (25–30 cm), hlubokým kypřením (25–30 cm) a mělkým kypřením (10 cm) půdy. Zhutnění půdy v době tvorby děložních listů i v době plečkování (rostliny 6–12 pravých listů) cukrové řepy bylo především ovlivněno vlastnostmi půdy na daném půdním bloku. V průměru sledovaných let oba termíny měření vykazovaly velmi podobné tendence zhutnění. Větší zhutnění bylo na půdě mělce kypřené (7–10 cm). Zhutnění měřené na půdě zpracované hlubokou orbou nebo srovnatelně hlubokým kypřením bylo velmi podobné. V hloubce 25–30 cm bylo většinou menší zhutnění na půdě po orbě. Ve vrstvě půdy do 15–20 cm naopak byla půda méně zhutnělá po hlubokém kypření. V průměru tří let (2012–2014) výnos bílého cukru na variantě hluboce kypřené dosáhl 108 % průměru pokusů a na variantě s hlubokou orbou 105,2 % průměrného výnosu v pokusu (15,6 t·ha⁻¹). Výrazný pokles výnosu bílého cukru byl zjištěn na variantě s mělkým kypřením (86,7 % průměru pokusu). Předkládané výsledky ukazují na význam hloubky zpracování půdy pro produkci bílého cukru. Pokusy také prokázaly, že hluboké kypření půdy splňuje požadavky půdoochranné technologie z hlediska vodní eroze půdy.

Klíčová slova: řepa cukrová, zhutnění půdy, orba, kypření, výnos bílého cukru.

Literatura

- ZAHRADNÍČEK, J. ET AL.: The Effect of Physical soil properties on Metabolism and Technological Quality of Sugar Beet. *Rostlinná výroba (Plant Production)*, 47, 2001 (1), s. 23–27.
- KREJČÍ, V. ET AL.: *Zhutnělé půdy a jejich zúrodňování*. Knižní publikace MZVŽ ČSR, Praha, 1984.
- LHOTSKÝ, J.; VÁCHAL, J.; EHRLICH, P.: *Soustava opatření k zúrodňování zhutnělých půd*. Metodická příručka ÚVTIZ, 1984 (14), Praha.
- HŮLA, J. ET AL.: *Minimalizace zpracování půdy*. Praha: Profi Press, 2008, 248 s.
- 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.
- GÖTZE, P. ET AL.: Bodenschadverdichtungsrisiko in Energiefruchtfolgen mit und ohne Zuckerrüben. In *74th IIRB Kongress*, 1–3. 7. 2014, Kurzfassung der Beiträge, s. 136.
- 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.
- 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.
- PAČUTA, V.; KARABÍNOVÁ, M.; ČERNÝ, I.: Kvantita a kvalita úrody cukrové řepy vo vztahu k vybraným pestovatelským faktorům. *Rostlinná výroba*, 45, 1999 (2), s. 61–67.

- RYBÁČEK, V. ET AL.: *Cukrovka*. Praha: SZN, 1985, s. 99.
- STEHLÍK, V.: *Biologie drubů, variet a forem řep rodu Beta L*. Praha: Academia, 1982, 448 s.
- ŠAŘEC, O.; HUDÍK, J.; PROŠEK, V.: Vliv mechanizace na zhutňování půd a měření zhutnění půdy. In *Sborník z konference Řepářství 1998*. Praha, 1998, s. 157–162.
- SCHÖNBERGER, H.; PARZEFALL, J.: Leitlinien für hohe Zuckererträge. *Zuckerrübe*, 63, 2014 (2), s. 8–11.
- KOPECKÁ, V. ET AL.: Vliv klimatických změn na možnosti pěstování cukrové řepy v České republice. *Listy cukrov. řepář.*, 129, 2013 (11), s. 326–329.
- NOVÁK, P. ET AL.: Zpracování půdy z hlediska povrchového odtoku vody. *Komunální technika*, 6, 2012 (5), s. 337–340.
- 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, Christian Albrechts Univ, Kiel, Germany, 38, s. 430–435.
- WOŽNIAK, 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.
- MÜLLER, M.; NOVÁK, P.; HRABĚ P.: Inovace materiálově konstrukčních řešení pluhů čepel v oblasti zpracování půdy při pěstování cukrové řepy. *Listy cukrov. řepář.*, 130, 2014 (3), s. 94–99.
- ARTYSZAK, A.; GOZDOWSKI, D.; KUCIŃSKA, K.: The Effect of Silocon foliar Fertilization in Sugar Beet *Beta vulgaris* (L.). *Turkish J. Field Crops*, 20 2015 (1), 115–119.

Pulkrábek J., Urban J., Jedličková M.: Effect of Autumn Tillage on Soil Compaction in the Beginning of Sugar Beet Vegetation

Between years 2012 and 2015, soil compaction after various autumn tillage methods was observed: mouldboard ploughing (25–30 cm), deep chisel ploughing (25–30 cm) and shallow chisel ploughing (7–10 cm). The soil compaction in the period of cotyledon formation and during hoeing (6 to 12 true leaves) was mainly affected by soil characteristics in the given soil block. On average during the monitored years, both terms of measurements showed very similar tendencies of soil compaction. Higher rate of compaction was observed in soil shallowly processed (7–10 cm). The soil compaction after mouldboard ploughing was comparable to the soil compaction after deep chisel ploughing. The compaction in depth of 25–30 cm was usually lower after mouldboard ploughing; on the contrary in the depth of 15–20 cm, the soil was less compact after deep chisel ploughing. The average yield of white sugar during three assessed years (2012–2014) in soil machined deeply by chisel plough achieved 108 % of experiment average and the variation with mouldboard ploughing achieved 105.2 % of the average yield of the experiment (15.6 t·ha⁻¹). Significant decrease in white sugar yield was detected after shallow chisel ploughing (86.7 % of experiment average). These results show the importance of depth in soil processing for white sugar production. The results also shown, that from the point of view of water erosion, deep chisel ploughing meets the demands on soil-protective technology.

Key words: sugar beet, soil compaction, mouldboard ploughing, chisel ploughing, white sugar yield.

Kontaktní adresa – Contact adress:

prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc., Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka, Česká republika, e-mail: pulkrabek@af.czu.cz