



Začlenění podzimního hlubokého kypření půdy a kypření za vegetace do půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy

**Josef Pulkrábek
Jaroslav Urban
a kolektiv**

Certifikovaná metodika

*Metodika byla vytvořena jako výstup
pro praxi v rámci projektu TA02021392*

*„Nové postupy v pěstebních
technologiích okopanin šetrné
k životnímu prostředí“*

**T A
Č R**

Technologická
agentura
České republiky

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

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půd, v.v.i.

Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.

P & L, spol. s r.o.

**Začlenění podzimního hlubokého kypření půdy
a kypření za vegetace do půdoochranné technologie
pěstování cukrové řepy**

Certifikovaná metodika

Josef Pulkrábek, Jaroslav Urban a kolektiv

Praha 2015

Metodika byla vytvořena jako výstup pro praxi v rámci projektu TA02021392 „Nové postupy v pěstebních technologiích okopanin šetrné k životnímu prostředí“ a s finanční podporou TA ČR

Poděkování: Certifikovaná metodika je dílčím výstupem projektu a s finanční podporou Technologické agentury ČR (TA02021392) „Nové postupy v pěstebních technologiích okopanin šetrné k životnímu prostředí“.

Kolektiv autorů:

Prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc.
Ing. Jaroslav Urban, Ph.D.
Ing. Václav Kadlec, Ph.D.
Ing. Pavel Růžek, CSc.
Ing. Antonín Šedek
Ing. Jan Srbek
Ing. Lucie Bečková, Ph.D.
Ing. Petr Dvořák, Ph.D.
Ing. Dominika Kobzová
Ing. David Kincl

Oponenti:

oponent ze státní správy: **Ing. Daniel Froněk**
Ministerstvo zemědělství ČR,
Odbor rostlinných komodit

odborný oponent: **Ing. Jan Křováček, Ph.D.**
ředitel výkonné složky Svazu pěstitelů cukrovky Čech

Uplatněná certifikovaná metodika byla schválena 21. prosince 2015 Ministerstvem zemědělství ČR Odborem rostlinných komodit pod č.66194/2015-MZE.

Pulkrábek, J., Urban, J. a kol. (2015): Začlenění podzimního hlubokého kypření půdy a kypření za vegetace do půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy. Certifikovaná metodika, ČZU v Praze, 42 s.

© ČZU v Praze, Katedra rostlinné výroby FAPPZ
165 21 Praha 6 - Suchbát
tel.: 224 382 535, fax: 224 382 535
<http://www.af.czu.cz>

ISBN 978-80-213-2614-9

Začlenění podzimního hlubokého kypření půdy a kypření za vegetace do půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy

Abstrakt:

Certifikovaná metodika je dílčím výstupem projektu Technologické agentury ČR (TA02021392) „Nové postupy v pěstebních technologiích okopanin šetrné k životnímu prostředí“. Poskytuje nové poznatky o vlivu hlubokého podzimního kypření půdy a zpracování půdy během vegetace v meziřádku na snížení vodní eroze půdy způsobované při pěstování cukrové řepy na mírně svažitéch půdních blocích. Dokládá, že vhodným zpracováním půdy při pěstování cukrové řepy lze v některých pěstitelských obdobích snížit rizika vodní eroze. Metodika je primárně určena pěstitelům cukrové řepy, agronomům cukrovarů a pracovníkům ve službách využívaných při jejím pěstování. Doporučení v ní uváděná jsou ale plně využitelná nejen při pěstování na erozně ohrožených půdních blocích, ale i u ostatních pěstitelů, protože navrhovaná opatření mají příznivý vliv nejen na sledovaný odnos půdy vodní erozí, ale i na dosahované produkční a ekonomické ukazatele pěstované cukrové řepy.

Klíčová slova:

vodní eroze, cukrová řepa, výnos, cukernatost, půdoochranné technologie, kypření půdy

Inclusion of autumn deep loosening of soil and loosening during vegetation into soil conservation technology of sugar beet growing

Abstract:

Certified methodology is a partial outcome of the project of Technology Agency of the Czech Republic (TA02021392) “New approaches in the cultivation of root crops technologies careful to the environment”. It provides new knowledge about the impact of autumn deep soil loosening and soil cultivation during the vegetation in the area between rows on the reduction of soil erosion caused by water in the cultivation of sugar beet on slightly sloping land blocks. It demonstrates that appropriate soil cultivation during sugar beet growing can in some periods reduce the risk of water erosion. The methodology is intended primarily for sugar beet growers, agronomists of sugar factories and workers in services used by sugar beet growing. The recommendations presented in the methodology are fully utilized not only for the cultivation on erosion threatened land blocks, but also for other growers, because the proposed measures have a positive impact not only on the monitored soil loss by water erosion, but also on production and economical indicators of grown sugar beet.

Keywords:

water erosion, sugar beet, yield, sugar content, soil conservation technologies, soil loosening

Obsah

I. CÍL METODIKY	5
II. VLASTNÍ POPIS METODIKY	6
1. Úvod	6
2. Podzimní zpracování půdy	9
2.1. Současný stav podzimního zpracování půdy	9
2.2. Vyhodnocení podzimního zpracování půdy a jeho vliv na produkci bulev a ochranu půdy	13
2.3. Shrnutí a doporučení pro praxi k hlubokému kypření půdy	19
3. Zpracování půdy za vegetace	23
3.1. Význam a současný stav zpracování půdy za vegetace	23
3.2. Vyhodnocení zpracování půdy za vegetace a jeho vliv na produkci bulev a ochranu půdy	24
3.3. Shrnutí a doporučení kypření půdy za vegetace pro praxi	31
4. Doporučení pro pěstování cukrové řepy na plochách mírně erozně ohrožených	33
5. Závěr	35
III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	37
IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	38
V. EKONOMICKÉ ASPEKTY	39
VI. SEZNAM POUŽITÉ A SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	40
VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE	41

I. CÍL METODIKY

Metodika si klade za cíl poskytnout nové poznatky o vlivu sledovaných agrotechnických opatření na snížení vodní eroze půdy způsobované při pěstování cukrové řepy na mírně svažitéch půdních blocích. Doložit, že vhodným zpracováním půdy při pěstování cukrové řepy lze v některých pěstitelských obdobích snížit rizika vodní eroze této, pro naše podmínky, velmi významné plodiny.

Při zpracování metodiky bylo využito nových poznatků získaných při řešení projektu a byly převzaty vhodné údaje i z dřívější odborné literatury zpracované Řepářským institutem v Semčicích, VÚMOP v.v.i. a dalšími odborníky z ČR i zahraničí. Doporučení v ní uváděná jsou ale plně využitelná nejen při pěstování na erozně ohrožených půdních blocích, ale i u ostatních pěstitelů, protože navrhovaná opatření mají příznivý vliv nejen na sledovaný odnos půdy vodní erozí, ale také na dosahované produkční a ekonomické ukazatele pěstované cukrové řepy.

Předkládaná metodika je primárně určena zemědělské prvovýrobě, především pěstitelům cukrové řepy, agronomům cukrovarů a pracovníkům ve službách využívaných při jejím pěstování. Může být vhodnou pomůckou jak pro menší pěstitele, tak pro agronomy větších podniků, zemědělské poradce atd. Své uplatnění najde i při výchově budoucích zemědělských odborníků na pěstování rostlin. Metodika je využitelná i jako podpůrný zdroj informací pro dozorové orgány a dále jako studijní materiál pro všechny zájemce z řad odborné veřejnosti.

Certifikovaná metodika je dílčím výstupem projektu Technologické agentury ČR (TA02021392) „Nové postupy v pěstebních technologiích okopanin šetrné k životnímu prostředí“. Podstatou metodiky je vhodná aplikace nových poznatků do zemědělské praxe s cílem začlenit ověřené půdoochranné technologie pro pěstování cukrové řepy na erozně ohrožených pozemcích včetně jejich pozitivního vlivu na produkci do zemědělských postupů. V rámci řešení projektu byly navrženy a ověřeny nové typy pracovních nástrojů a vyroben prototyp a funkční vzorek meziřádkového kypřiče půdy (MeKy 6, MeKy 12 a MeKy 18) na meziřádkové zpracování půdy při pěstování cukrové řepy (vhodný je i pro kukuřici), který bude vyrábět a nabízet pěstitelům firma P&L Biskupice spol. s r.o.

Obr. 1:

Meziřádkové kypření půdy v porostu cukrové řepy navrženým a ověřeným meziřádkovým kypřičem půdy MeKy 18 při řešení projektu TA ČR 02021392.



1. ÚVOD

Cukrová řepa, díky současným výkonným geneticky jednoklíčkovým odrůdám, více méně tolerantních k některým chorobám a škůdcům a při výrazném podílu intenzivních pěstitelských technologií, je bezpochyby nejproduktivnější plodinou mírného zeměpisného pásma. I ve světě stále patří mezi 15 nejvýznamnějších plodin. Dosahuje dnes více než desetinásobku výnosu cukru oproti počátku svého pěstování před více než 170 lety. Vyprodukovaný cukr a vedlejší produkty jsou cennou obnovitelnou surovinou pro potravinářský a fermentační průmysl, pro produkci pohonných látek (etanolu) a mj. i pro malotonažní chemii. Cukrová řepa je však také jednou z nejnáročnějších plodin s přísně vyhraněnými požadavky na pěstitelská opatření.

Cukrová řepa je v České republice především pěstována jako surovina na výrobu cukru. V poslední době se intenzivně rozvíjí i její využití k výrobě lihu (palivového). Z jednoho hektaru pěstované cukrové řepy lze vyrobit 6 000 – 7 000 litrů bioetanolu. Na zabezpečení současné výše produkční kvóty postačuje plocha cukrové řepy kolem 40 000 ha při cukernatosti 16 % za předpokladu stabilizovaného hektarového výnosu na úrovni 60 tun z hektaru. Na produkci lihu je v ČR pěstováno kolem 13 500 ha cukrové řepy a několik tisíc hektarů je pro technické využití cukru (např. na výrobu kyseliny citronové).

Ve srovnání s jinými plodinami se cukrová řepa nevyznačuje autoregulační, ale pouze kompenzační schopností, vlivem které průměrná hmotnost rostliny odpovídá v určitém rozsahu ploše půdy, jíž má rostlina v průběhu růstu k dispozici. Výnos cukru z jednoho hektaru je dán počtem bulv, jejich průměrnou hmotností a obsahem cukru v bulvě. Tuto skutečnost je třeba brát v úvahu při zakládání porostu. Produkční proces - tvorbu výnosu cukrové řepy - omezuje především kvalita (organizace) porostu. Předně je to počet rostlin v porostu, jeho přehustění a mezerovitost. Druhou limitující složkou je doba produkčního procesu - délka vegetace daná termínem vzejití porostu a dobou do sklizně. V neposlední řadě může výsledky ovlivňovat či limitovat distribuce biomasy a především ukládání cukru do bulvy.

Cukrová řepa je plodina, která je náročná na půdní a klimatické podmínky. Půda a její kvalita patří mezi rozhodující faktory při jejím pěstování. Je snaha, aby vlastní pěstování cukrové řepy přispívalo ke zvyšování půdní úrodnosti. Proto musí být využívány postupy příznivé pro půdu. Mezi ně patří i využívání půdoochranných technologií.

Půdoochranná technologie je sdružená technologie, která kombinuje ochranné a výrobní efekty. Podle JANEČKA (2012), MORGANA (2005) 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, zmenšování počtu operací jejich slučováním při současné ochraně povrchu půdy rostlinnými zbytky. Tento systém ochrany půdy chrání povrch půdy před působením eroze ponecháváním posklizňových zbytků na jejím povrchu. Místo orby se půda zpravidla pouze kypří kypřiči.

Účinným protierozním opatřením k ochraně půdy před erozí je výsev cukrové řepy do mulče z vymrzajících meziplodin 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. Z tohoto důvodu jsou ověřovány nové technologie vhodné pro cukrovou řepu.

Půdoochranné technologie jsou v podstatě minimalizační postupy zpracování půdy s různým stupněm redukce hloubky a intenzity zpracování doplněné o využívání organické hmoty. 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 je tu 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 prohřátím půdy, osycháním půdy na jaře, což může způsobit špatný nebo pomalý vývoj porostu. Proti těmto problémům se používá technologie pásového zpracování půdy. Podle HŮLY, PROCHÁZKOVÉ a kol. (2008) se kromě ekonomických a technických přínosů půdy 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.

Kvalitní řepařská půda má mít optimální strukturu a pórovitost, nízkou objemovou hmotnost (pod $1,45 \text{ g.cm}^{-3}$) a nízký penetrační odpor půdy (max. 3,5 MPa), příznivý vzdušný a vodní režim, neutrální až slabě alkalickou reakci s hodnotami pH 6,8 až 7,3, obsah kvalitního humusu nejlépe nad 2,5 %. Těmto požadavkům odpovídají podmínky řepařské výrobní oblasti. Z bonitačních produkčních parametrů pro cukrovou řepu vyjádřených výnosem bulev a utříděných podle hlavních půdních jednotek (HPJ) vyplývá, že nejvyšších výnosů se dosahuje v klimatických regionech T3 (teplý, mírně vlhký) a T2 (teplý, mírně suchý), na půdních typech hnědozem (HM), černozem (ČM), illimerizovaná půda - luvizem (IP) a nivní půda - fluvizem (NP).

Při pěstování cukrové řepy na nevhodných půdních blocích může velmi snadno docházet k degradaci půdy. Hlavním degradačním činitelem způsobujícím ztrátu půdy je u cukrové řepy do zapojení porostu vodní eroze půdy. Za příklad nevhodného půdního bloku lze považovat po spádnicí dlouhý a mírně sklonitý pozemek s výskytem půdního typu hnědozem (HPJ – 12).

Hnědozemě jsou jedny z našich neúrodnějších půd. Mají často vysokou kvalitu humusu a dostatečný obsah jílovité složky, z těchto důvodů jsou tyto půdy velmi úrodné, dobře vododržné a vůči černozemím i méně vysychavé.

Půdy hnědozemí jsou ale extrémně náchylné ke vzniku vodní eroze především kvůli jejich eolickému původu. Jedná se o půdy zrnitostního složení s převahou prachovité složky (až 70 % částic velikosti 0,05 - 0,002 mm). Často vysoké obsahy prachovité složky způsobují u hnědozemí fenomén popisovaný jako vznik půdní povrchové krusty vlivem přívalové srážky. Tento extrémní stav – slinutí půdního povrchu, kdy dochází k výraznému narušení půdních agregátů, resultuje v extrémně nízkou propustnost půdy, s fatálními následky odnosu půdy. Exaktní hodnotou, která tento fenomén popisuje, je laboratorní stanovení stability půdní struktury metodou MWD – mean weight diameter. Na podkladech výsledků MWD (rozmezí 0,4 - 0,8 mm), jsou hodnocené půdy hnědozemí vystaveny častému riziku vzniku krusty při všech topografických situacích (ČSN ISO, 2013).

Výskyt takovýchto půd „prachovic“ je v řepařských oblastech velice častý, stejně tak častý je i vznik povrchové krusty. Proto je při pěstování cukrové řepy nadmíru důležité, aby byl povrch půdy v prvních fázích před zapojením porostu cukrové řepy chráněn (ochrannou plodinou, popřípadě zajištěn vhodnou agrotechnikou).

Pro snížení nepříznivých dopadů vodní eroze je vhodné využívat půdoochranné technologie nebo co nejvíce omezit pěstování cukrové řepy na svažitých pozemcích se zastoupením půdních typů hnědozemě, černozemě (na vápnitých substrátech je riziko u černozemí nižší).

V rámci pedogeneze jsou navíc hnědozemě utvářené ilimerizačními procesy, při kterých dochází k vertikálnímu posunu jílovité složky v půdním profilu. Z těchto důvodů jsou tyto půdy vysoce náchylné k utužování podorničí. Zhutnělé podorničí pak zabraňuje přirozenému zasakování vody do půdního profilu.

K omezení utužení je vhodné střídat hloubku zpracování půdy a pojezdy mechanizací provádět za vhodných (raději sušších) vlhkostních podmínek.

Podrývání je agrotechnické opatření, při kterém se kypří a provzdušňuje podorniční vrstva půdy (podbrázdí), ale nevynáší se na povrch půdy. Podrývání v minulosti bývalo spojeno s orbou a mnohdy předcházelo pozdějšímu prohlubování ornice. Cílem podrývání podorničí 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. Opakujícím se zpracováním půdního profilu na jednu hloubku, ať už orbou či kypřením (nebo minimalizací), vzniká tzv. plužní pánev. V její těsné blízkosti je půdní profil více náchylný na nežádoucí zhutňování pohybem těžké techniky. To umocňuje i nedostatečné doplňování organické hmoty do půdy, často nevyrovnané hnojení, s nedostatečným vápněním. K posílení těchto účinků velmi negativně přispívají současné extrémy ve vývoji počasí. To vše jsou faktory, které velmi negativně působí na fyzikální vlastnosti půdy, zejména na pórovitost a penetrační odpor půdy.

Potřeba a účinnost podrývání či hlubokého kypření půdy 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 kypření. Pro vysokou energetickou náročnost je hluboké kypření (na 30 až 40 cm) v praxi uplatňováno jen v nezbytné míře a často jen na části pole. Je uplatňováno jen jako mimořádné opatření při prokázaném zhutnění.

Plošným nástrojem pro zmírnění vodní eroze na ohrožených pozemcích jsou standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy (DZES, dříve GAEC). DZES pomáhají zlepšovat podmínky pro udržitelné zemědělské hospodaření na pozemcích s ohledem na ekonomiku zemědělského podniku. Dotace jsou podmíněny plněním uvedených podmínek. Na zemědělské půdě jsou v rámci DZES vymezeny plochy silně či mírně erozně ohrožené, kde je nutné uplatňovat půdoochranné technologie. Na půdních blocích silně erozně ohrožených (SEO) zemědělci a farmáři nemohou erozně nebezpečné plodiny pěstovat. Na mírně erozně ohrožených plochách (MEO) vyplývá povinnost zajistit, že erozně nebezpečné plodiny budou zakládány pouze s využitím půdoochranných technologií.

Cukrová řepa je obvykle setá s meziřádkovou vzdáleností 45 cm. Tím je řazena mezi erozně nebezpečné plodiny s nízkou protierozní účinností, a to převážně v době vzcházení.

Cukrová řepa je poškozována vodní i větrnou erózí, a to zvláště v raném stadiu vývoje, tedy v době vzcházení. Půda je ohrožena až do doby plného zapojení porostu cukrové

řepy (přibližně do poloviny června). V tomto období přetrvává velká pravděpodobnost výskytu přívalových srážek, které mohou působením vodní eroze zapříčinit značné poškození pozemku i samotných vzcházejících plodin. Ohrožen je nejen samotný pozemek a vysetá plodina, ale také níže ležící lokality (škody na majetku, infrastrukturu, zanášení vodních toků a nádrží). Naopak po zapojení porostu cukrové řepy dochází k výraznému snížení rizika působení eroze.

Obr. 2:

Porost cukrové řepy poškozený vodní erozí půdy.



2. PODZIMNÍ ZPRACOVÁNÍ PŮDY

Cílem podzimního zpracování půdy je upravit, popřípadě zlepšit fyzikální stav ornice, její biologické a chemické vlastnosti (vodní a vzdušný režim) pro vegetační období. Současné alternativy podzimního zpracování půdy jsou velmi rozmanité, vycházejí z orebného i bezorebného systému zpracování půdy s využitím řady minimalizačních opatření.

Kvalitní podzimní příprava má umožnit předseťovou přípravu půdy co nejměleji, s minimálním počtem zásahů pro dosažení vysoké polní vzcházivosti osiva. S tím souvisí i urovnání povrchu půdy na podzim, které umožní mělkou a jednorázovou jarní přípravu pro setí (jarní „urovnání“ ochuzuje půdu o vláhu a jeho důsledkem je nerovnoměrné vzcházení).

Při podzimní přípravě půdy zapravujeme statková a minerální (P, K) hnojiva do orničního profilu. Součástí podzimního systému zpracování půdy bývá i vápnění. Podzimní kypření půdy umožňuje snadnější zasakování vody do půdního profilu v průběhu zimy. Dalším cílem je umožnit vyklíčení semen výdrolu, plevelů a jejich následné ničení včetně hubení vytrvalých plevelů opakovaným zpracováním půdy.

2.1. Současný stav podzimního zpracování půdy

Starší a dosud pro část pěstitelů běžný způsob podzimního zpracování půdy pro cukrovou řepu představují dvě, výjimečně tři orby – podmítka, střední orba se zaorávkou hnoje a hluboká orba. Následně se doporučuje hrubé urovnávání povrchu. Novější systémy

jsou založeny na využívání kombinovaných radličkových nebo talířových kypřičů pro podmítku. K následnému hlubšímu zpracování půdy jsou využívány nejčastěji pluhy oboustranné, doplněné drobiči nebo půdními pěchy nebo radličkové kypřiče osazené dlátovitými nebo šípovitými radličkami. Někdy jsou označovány jako dlátové pluhy. V takovém systému podmítkou dobře urovnáme povrch pozemku a následovně orbou nebo hlubokým kypřením zapravíme statková hnojiva rovnoměrně do profilu ornice při zachování rovinného povrchu pole. Tato operace umožní omezit počet zásahů při jarní přípravě půdy.



Obr. 3:

Tradičním agrotechnickým opatřením při podzimním zpracování půdy byla hluboká orba spojená s hrubým urovnáním povrchu půdy.

Hloubka orby nebo hlubokého kypření půdy k cukrovce se pohybuje okolo 25 - 30 cm. Pro kvalitu podzimního zpracování půdy je rozhodující příznivá půdní vlhkost. Při zpracování za mokra nedochází k drobení půdy, ale k jejímu utužení a zvyšuje se i náročnost jarní přípravy. Z těchto důvodů je vhodná doba podzimního hlubokého zpracování půdy od poloviny září do poloviny října, neboť později vlhkost půdy většinou stoupá. MINX (in RYBÁČEK a kol. 1985) uvádí pokles vzháživosti o 12 – 15 % a pokles výnosu o 5,5 – 8,5 t.ha⁻¹ na pozemcích oraných po 15.11.

Pro zabezpečení vláhy v povrchové vrstvě půdy na jaře a snížení počtu zásahů předseťové přípravy se doporučuje podzimní urovnání hrubé brázdy (v jedné operaci s orbou nebo samostatně branami, kypřiči, drobiči) podle stavu půdy.

Závažným a stále aktuálním problémem českého zemědělství je velmi často diskutovaný stav půdy. Především vysoké zhutnění, zvýšená objemová hmotnost, zhoršená struktura půdy, nízká pórovitost a nedostatek vzduchu limitují podmínky tvorby výnosu a jakosti produkce nejen cukrové řepy. Většina z těchto fyzikálních vlastností podmiňuje kvalitu a úrodnost půdy, její biologické a chemické vlastnosti. Druhým často velmi diskutovaným tématem vedle trvalého úbytku zemědělské (ale především orné) půdy jsou dopady způsobované vodní erozí, kdy působením dešťových kapek a povrchového odtoku dochází k rozrušování půdního povrchu, odnosu půdních částic a jejich následné sedimentaci. Eroze půdy tak ochuzuje zemědělskou půdu o nejúrodnější část - ornici, zhoršuje fyzikálně-chemické vlastnosti půd, zmenšuje mocnost půdního profilu, zvyšuje šterkovitost, snižuje obsah živin a humusu, poškozují plodiny, způsobuje ztráty osiv a sadby, hnojiv a přípravků na ochranu rostlin. Navíc transportované půdní částice a na nich vázané látky znečišťují vodní zdroje, zanášejí akumulační prostory

nádrží, snižují průtočnou kapacitu toků a zvyšují náklady na úpravu vody a těžbu usazenin (VOPRAVIL a kol. 2010). Velkým problémem řepářských půd je zhutnění podorniční vrstvy. Zlepšení lze dosáhnout hlubším kypřením dlátovými kypřiči – podrýváky do 35 – 50 cm, podle hloubky utužené vrstvy půdy. Kypřením ji musíme rozrušit.

Jednou z příčin zhoršování kvality půd u nás je zhutňování půdy (ZAHRADNÍČEK a kol. 2001, HŮLA - PROCHÁZKOVÁ 2008), způsobené řadou negativních opatření. Nejčastěji se zhutnění přičítá používání těžké mechanizace s vysokými měrnými tlaky na půdu, velkým počtem přejezdů po poli a nadměrným počtem pracovních operací. Každý pěstitel si musí uvědomit, že není možné vjíždět na pozemky při nevhodných vláhových podmínkách, což výrazně přispívá k utužení půd. Další příčiny utužení jsou – úbytek půdní organické hmoty, nevhodná kultivace (orba na stejnou hloubku), pěstování monokultur, vysoké dávky draselných hnojiv apod. V poslední době se ale tyto dopady podařilo minimalizovat. Ukázalo se, že využití orientačních systémů (navigace) může nejen snížit náklady na provoz stroje, ale i do jisté míry zlepšit podmínky zpracováváné 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), nevyvážená výživa rostlin a pokles vápnění. GÖTZE a kol. (2014) se zabývali rizikem zhutnění půdy v energetických osevních postupech (v rotaci s vyšším zastoupením energetických plodin) s cukrovou řepou a bez cukrové řepy. 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. Cukrová řepa i kukuřice jsou plodiny s vysokým rizikem škod ze zhutnění půdy. Za prvé proto, že při zakládání porostů cukrové řepy a silážní kukuřice časně na jaře je zpravidla vysoký obsah vody v půdě a vlastní stabilita půdní struktury při zatížení je nízká. Za druhé je půda při sklizni kvůli vysoké hmotnosti sklízecích strojů mechanicky silně namáhána.

V půdě rostoucí kořen cukrové řepy zaujímá objem asi 1 až 1,5 litru na jednu řepu, tedy 9 až 15 l na m². Půda je s postupujícím růstem komprimována. Řepný kořen vylučuje CO₂, který difunduje z půdy, do které pak vstupuje kyslík (O₂) potřebný pro tvorbu vlasových kořínků. Výměna plynů musí probíhat nerušeně, aby tomu tak skutečně bylo, musí v půdě být alespoň 8 až 10 % hrubých pórů. Zpracování půdy při správných vlhkostních poměrech (základní i během vegetace) zvyšuje podíl pórů, a tak usnadňuje výměnu a přístup vzduchu do půdy.

Požadavky cukrové řepy na vláhu musíme respektovat v celé soustavě agrotechniky, především šetřením vláhy při základní porostu a předseťové přípravě půdy. Podzimní příprava půdy přímo ovlivňuje její vodní režim na jaře. Musí vytvářet podmínky umožňující co největší vsakování srážkové vody a naopak, podle možností omezit výpar. Hluboká orba a hluboké kypření umožňují rychlé zasakování vody ze srážek, přispívá k dobrému zakořenění rostlin a čerpání vody z hlubších vrstev za vegetace. Hrubé urovnání povrchu na podzim omezuje výpar i v předjaří, kdy taková půda prosychá rovnoměrně v povrchové vrstvě před jarní přípravou. Důležitou zásadou je i zapravení organických hnojiv na podzim do celého profilu ornice, aby se nevytvářela izolační vrstva, bránící vsakování nebo vzlínání vody.

Řada podniků, hospodařících především na těžkých půdách, využívá při podzimním zpracování půdy místo orby kypření. Půdu neobrací, ale několikrát kypří, nejprve mělčeji a při posledním kypření zpracovává půdu na obdobnou hloubku jako při orbě. Cukrová řepa

pro dobrou tvorbu tvarově pravidelných a vyrovnaných bulv vyžaduje zpracování půdy do hloubky 25 - 35 cm.

Obecně se často uvádí, že vhodným zásahem přispívajícím k zasakování vody do půdy, podporující vyšší retenční schopnost půdy v podzimním a časném jarním období, je kypření půdy (vertikální zpracování půdy, podrývání či dlátování) do hloubky 20 - 45 cm (dle hloubky půdního profilu). Růst cukrové řepy je na zhutnělých půdách omezen periodickým přebytkem vody, nedostatkem vzduchu a živin. S těmito problémy se můžeme setkat nejen u cukrové řepy, ale i u dalších plodin.

Obr. 4: V silně zhutnělé půdě dochází k rozvětvení kořene rostliny, správně narostlý kořen je vřetenovitý a dlouhý.



Potřeba a účinnost kypření 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. 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 hluboké kypření (30 až 40 cm) v praxi uplatňováno jen v nezbytné míře a často jen na části pole. Je uplatňováno jako mimořádné opatření při prokázaném utužení. V současné době je pro zlepšení půdních vlastností při pěstování cukrové řepy uplatňováno kypření dlátovým kypřičem do hloubky cca 25 – 35 cm. Jde o doporučené a také uplatňované periodické opatření na půdách se sklonem k nežádoucímu zhutnění. Nepříznivé zhutnění se projevuje v závislosti na používané hloubce zpracování půdy a na využívané mechanizaci. Na řadě českých půd již v hloubce 20 cm. Hluboké kypření se u cukrové řepy využívá jako alternativní zpracování k hluboké orbě.

V rámci hlubokého zpracování půdy nad běžně zpracovávanou hloubku hovoříme o prohlubování ornice (zvětšování mocnosti ornice), o podrývání (kypření zhutnělé podorniční vrstvy), o dlátování (kypření do hloubky cca 45 cm) a hloubkovém kypření (nad 50 cm). V současné době je hloubkové kypření využíváno zpravidla jen před zakládáním trvalých kultur.

Očekávané příznivé změny fyzikálních vlastností půdy po hlubokém kypření, 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.

Při pěstování cukrové řepy často dochází k degradaci půdy zejména vodní erozí a to i na mírně svažitéch pozemcích. Od července roku 2012 začala platit přísnější pravidla standardů dobrého zemědělského a environmentálního stavu (DZES), která vyžadují při pěstování erozně nebezpečných plodin na svažitéch pozemcích používat půdoochranné technologie. Pro pěstování cukrové řepy nebyly v této době v ČR na trhu vhodné stroje a technologie splňující půdoochranné požadavky akceptovatelné v DZES.

V rámci řešení projektu byla ověřena technologie založená na podzimním hlubokém zpracování půdy a jarní kultivaci během vegetace cukrové řepy. Cílem výzkumu a vývoje bylo v této oblasti posouzení vlivu na infiltraci srážkové vody do půdy, erozi půdy, půdní strukturu, růst rostlin a stabilitu výnosu a kvality produkce.

Obr. 5:

Dlátový pluh (kypřič) pro odstranění technogenního zhutnění půdy.



2.2. Vyhodnocení podzimního zpracování půdy a jeho vliv na produkci bulv a ochranu půdy

V poloprovozních pokusech (v okolí Jičína) bylo v letech 2012 - 2015 ověřováno, zda hluboké kypření půdy lze považovat za půdoochranné opatření snižující vodní erozi půdy při následném pěstování cukrové řepy. Při hlubokém kypření (či podrývání) by měla být zvýšena vsakovací schopnost půdy. Hluboké kypření (na hloubku 25 - 30 cm) bylo srovnáváno 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, což je při hodnocení vodní eroze půdy bráno za kontrolu).

Penetrační odpor půdy, jako hlavní indikátor zhutnění, byl měřen digitálním penetrometrem. Jednotlivá měření byla na sledovaných variantách 10 až 15 krát opakována a vypočítán průměr měření v dané hloubce půdy. Penetrační odpor půdy byl za vegetaci cukrové řepy hodnocen každoročně 6 - 9 krát. Součástí sledování bylo i hodnocení vlhkosti půdy, na které je penetrační odpor půdy závislý. Porosty na takto založených blocích byly ručně sklizeny, analyzovány a vyhodnoceny.

2.2.1. Vliv podzimního zpracování půdy na produkční ukazatele sklizených bulev

O významu péče o půdu a její vlastnosti ve vztahu k produkčním ukazatelům cukrové řepy velmi dobře vypovídají naše dřívější výsledky (Zahradníček a kol. 2001), hodnotící vliv jednotlivých půdních vlastností k hlavním produkčním ukazatelům. Opakovaně ve všech ročnících byl na souvratích zjištěn penetrační odpor půdy o 60 - 90 % vyšší než na vnitřních částech pozemků. Od počátku vegetace cukrové 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 (korelační koeficient -0,61) a hmotnost bulev (korelační koeficient -0,58). Koncentrace sodíku a draslíku byla zhutněním půdy ovlivněna méně. Po sklizni cukrové řepy 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. 6:
*Povrch půdy po
hlubokém kypření.*

Čtyřletá sledování (2012 - 2015) zhutnění půd, zejména na počátku vegetace cukrové řepy, ukazují na relativně vyrovnané zhutňování s růstem hloubky měření. 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 měření vykazují velmi podobné tendence zhutnění. Větší zhutnění bylo na půdě mělce kypřené (do 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.

Vliv hlubokého podzimního kypření půdy na produkční ukazatele sklizených bulev cukrové řepy byl sledován v poloprovozních pokusech v okolí Jičína. Pokusy byly ručně

sklizeny, proto předkládané hodnoty produkčních ukazatelů jsou relativně vysoké, je to vlastně biologický výnos. V současné době jsou vyhodnoceny tříleté výsledky. Mezi orbou a hlubokým podzimním kypřením půdy nebyly ve výnosu bulev zjištěny výrazné rozdíly. Výsledky jsou uvedeny v *tabulce 1*.

Tab. 1: Vliv podzimního zpracování půdy k cukrové řepě na produkční ukazatele (vyjádřeno v procentech průměrné hodnoty dosažené v pokusu v daném roce)

Variant	výnos bulev (t.ha ⁻¹)	počet bulev (tis. ks.ha ⁻¹)	cukernatost (%)	výnos polar. cukru (t.ha ⁻¹)	výnos bulev přepočítaný na 16% cuk. (t.ha ⁻¹)
v roce 2012					
Hluboká orba	101,8	100,3	99,7	101,5	101,4
Mělké kypření	97,4	98,8	99,5	96,9	96,8
Hluboké kypření	100,8	100,9	100,8	101,6	101,7
Průměr pokusu v absolutní hodnotě	98,9	124,0	19,8	19,6	127,6
v roce 2013					
Hluboká orba	110,6	99,1	96,4	106,8	118,9
Mělké kypření	88,8	100,0	101,1	89,9	77,2
Hluboké kypření	100,6	100,9	102,5	103,3	104,0
Průměr pokusu v absolutní hodnotě	86,6	118,5	18,4	15,9	86,9
v roce 2014					
Hluboká orba	107,1	119,1	104,1	110,9	111,6
Mělké kypření	77,3	61,8	95,3	73,2	72,6
Hluboké kypření	115,7	119,1	100,6	115,8	115,8
Průměr pokusu v absolutní hodnotě	88,3	88,8	18,3	16,2	103,9
průměr let 2012 - 2014					
Hluboká orba	106,5	106,2	100,1	106,4	110,6
Mělké kypření	87,8	86,9	98,6	86,7	82,2
Hluboké kypření	105,7	106,9	101,3	106,9	107,2
Průměr pokusu v absolutní hodnotě	91,3	110,4	18,8	17,2	106,1

Rozhodující roli hrál spíše ročník než způsob zpracování půdy. Například cukrová řepa sklizená v roce 2013 byla výnosnější na variantě s hlubokou orbou. Naopak v roce 2014 poskytlo hluboké kypření pro cukrovou řepu lepší podmínky a výnos byl vyšší než na půdě orané. V průměru vypočítaném ze tří hodnocených let jsme vliv rozdílného zpracování půdy na výnos bulev nezjistili (hluboká orba 106,5 % a hluboké kypření 105,7 % průměrného výnosu v pokusu). Pokusy ale jednoznačně ukázaly na význam hloubky zpracování půdy. Cukrová řepa pěstovaná na mělce zpracované půdě poskytovala v každém roce výrazně nižší výnosy (v průměru pokusu pokles o 12,2 %). Zejména velmi negativně se projevilo omezené zpracování půdy na variantě s mělkým kypřením v roce 2014. Nejvýraznější vliv mělo mělké zpracování na založení porostu a nižší počet vzešlých rostlin na jednotce plochy, což se

odrazilo v nižší produkci. Nedostatek vzduchu v půdě, pomalejší vysychání přispělo především ke snížení výnosu bulev.

Výnos bulev přepočítaný na 16% cukernatost byl vyšší v průměru sledovaných let u hluboké orby, ale podíváme-li se na výnosy v jednotlivých letech, tak i zde byl rozhodující ročník. V roce 2013 byl vyšší výnos u hluboké orby, což se odrazilo i v průměru za sledované roky. Podzimní zpracování půdy mělo nevýrazný vliv na cukernatost a další kvalitativní ukazatele sklizených bulev (tab. 2).

Tab. 2: Vliv podzimního zpracování půdy k cukrové řepě na sklizňové ukazatele (vyjádřeno v procentech průměrné hodnoty dosažené v pokusu v daném roce)

Varianta	obsah melasotvorných látek			výnos bílého cukru (t.ha ⁻¹)
	draslík	sodík	aminodusík	
	(mmol.100 g ⁻¹)	(mmol.100 g ⁻¹)	(mmol.100 g ⁻¹)	
	v roce 2012			
Hluboká orba	100,9	109,6	101,6	101,4
Mělké kypření	103,0	104,1	105,7	96,7
Hluboké kypření	96,1	86,3	92,7	102,0
Průměr pokusu v absolutní hodnotě	3,09	0,24	0,80	18,1
	v roce 2013			
Hluboká orba	97,2	184,1	143,8	105,1
Mělké kypření	106,6	58,5	73,8	90,0
Hluboké kypření	96,2	57,4	82,4	104,9
Průměr pokusu v absolutní hodnotě	5,4	0,6	1,0	13,8
	v roce 2014			
Hluboká orba	103,4	80,6	78,5	111,1
Mělké kypření	111,6	144,1	113,6	71,8
Hluboké kypření	85,0	75,3	107,9	117,1
Průměr pokusu v absolutní hodnotě	3,9	0,2	1,1	14,6
	průměr let 2012 - 2014			
Hluboká orba	100,47	124,74	107,96	105,9
Mělké kypření	107,08	102,25	97,71	86,1
Hluboké kypření	92,45	73,01	94,33	108,0
Průměr pokusu v absolutní hodnotě	4,10	0,35	0,96	15,5

V průměru tří hodnocených let (2012 - 2014) výnos bílého cukru na variantě hluboce kypřené dosáhl 108 % průměru pokusů a na variantě s hlubokou orbou 105,9 % průměrného výnosu bílého cukru v pokusu (15,5 t.ha⁻¹). Výrazný pokles výnosu bílého cukru byl zjištěn na variantě s mělkým kypřením (86,1 % průměru pokusů). V teoretické výtěžnosti cukru byly rozdíly mezi sledovanými způsoby podzimního zpracování půdy velmi malé (rozpětí 98,0 - 102,4 %), nejprůzračnější výtěžnost byla na variantě hluboce kypřené.

2.2.2. Vliv podzimního zpracování půdy na ztrátu půdy způsobenou vodní erozí

Na základě dosavadních výsledků a sledování má podzimní příprava půdy velký význam z hlediska protierozního účinku, a to především podrývání o hloubce rozrušující utuženou vrstvu půdy, která se nejčastěji vyskytuje na řepařských půdách v hloubce 27 až

35 cm. Pozitivní výsledky ukazuje i hluboké kypření, jak prokázalo testování v letech 2012 - 2015.

Všechny testované varianty (pokusné plochy) byly připraveny po spádnici. Plocha zadešťovaných parcel byla 20 m². Zadešťování probíhalo polním simulátorem deště 2x 20 minut. Na každé variantě proběhly 2 měření, a to při suché půdě (při přirozené vlhkosti půdy) a následně půdě vlhké (10 minut po prvním zadeštění). Termíny zadeštění byly hlavně v jarním období, kdy je půda s cukrovou řepou nejvíce náchylná na erozi.

Obr. 7: *Ověřování protierozní účinnosti půdoochranných opatření v cukrové řepě simulátorem deště.*



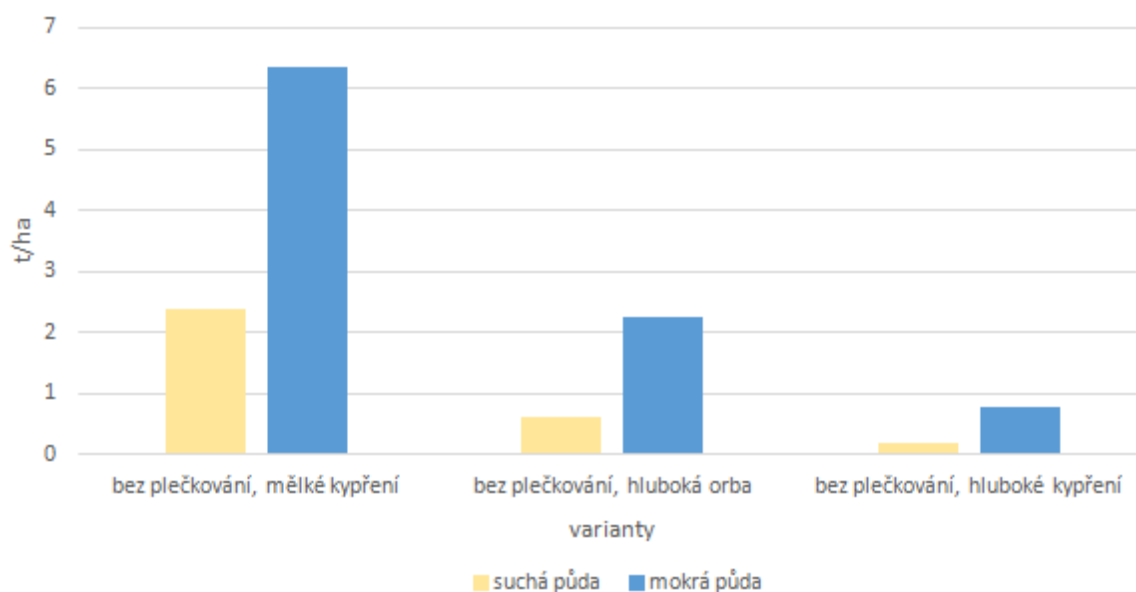
Výsledky z minulých let prokázaly, že ve fázi plně zapojeného porostu v řádcích i meziřadí poskytuje půdě porost cukrové řepy dostatečnou ochranu před erozí a nedochází ani při intenzivních srážkách k odnosu půdy. Sama hustota porostu působí jako retardační prvek povrchového odtoku a tím i smyvu půdy.

Průměrná ztráty půdy v porostu cukrové řepy, pěstované po podzimním hlubokém kypření, byla po dvojím zadeštění (a to při suché půdě - při přirozené vlhkosti půdy a následně půdě vlhké (10 minut po prvním zadeštění) 0,8 t/ha oproti variantě půdy s mělkým kypřením, kde byla 6,34 t/ha. Je třeba ale upozornit, že na půdě mělce kypřené nebyly rostliny cukrové řepy, ale byl to černý úhor. Varianta technologie s hlubokou orbou měla ztrátu půdy vyšší než stejně hluboké kypření, ale také výrazně menší (2,25 t/ha) než půda bez pokryvu. Rámcově lze uvést, že ztráta půdy byla po hlubokém kypření 8x menší než při mělce nakypřené půdě bez rostlinného pokryvu a po orbě asi 3x menší. Konkrétní výsledky jsou

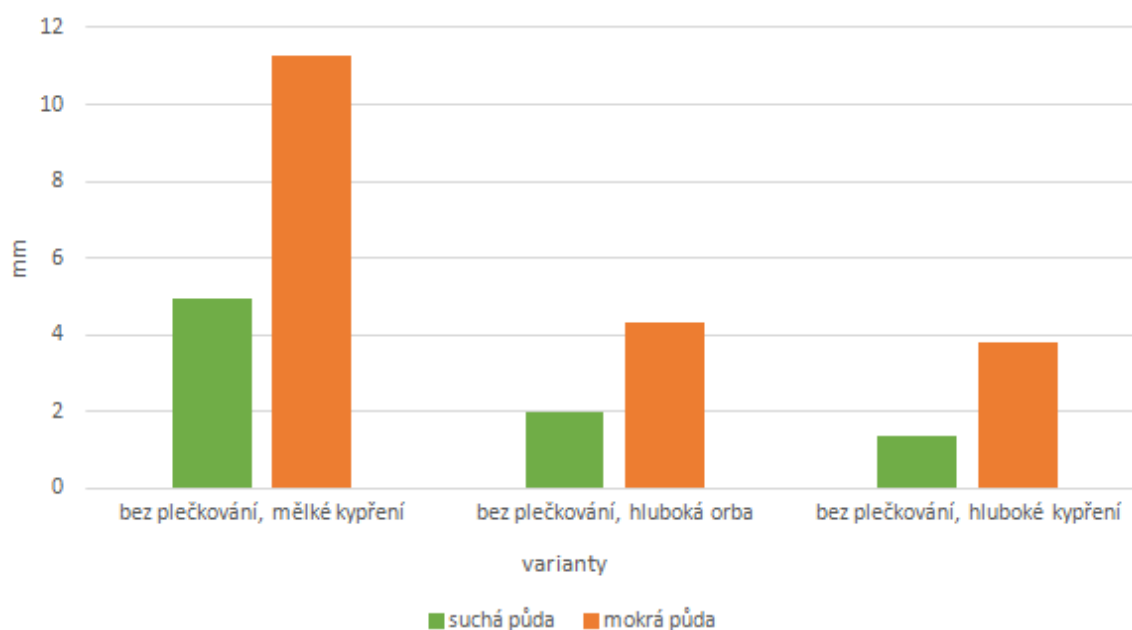
patrné z *grafu 1 a 2*. Průměrný povrchový odtok při pěstování cukrové řepy na půdě hluboko kypřené i orané byl cca 4x nižší, než na půdě mělce kypřené bez rostlinného pokryvu (*graf 2*).

Na základě ověřování polním simulátorem deště byla technologie podrývání od 1. 1. 2013 zařazena do seznamu půdoochranných technologií v rámci DZES (dříve GAEC) a zemědělci jí mohou využívat při zakládání porostů cukrové řepy.

Graf 1: Ztráta půdy při ověřování protierozní účinnosti podzimního zpracování půdy při pěstování cukrové řepy



Graf 2: Povrchový odtok při ověřování protierozní účinnosti hlubokého zpracování půdy při pěstování cukrové řepy



2.3. Shrnutí a doporučení pro praxi k hlubokému kypření půdy

Pro dosažení maximální produktivity rostlin se udává objemová hmotnost lehčích půd obvykle v rozmezí 1,2 - 1,3 g.cm⁻³, středně těžkých půd 1,3 - 1,4 g.cm⁻³ a těžkých půd 1,4 - 1,5 g.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 g.cm⁻³, růst se zastavuje. V takovýchto půdách se zhoršuje vodní režim, vytěsňuje se vzduch a nepříznivě je ovlivněna přístupnost živin.

V celkovém tříletém vyjádření, ve výnosu bílého cukru se jako nejvýnosnější, ukázala varianta porostu cukrové řepy založená na půdě hluboce prokypřené (kypření půdy do hloubky 25 - 30 cm). Hluboké kypření zlepšuje růst kořenů a infiltraci vody, a tím přispívá k omezení povrchového odtoku vody a ke zvýšení výnosů. Pokusy jednoznačně ukázaly, že rozhodující je hloubka zpracování než způsob zpracování, tedy zda je oráno či hluboce kypřeno.

K obdobným závěrům dospěli i BADALÍKOVÁ a kol. (2008, 2009), kteří po třech letech sledování půdní struktury a produkčních ukazatelů sklizené cukrové řepy pěstované na konvenčně zpracovávané půdě orbou a minimalizačními či konzervačními technologiemi nezjistili výrazné změny ve fyzikálních vlastnostech. V řadě dalších prací se věnovali i vlivu hloubky 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. Hluboké kypření do 35 cm vykazovalo tendence pro vyšší přepočítaný výnos bulev. Jednoznačně se ukazuje, a to nejen pro cukrovou řepu, že je třeba zpracovávat půdu hlouběji.

Tab. 3: Vliv zpracování půdy na produkční ukazatele cukrové řepy
(BADALÍKOVÁ a kol. 2008, 2009)

Varianta zpracování půdy	Výnos bulev (t.ha ⁻¹)	Cukernatost (%)	Výnos PC (t.ha ⁻¹)
Kypření do 35 cm	85,7	18,4	15,8
Kypření do 18 cm	74,2	18,9	14,0
Orba do 25 cm	83,5	19,0	15,8

Významným faktorem z hlediska zasakování vody do půdy 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.

Z našich pokusů se ukázalo, že nejen hluboká orba, ale i hluboké kypření je vhodným zásahem přispívajícím k zasakování vody do půdy. Hluboké kypření navíc vykazovalo nejnížší hodnoty ztráty půdy v rámci sledovaných variant. Tyto způsoby zpracování půdy podporují především vyšší retenční schopnost půdy v podzimním a časném jarním období.

K obdobným závěrům dospěl i HŮLA a kol. (2010), jeho výsledky měření infiltrace vody do půdy, 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 zaznamenali také na stanovišti s lehkou půdou, 2 roky po prokypření dlátovým kypřičem do hloubky 30 cm.

V důsledku orby na stejnou hloubku a trvalého používání těžké techniky mohou vznikat hluboko uložené ztvrdlé vrstvy a zhutnělé vrstvy půdy, které mohou bránit kořenovému růstu a 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.

Pokud má zemědělec s utužením problém, tak první věcí je podívat se, kde je utužená vrstva, zda je po celé ploše honu nebo jen na některých, více zatížených místech. Dobrým pěstitelům již napoví stav pěstovaných rostlin v době extrémního počasí (nejlépe za mokra na podzim), ale především tvar a rozložení kořenů v půdním profilu. Snadno se o utužení přesvědčíme v porostech při vyrytí kořenů a prohlídce jejich tvaru. K identifikaci utužené vrstvy stačí použití rýče či půdní sondy, nemusí to být penetrometr. Zjistíme, ve kterých hloubkách se utužení nachází a zda v jedné či více vrstvách. Je nutné pamatovat, že ozdravování půd je běh na dlouhou trať a většinou ho nelze provést v jednom zásahu.

Optimální termíny a vlhkostní poměry pro hluboké kypření či podrývání jsou stejné jako u hluboké orby. O účelnosti zásahu rozhoduje půdní vlhkost. Důležitým parametrem pro kypření ve větší hloubce je vlhkost půdy. Optimální je taková, pokud se odebraný vzorek z hloubky kypření působením tlaku rozbíjí na menší hrudky. Jestliže podléhá plastické deformaci, tak je vlhkost pro provedení kypřicího zásahu příliš vysoká.

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 zhutnění. Byly prokázány příznivé změny fyzikálních vlastností půdy, které se projeví zvýšenou infiltrací srážkové vody do půdy, a tím i snížením povrchového odtoku vody, s nímž souvisí riziko vodní eroze půdy.

Intenzita kypření je dána typem kypřících radlic a dlát, pracovní rychlostí a vybavením kypřiče drobicím zařízením. Na trhu je řada různých typů kypřičů pro hluboké kypření půdy či podrývání nezpracovávané podorniční vrstvy půd.

Při volbě kypřičů je třeba zohlednit rozestupy pracovních nástrojů. Vhodnější je užší rozchod pracovních nástrojů než 1 m i s ohledem na využití i u dalších plodin např. pro kukuřici, u které je doporučován max. 0,75 m. Čím větší rozchod, tím nutnější je zpracování půdy po vrstevnici.

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 hodnocených výsledků polních pokusů provedených Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy (VÚMOP, v.v.i.) a ČZU v Praze zařadilo Ministerstvo zemědělství ČR (MZe) podrývání mezi tzv. specifické půdoochranné technologie, jejichž využití při zakládání porostů erozně nebezpečných plodin vyhovuje podmínkám standardu DZES 5 na mírně erozně ohrožených půdách. Tuto technologii mohou zemědělci využívat při zakládání porostů cukrové řepy, a to s platností od 1. ledna 2013.

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. 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 (podrývání).

Povinnosti kladené na zemědělce aplikujícího podrývání v rámci DZES:

- zemědělec zajistí podrytí (prokypření) půdního profilu do hloubky minimálně 35 cm s maximálním rozchodem pracovních nástrojů (rýh) 1 m (prokypření půdního profilu do hloubky >35 cm není bráno jako porušení)
- zemědělec prokáže vlastnictví / pronájem kypřiče
- kritériem hodnocení závažnosti je samotné realizování půdoochranné technologie, závažnost porušení je tedy pouze velká

Vliv podrývání na půdní vlastnosti

Hluboké podrývání nebo kypření má za cíl především zlepšení fyzikálních a hydrofyzikálních charakteristik půdy, které se přirozeně jejím využíváním mění. Proto je třeba o ně trvale pečovat, například proto, že dochází k přirozenému slehávání půdy. Touto půdoochrannou technologií je myšleno vertikální zpracování půdy. Díky rozrušení utuženého podorníčí dochází ke zvýšení pórovitosti, obsahu vzduchu v půdě, podpoře retenční schopnosti půdy v podzimním a časném jarním období a zlepšení infiltrační schopnosti půdy. Tím je omezen povrchový odtok, což v důsledku přispívá ke snížení vodní eroze půdy. Aby bylo dosaženo zlepšení fyzikálních charakteristik půdy, je nutné provádět podrývání do hloubky minimálně 5 cm pod utuženou vrstvu. Účinnost tohoto melioračního zásahu je dočasná - po prvním roce slábné a po několika málo letech prakticky odezní, je proto třeba ji v rámci osevního sledu vhodně opakovat.

Zásady při provádění podrývání

Pracovních strojů a samotných nástrojů kypřičů existuje mnoho druhů a typů. Pracovním nástrojem podrývačů jsou slupice, přičemž slupice opatřené křídly jsou schopny snáze nadzvedávat půdu a snižovat objemovou hmotnost půdy. Na strojích je preferováno umístění slupic do více řad tak, aby nedošlo k nežádoucímu sekundárnímu zhutnění půdy při činnosti kypřiče. Zásah se provádí na podzim nejlépe ihned po sklizni slámy při optimální vlhkosti půdy. Půda by měla být vlhá nesoudržná, nemaže se, ale ani není přeschlá. Rozchod rýh musí být maximálně 1 m (u kukuřice je uváděno jako maximum 0,75 m), neboť účinky rozrušení půdního profilu jsou patrné max. 0,5 m od rýhy.

Kypřiče mohou být používány samostatně, nebo jsou agregovány s jiným nářadím upravujícím povrch zpracovávané půdy. Podobně se mohou lišit i jednotlivé pracovní nástroje kypřičů (slupice). V závislosti na použitém stroji se liší také povrch půdy po provedeném podrývání.

Podstata ověřování ze strany kontrolního orgánu (SZIF)

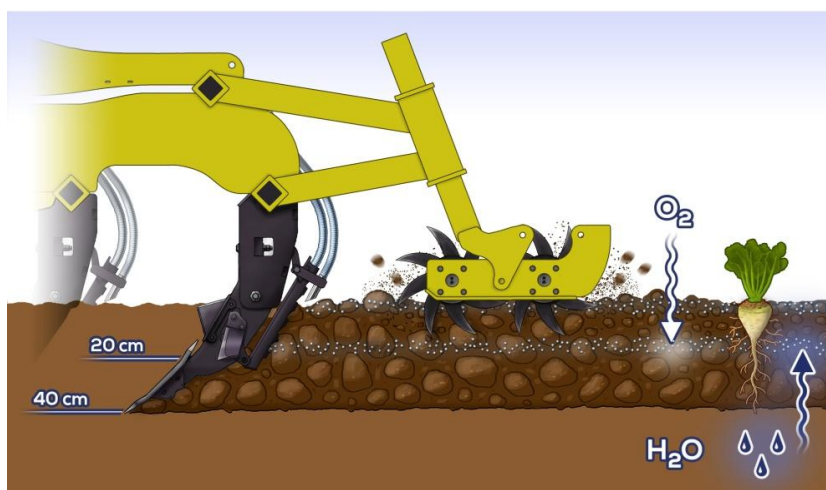
Hloubka podrývání je v terénu ověřována na profilech kopaných polosond, přičemž minimální hloubka podrytí musí být 35 cm. Při kontrole je tolerována negativní odchylka 10 %. Tuto půdoochrannou technologii lze použít na minimální ploše 0,5 ha dílu půdního bloku.

Identifikace podrývání na profilu půdní polosondy

Činností hloubkových kypřičů (podrývačů) je narušen půdní profil v místě rýhy (obr. 8) a v jejím blízkém okolí, což je patrné na profilu půdy vykopaném v místě průchodu pracovního nástroje půdou (rýhy).



Obr. 8:
*Půdní sonda a narušení
profilu půdy v místě rýhy.*



Obr. 9: *Schéma práce
dlátového kypřiče
doplněného o zpracování
povrchové vrstvy půdy.*

3. ZPRACOVÁNÍ PŮDY ZA VEGETACE

3.1. Význam a současný stav zpracování půdy za vegetace

Pro optimální klíčení, vzcházení a počáteční růst cukrové řepy je nutné udržovat půdu v kyprém stavu. 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 s výsevem cukrové řepy na konečnou vzdálenost se provádí kypření většinou jen v meziřádcích. Kypré a vzdušné půdní prostředí je podmínkou pro optimální růst cukrové řepy, tvorbu cukru a vysokou technologickou jakost sklizených bulev.

Pro vysoký výnos 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, jeho obsah silně kolísá. Nejvyšší obsah CO_2 je při zemi a nejnižší v 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 CO_2 , nejvíce v období od června do srpna.

Produkce cukrové řepy je součinitelem integrální pokryvnosti listoví a čistého výkonu asimilace za vegetaci. Je proto nezbytné vytvořit optimální podmínky pro rychlý nárůst listové plochy. Optimální průběh pokryvnosti listoví (LAI) představuje křivka, kdy se po vzejití rostlin a vytvoření 4 - 5 párů listů pokryvnost listoví 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 tisíc rostlin na hektar. Rychlost tvorby a velikost listového aparátu cukrové řepy velmi výrazně ovlivňuje rozsah vodní eroze půdy při silných deštích. Fotosynteticky nejaktivnější listy se formují za podmínek 15,5 - 16 hodinového dne. Prvých 15 - 20 listů se podílí až 2/3 na konečné produkci sušiny.

Pro podporu výměny vzduchu v půdě, růstu listů a celé rostliny se využívá u cukrové řepy kypření půdy (plečkování). 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 musí navazovat na ostatní agrotechnické zásahy. Při ošetřování za vegetace kombinujeme mechanickou kultivaci, chemické ošetření proti plevelům, škůdcům, chorobám, ošetření regulátory růstu a hnojení na list.

V minulosti se plečkovalo opakovaně 2 - 4 krát. Nejprve mělčeji, později, při posledním přiorávání (dlátování) hlouběji s ponecháním širších ochranných pásů kolem rostliny. Hlavním důvodem omezujícím plečkování bylo snížení účinnosti používaných postemergentních herbicidů.

V současné době se plečkování v technologii pěstování cukrové řepy často vynechává, nebo se výrazně omezuje, přístup pěstitelů k němu je velmi individuální. 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.

Většina strukturních půd je na povrchu deštěm téměř vždy silně narušena. 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. 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 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. Na základě výsledků řešení bylo MZe ČR a zemědělským podnikům doporučeno využívat meziřádkového kypření půdy jako součást půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy.

3.2. Vyhodnocení zpracování půdy za vegetace a jeho vliv na produkci bulev a ochranu půdy

Ověření pracovních nástrojů pro meziřádkovou kultivaci cukrové řepy během vegetace a aplikačního zařízení pro přihnojení kapalnými hnojivy bylo realizováno v zemědělské společnosti Agro Chomutice, a.s., okres Jičín. Pokusy a ověřování probíhalo v letech 2012 až 2015. Pokusné parcely pro plečkování byly na pozemku mírně erozně ohroženém (MEO) se sklonem 4 - 5°.

3.2.1. Vyhodnocení vlivu kultivace půdy během vegetace na produkční ukazatele

V rámci projektu byl konstruován a následně testován nový stroj na kypření půdy (plečkování a dlátování) s přihnojením kapalnými hnojivy v meziřádku při pěstování cukrové řepy.

U nových 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). Jednotlivé nástroje byly průběžně upravovány tak, aby po jejich použití co nejvíce vyhovovaly pro zasakování vody k uloženému hnojivu a k omezování smyvu povrchové vrstvy půdy vodní erozí.

K testování byl využíván zkonstruovaný a vyrobený prototyp meziřádkového kypřiče půdy (MEKY). Vlastní ověřování probíhalo průběžně podle vývoje porostu. Pokusy byly založeny ve dvou rozhodujících termínech s jasným cílem. Zaprvé nakypřit půdu, a tím vytvořit větší akumulační prostor pro vodu a pro její zasakování do hlubší vrstvy, a tak snížit dopad vodní eroze půdy. Za druhé kypřením vytvořit optimální podmínky pro růst cukrové řepy, a tak zvýšit výnos bulev a cukru.

Meziřádkové kypření půdy bylo provedeno v době, když cukrová řepa měla 6 - 12 listů, cílem bylo vedle kypření i zapravení hnojiva. Toto zpracování půdy bylo zaměřeno na mělké kypření (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 vybrány dvě alternativy pracovních nástrojů, které dokázaly vhodně půdu kypřit a podříznout plevely (dláto ploché a dláto drážkovací). Jednotlivé pracovní nástroje jsou součástí užitého vzoru a 3 průmyslových vzorů zapsaných Úřadem průmyslového vlastnictví v letech 2014 a 2015 pod čísly 27213 a 36443.

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. V roce 2014 a 2015 byly stejné.

Obr. 10: Plečkování porostu cukrové řepy kypřičem MeKy.



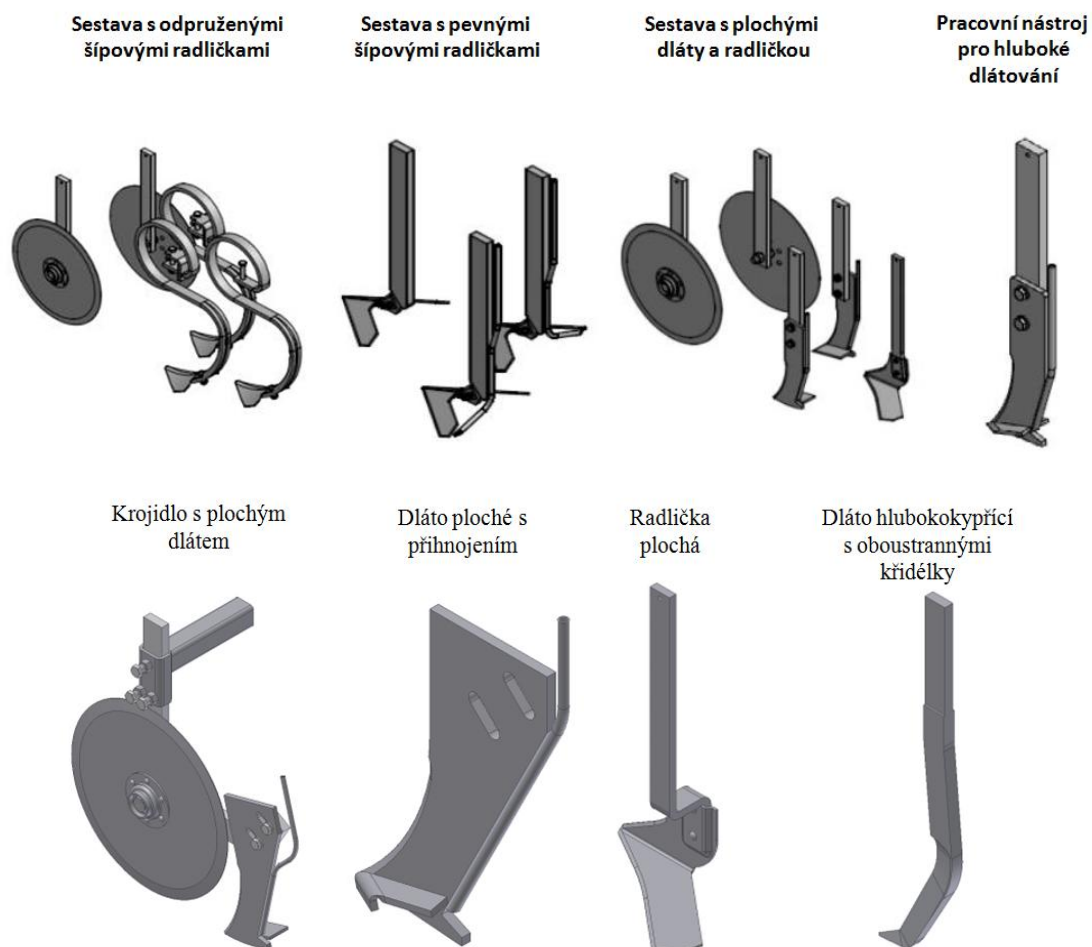
Čtyři až šest dnů po kypření půdy byl porost zadešťován simulátorem deště, byly odebrány vzorky nerozpuštěných látek a na základě laboratorních rozborů vyhodnocen vliv jednotlivých zásahů na ztrátu půdy. Na jaře založený pokus byl v říjnu ručně sklizen, stanoveny počty rostlin, hmotnost bulv a chrástu (sklízňová plocha 10 m², 5 opakování), odebrán vzorek na hodnocení technologické jakosti. Výsledky produkčních a kvalitativních ukazatelů sklizených bulv jsou uvedeny v *tabulce 4 a 5*.

Obr. 11:

Kontrola hloubky zpracování a tvaru vytvořeného akumulčního prostoru při kypření půdy v porostu cukrové řepy.



Obr. 12: *Alternativy sestav pracovních nástrojů pro jednotku meziřádkového kypřiče.*



Tab. 4: Vliv kypření za vegetace (v meziřádku) na produkční ukazatele cukrové řepy

Varianta plečkování	výnos bulev	cukernatost	výnos polar. cukru	výnos bulv přepočítaný na 16% cuk.
	(t.ha ⁻¹)	(%)	(t.ha ⁻¹)	(t.ha ⁻¹)
v roce 2012				
Bez plečkování	95,8	19,73	18,9	123,2
Plečkování, tradiční radlička	99,8	19,80	19,8	129,0
Dlátování	96,0	19,71	18,9	123,4
v roce 2013				
Bez plečkování	91,7	18,31	16,8	97,2
Plečkování, dláto drážkovací	93,1	18,35	17,1	100,9
Plečkování, dláto ploché	95,8	18,52	17,7	108,5
Dlátování	99,5	18,30	18,2	116,5
v roce 2014				
Plečkování, tradiční radlička	99,1	18,35	18,2	116,6
Plečkování, dláto drážkovací	102,5	18,43	18,9	121,3
Plečkování, dláto ploché	100,8	18,34	18,5	118,6
Plečkování, dl. drážkovací a dlátování	103,8	18,35	19,1	122,2
Plečkování, dl. ploché a dlátování	104,5	18,39	19,2	123,4
v roce 2015				
Plečkování, tradiční radlička	101,7	18,9	19,2	124,1
Plečkování, dláto drážkovací	106,1	19,3	20,5	132,6
Plečkování, dláto ploché	103,4	19,2	19,9	128,5
Plečkování, dl. drážkovací a dlátování	107,3	19,2	20,6	132,8
Plečkování, dl. ploché a dlátování	105,1	19,2	20,2	130,7

V rámci každé varianty byla na pěti místech vyrovnaného porostu ručně sklizena plocha 10 m², bulvy očištěny a zváženy. Následně byly odebrány vzorky pro hodnocení jakosti sklizených bulv. Předkládané hodnoty, především produkčních ukazatelů jsou relativně vysoké, je to vlastně biologický výnos.

Plečkované varianty měly zpravidla vyšší výnos bulv i cukru než varianty neplečkované. Přínos plečkování byl vyšší v letech, kdy půda byla více utužená, nebo se vytvořil půdní škraloup. Varianta s dlátováním, u které byla hloubka zpracování půdy kolem 10 cm, měla statisticky neprůkazně nejvyšší výnos bulv. Vyšší produkční ukazatele u kypřených variant, byly zpravidla ve vlhčích letech. V cukernatosti sklizených bulv nebyly zaznamenány významné rozdíly.

Nejvyšší výnos polarizačního cukru byl zjištěn u variant s dlátováním. Teoretická výtěžnost byla také relativně vyrovnaná. V celkovém vyjádření, ve výnosu bílého cukru se jako nejvýnosnější ukázaly varianty s kypřením půdy, ať plečkováním s drážkovacím dlátem či hlubším dlátováním. Výnos bílého cukru byl s testovanými radličkami proti standardním radličkám o 2 - 6 % vyšší. Nově navržené nástroje lépe půdu kypří a vytváří lepší podmínky pro cestu vody ke kořenům při nižších srážkách.

Součástí kypření půdy za vegetace bylo i sledování možnosti současného přihnojení porostu kapalnými hnojivy. Konstruovaný meziřádkový kypřič půdy a vyvíjené radličky

kypřiče byly vybaveny aplikátory kapalných hnojiv. Aplikace DAMu při plečkování byla porovnávána s ledkem amonným s vápencem aplikovaným před plečkováním. Varianta s přihnojením DAMem měla srovnatelný výnos bulev s porostem hnojeným ledkem amonným s vápencem. V cukernatosti sklizených bulev nebyly zaznamenány významné rozdíly. V roce 2012 měly srovnatelný výnos polarizačního cukru varianty hnojené a plečkované.

Nejvyšší výnos polarizačního cukru v roce 2014 byl zjištěn u varianty, na které byl aplikován DAM se Stabilurem. Přípravek Stabiluren obsahuje inhibitor ureázy, který omezuje rozklad močoviny v kapalném hnojivu DAM. Nerozložená močovina se pak po srážkách dobře pohybuje v půdě, dusík není lokalizován v jednom místě a dostává se do širšího prostoru, což je příznivější pro rovnoměrnější růst kořenů a bulev. Stabiluren také významně omezuje tvorbu amoniaku a nitritů v půdě, které mají nepříznivý vliv na růst kořenů rostlin.

V celkovém vyjádření, ve výnosu bílého cukru se jako nejvýnosnější ukázala varianta, na které byl aplikován DAM se Stabilurem. Výnos bílého cukru byl proti kontrole o 3,6 % vyšší. Nově navržené nástroje s aplikací tekutého hnojiva do půdy dodávají hnojivo do zóny, kam kořeny během několika dnů rychle dorůstají, půda je vhodně nakypřena a vytvořená drážka vytváří lepší podmínky pro cestu vody ke kořenům při nižších srážkách.

Obr. 13: *Plečkování porostu cukrové řepy spojené s přihnojením kapalnými hnojivy a jejich zapravením do půdy.*



Tab. 5: Vliv aplikace kapalného hnojiva DAM při kypření půdy v meziřádku na produkční ukazatele cukrové řepy

Varianta	výnos		počet bulev	Cuker- natost	výnos polar. cukru	výnos bulv přepočítaný na 16% cuk.
	bulev	chrástu				
	(t.ha ⁻¹)	(t.ha ⁻¹)	(tis. ks.ha ⁻¹)	(%)	(t.ha ⁻¹)	(t.ha ⁻¹)
	v roce 2012					
LAV 40 kg N, plečkování	99,8	42,1	120,6	19,8	19,8	129,0
LAV 40 kg N, bez plečkování	95,8	41,7	111,9	19,7	18,9	123,2
Nepřihnojeno 0 N, bez plečkování	95,2	42,1	111,9	19,8	18,8	123,0
Nepřihnojeno 0 N, plečkování	95,7	44,3	115,1	19,9	19,0	124,0
DAM 390 40 kg N, plečkování	99,8	48,2	115,9	19,8	19,8	129,1
DAM 390 a Stabiluren, 40 kg N, plečkování	99,2	50,9	119,0	19,7	19,6	127,7
	v roce 2014					
DAM 390 40 kg N, plečkování	96,46	52,11	112,0	18,81	18,15	116,88
DAM 390 a Stabiluren, 40 kg N, plečkování	97,54	52,77	110,3	19,01	18,55	119,64
LAV 40 kg N, plečkování	94,53	51,24	105,7	19,01	17,98	115,96

Tab. 6: Vliv aplikace kapalného hnojiva DAM při kypření půdy v meziřádku na kvalitativní ukazatele cukrové řepy

Varianta	obsah melasotvorných látek			výnos bílého cukru
	draslík	sodík	aminodusík	
	(mmol.100 g ⁻¹)	(mmol.100 g ⁻¹)	(mmol.100 g ⁻¹)	(t.ha ⁻¹)
	v roce 2012			
LAV 40 kg N, plečkování	3,27	0,22	0,72	18,2
LAV 40 kg N, bez plečkování	2,98	0,21	0,76	17,5
Nepřihnojeno 0 N, bez plečkování	3,05	0,21	0,72	17,4
Nepřihnojeno 0 N, plečkování	3,11	0,24	0,84	17,5
DAM 390 40 kg N, plečkování	3,32	0,23	0,85	18,2
DAM 390 a Stabiluren, 40 kg N, plečkování	3,15	0,21	0,78	18,1
	v roce 2014			
DAM 390 40 kg N, plečkování	3,71	0,14	0,67	16,54
DAM 390 a Stabiluren, 40 kg N, plečkování	3,80	0,18	0,76	16,86
LAV 40 kg N, plečkování	3,99	0,17	0,88	16,27

3.2.2. Vyhodnocení vlivu kultivace půdy během vegetace na infiltraci vody do půdy a vodní erozi

Jarní kultivace půdy – do tohoto období se řadí meziřádková kultivace během vegetační doby, která je reprezentována plečkováním a dlátováním (posledním plečkováním před zapojením porostu).

První termín meziřádkového kypření půdy proběhl v období, kdy rostlina cukrové řepy měla 4 - 8 listů. Plečkou byla půda prokypřena pouze mělce do hloubky 4 - 8 cm a tento zásah byl spojen s uložením kapalného hnojiva DAM do půdy vedle vzešlé rostliny (cca 6 - 8 cm). Poslední kultivace byla provedena v době před zapojením rostlin v řádku (hloubka 8 - 14 cm). Hlavním úkolem navrhovaných nástrojů pro toto hlubší kypření – dlátování je půdu nakypřit tak, aby voda při dešti rychle zasakovala do půdy a v co největší míře se omezila vodní eroze na povrchu půdy.

Ochranu půdy před erozí do doby zapojení porostu může částečně zmírnit jarní kultivace půdy, a to především operace dlátování po hlubším plečkování. Toto kypření je velmi účinným prvkem protierozní ochrany při mírnějších (méně vydatných) deštích, hlavně do doby, kdy je cukrová řepa plně zapojena. Půdoochanný efekt se zvýší, pokud je kypření prováděno po vrstevnici.

Z výsledků je patrné, že cukrová řepa je nejohroženější v první růstové fázi, a to hlavně u pěstování bez plečkování. Plečkování, potažmo i dlátování, působí velmi pozitivně na infiltraci vody do půdy, kdy radličky rozruší vytvořenou krustu. Tento efekt je umocněn také druhým vegetačním zásahem – dlátováním, kdy už ani při částečném zapojení nedochází ke smyvu půdy.

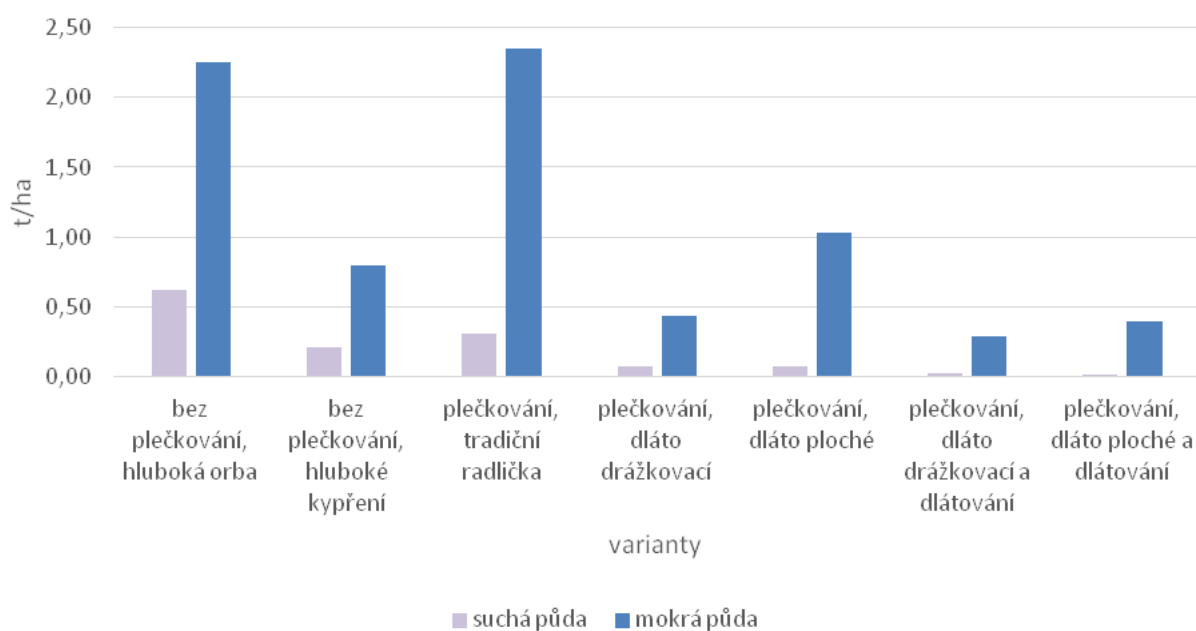
Dlátování po plečkování působí pozitivně nejen na ztrátu půdy, ale i na infiltraci vody do půdy, kdy dláto vytvoří hlubší rýhu, do které voda snadněji vtéká - viz *grafy 3, 4 a obrázek 14*. Účinnost kypření za vegetace je vyšší u půd, kde těmito operacím předchází podzimní hloubkové kypření půdy nebo podrývání.

Obr. 14:

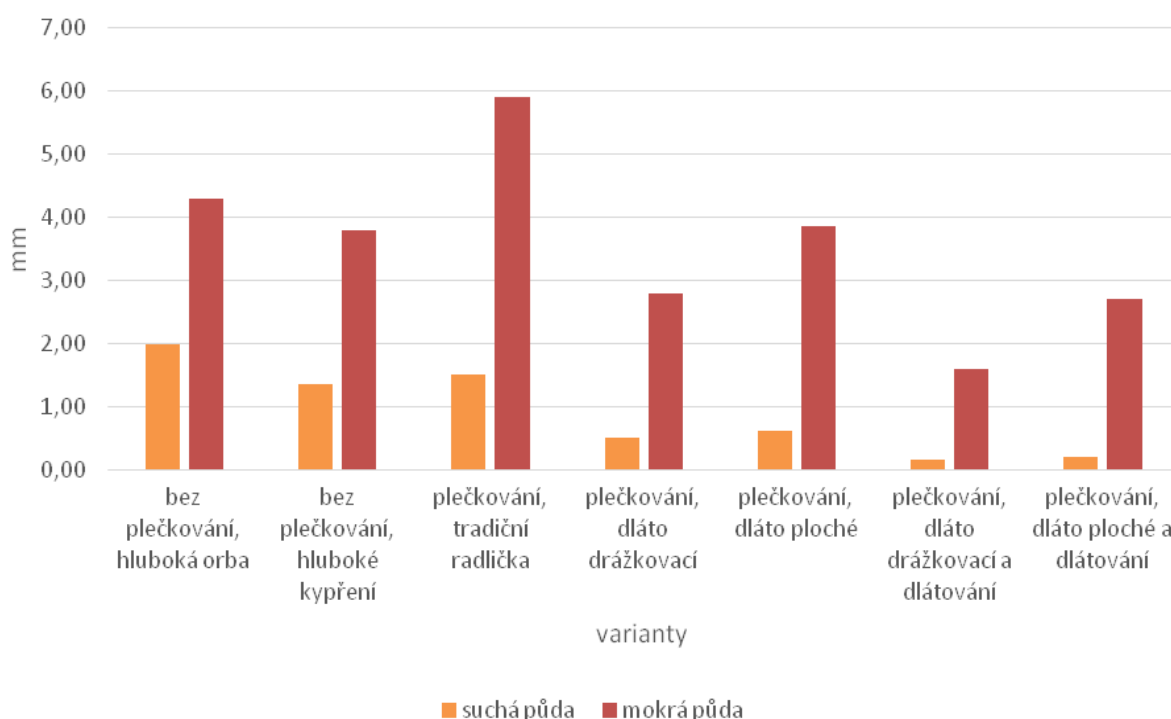
Dlátování působí velmi pozitivně na infiltraci vody do půdy, vytváří hlubší rýhu, do které voda snadněji vtéká a zasakuje se.



Graf 3: Ztráta půdy při ověřování protierozní účinnosti kypření půdy v meziřádku cukrové řepy



Graf 4: Povrchový odtok při ověřování protierozní účinnosti kypření půdy v meziřádku cukrové řepy



3.3. Shrnutí a doporučení kypření půdy za vegetace pro praxi

Kypření půdy v meziřádku - plečkování zpravidla zvyšuje výnos bulev proti neplečkované řepě. Nejprůzlivěji 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 vyšší výnosy sklizených bulev. 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.

Při hodnocení vlivu kypření na vodní erozi půdy se 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 schopna pojmout, záleží na šířce nakypřené půdy a na hloubce nakypřené vsakovací zóny. V případě dlátování na hloubce rýhy rozrušené půdy, která umožňuje rychlejší zasakování vody ke kořenům. Půdoochanný efekt se zvýší, při kypření po vrstevnici.

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. Nové generace pleček pracují při vyšší pojezdové rychlosti ($5 - 8 \text{ km.h}^{-1}$), často jsou vybaveny vpředu vodícími kotouči s automatickým směrovým naváděním, nebo mohou mít i jiné systémy navádění. Podle výrobce a tvaru pracovních radliček mohou mít i vyšší účinnost na podříznutí plevelů. Plečky pro časné plečkování malých rostlin mohou být doplněny ochrannými kotouči.

Plečkování má své opodstatnění při tvorbě výnosu cukrové řepy a zvláště cukernatosti (půdy nesmí trpět hypoxií), proto je třeba je i nadále využívat v technologii pěstování cukrové řepy. Jeho větší uplatnění je především spojeno s moderními kypřiči s naváděním a s možností přihnojení kapalnými 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. Jen ve výjimečných případech to bývá vysévané osivo cukrové řepy.

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.

V našich řepářských oblastech je obvyklé z počátku mělké kypření do hloubky 3 - 5 cm, které se postupně zvyšuje na 8 až 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.

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 (nepoškodit 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 možno kypřit (dlátovat) do hloubky cca 10 - 15 cm.

Obr. 15: *Dlátování, poslední hlubší kypření porostu cukrové řepy před zapojením porostu.*



4. DOPORUČENÍ PRO PĚSTOVÁNÍ CUKROVÉ ŘEPA NA PLOCHÁCH MÍRNĚ EROZNĚ OHROŽENÝCH

Cukrová řepa je poškozována vodní i větrnou erozí na erozně ohrožených plochách zvláště v raném stadiu vývoje, tedy v době vzcházení. Půda je ohrožena až do doby plného zapojení porostu cukrové řepy (přibližně do poloviny června). V červnu již hrozí velká pravděpodobnost výskytu přivalových srážek, které mohou způsobit značné poškození půdy vodní erozí na samotném pozemku, a také na níže ležících pozemcích (škody na majetku, infrastrukturu, zanášení vodních toků a nádrží). Po zapojení porostu cukrové řepy se významně sníží riziko eroze.

Pro ověřování půdoochranných technologií pro cukrovou řepu byly vytipovány a analyzovány vhodné plochy. Pokusy byly prováděny polním simulátorem deště a následně odebrané vzorky půdy a sedimentů byly odevzdány ke zpracování centrální laboratoři VÚMOP, v.v.i. v Praze. Ověřování bylo uskutečněno na pokusných parcelách v roce 2012 až 2015, které měly stejné půdní i sklonitostní poměry. Testování prototypu plečky, jednotlivých pracovních nástrojů a vlastní pokusy, byly zakládány v zemědělské společnosti Agro Chomutice, a.s. v okrese Jičín.

Všechny varianty (pokusné plochy) pro hodnocení vlivu sledovaného opatření na vodní erozi byly připraveny po spádnicí. Plocha zadešťovaných parcel byla 20 m².

Zadešťování probíhalo 2x 20 minut. Na každé variantě proběhly dvě měření, a to na suché půdě (přirozený vlhkostní stav) a následně na půdě vlhké (po prvním zadešťení). Termíny zadešťení byly vybrány podle vzrůstu cukrové řepy a pokryvnosti hlavně v jarním období, kdy je půda s cukrovou řepou nejvíce náchylná na erozi. Na vymezených pokusných plochách byla ověřována účinnost jednotlivých agrotechnických opatření (hluboká orba, hluboké kypření, 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.

- Jako jednoznačně nejlepší varianta se ukazuje kombinace podzimního hlubokého zpracování půdy spojeného s podrýváním, doplněné o plečkování a následné dlátování před zapojením porostu cukrové řepy.
- Na podzim podrývání do hloubky minimálně 35 cm s maximálním rozchodem nástrojů 1 m (již uznané v rámci DZES).
- Na podzim hluboké kypření nebo hluboká orba do hloubky 25 - 30 cm, na jaře předseťová příprava kombinátorem, setí a následné plečkování meziřadí do hloubky 4 - 8 cm a před zapojením porostu dlátování (8 – 14 cm).



Obr. 16: Porost cukrové řepy silně poškozený vodní erozí půdy.



Obr. 17: Hluboké kypření půdy (25 - 35 cm) pro cukrovou řepu po obilnině, menší část strniště zůstává na povrchu půdy a působí jako protierozní ochrana půdy.

5. ZÁVĚR

Motto:

„Cukrová řepa je plodina přátelská k životnímu prostředí a je vhodná pro trvale udržitelný systém rostlinné produkce“.

68. kongres I.I.R.B.

Cukrová řepa byla v našem zemědělství velmi významnou plodinou. Výrazná redukce produkce cukru v EU silně přispěla k poklesu rozsahu jejího pěstování i v ČR. Omezení jejího pěstování silně ovlivnilo strukturu rostlinné výroby v řepářských oblastech. Lze předpokládat, že produkce cukrové řepy na výrobu cukru zůstane v ČR, co do rozsahu pěstování, nejvýznamnějším jejím užitím. Doufejme, že se podaří prosadit (ale i udržet!) produkci cukru minimálně na úrovni tuzemské spotřeby, což představuje plochu kolem 40 tis. ha orné půdy.

Využití energie ze zemědělských plodin poskytuje nové možnosti i cukrové řepě. Podle úrovně výnosů lze například z jednoho hektaru cukrové řepy získat 6 - 7 tun bioetanolu. Výroba a užití etanolu představuje významnou možnost stabilizace tuzemského pěstování cukrové řepy. V říjnu 2006 byl otevřen v návaznosti na cukrovar v Dobrovici lihovar. Společnost Tereos TTD a.s. zde produkuje 850 tis. až 1 milion hl surového lihu, což je základní surovina k výrobě bezvodého lihu, který slouží k výrobě paliva E85 či k přimíchávání do automobilových benzinů.

Rámcově se kalkuluje, podle cenového vývoje palivového lihu, že by mohlo být perspektivně pro produkci bioetanolu v ČR využito i více produkčních ploch cukrové řepy, což se projeví jako příznivý aspekt v optimalizaci struktury plodin, kde jmenovitě cukrová řepa působí příznivě na výnosy obilnin, využití živin a omezení plevelů.

Podmínkou dalšího rozvoje odvětví „cukrová řepa - cukr“ jsou příznivé náklady na základní surovinu. Jednou z cest, jak snížit náklady na produkci cukru, může být i uplatnění nových odrůd (např. ALS, geneticky modifikovaných odrůd) s vyšší přidanou hodnotou. Další možností rozvoje odvětví je i ekologická produkce cukru. Od roku 2003 se pořádají v Německu kampaně za produkci biocukrovky a biocukru.

Po zrušení kvót v rámci cukerního pořádku v EU poklesnou ceny cukru a podmínky pro uplatňování cukrové řepy budou těžší, ale věřme, že zájem o tuto plodinu bude trvat. Nermalou nadějí dáváme i dalším možnostem využití cukrové řepy v malotonažní chemii. Její nepotravinářské užití je na vzestupu. Dá se předpokládat, že např. širší uplatnění budou mít biodegradabilní plasty, vlákninové přídavky do potravin snižující tvorbu cholesterolu, řepný tuk v kosmetice atd.

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 cukrové řepy 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 hlavní kořen a bulva se 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 podryvání splňuje požadavky půdoochranné technologie z hlediska omezení vodní eroze. Pro využití těchto technologií je nezbytné prokypření/podrytí půdního profilu do hloubky minimálně 35 cm.

Předkládané výsledky ukazují na význam podzimního zpracování půdy a jarní kultivace na snížení rizika odnosu půdy způsobené vodní erozí včetně vlivu na lepší produkci a výnos bulev.

Obr. 18: *Jedním z cílů předkládané metodiky je umožnit pěstování cukrové řepy i na půdách mírně erozně ohrožených.*



III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Metodika předkládá nové poznatky získané při řešení projektu Technologické agentury ČR (TA02021392) „Nové postupy v pěstebních technologiích okopanin šetrné k životnímu prostředí“. Některé další vhodné poznatky byly převzaty i z dřívější odborné literatury z ČR i zahraničí.

Certifikovaná metodika „Začlenění podzimního hlubokého kypření půdy a kypření za vegetace do půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy“ vychází z již známých agrotechnických vstupů podložených řadou let experimentálních pokusů a jejich využíváním v zemědělské prvovýrobě. Předkládá nové poznatky a argumenty využitelné v moderních technologiích pěstování cukrové řepy na půdách mírně erozně ohrožených. Uvádí nové poznatky o vlivu sledovaných agrotechnických opatření na snížení vodní eroze půdy způsobované při pěstování cukrové řepy na mírně svažitéch půdních blocích. Dokládá, že vhodným zpracováním půdy při pěstování lze v některých pěstitelských obdobích snížit erozní rizika při pěstování cukrové řepy. Dále dokládá, za jakých podmínek plní sledovaná opatření půdoochrannou funkci. Například zdůrazňuje hloubku kypření půdy ve vztahu k jednotlivým růstovým fázím rostliny a porostu, nezbytnost vhodného tvaru prostoru vytvořeného pracovním nástrojem či uspořádání půdních agregátů pro zasakování vody do půdy. Metodika zahrnuje nové originální nástroje pro plečkování cukrové řepy, které zlepšují ochranu půdy proti vodní erozi a umožňují aplikaci hnojiv do kořenové zóny rostlin v průběhu vegetace.

Doporučení v ní uváděná jsou ale plně využitelná nejen při pěstování na erozně ohrožených půdních blocích, ale i u ostatních pěstitelů, protože navrhovaná opatření mají příznivý vliv nejen na sledovaný odnos půdy vodní erozí, ale i na dosahované produkční a ekonomické ukazatele pěstované cukrové řepy. Je však třeba zdůraznit, že každý vegetační rok je z pohledu povětrnostních podmínek odlišný, proto ani nelze k pěstitelské technologii přistupovat jednotně, ale je nutné ji přizpůsobit aktuálnímu roku.

Obr. 19:

Sledování a hodnocení zasakování vody do půdy při simulaci deště.



Obr. 20:

Jedna z hodnocených typů radliček (dláto drážkovací) pro kypření půdy za vegetace.



IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Předložená metodika má sloužit jako zdroj nových informací a návod při pěstování cukrové řepy pro sledovaná dílčí opatření. Metodika poskytuje nové poznatky o vlivu kypření půdy na podzim a za vegetace na snížení vodní eroze půdy, ke které často dochází při pěstování cukrové řepy na mírně erozně ohrožených půdních blocích. Dokládá, že vhodným zpracováním půdy při pěstování cukrové řepy lze v některých pěstitelských obdobích snížit erozní rizika této, pro naše podmínky velmi významné plodiny. Tato metodika zohledňuje provedená opatření a optimalizuje jednotlivé vstupy s cílem dosažení co největšího produkčního efektu.

Při zpracování metodiky bylo využito nových poznatků získaných při řešení projektu a byly převzaty vhodné údaje i z dřívější odborné literatury zpracované ŘI v Semčicích, VÚMOP v.v.i. a dalšími odborníky z ČR i zahraničí. Doporučení v ní uváděná jsou ale plně využitelná nejen při pěstování na mírně erozně ohrožených půdních blocích, ale i u ostatních pěstitelů, protože navrhovaná opatření mají příznivý vliv nejen na sledovaný odnos půdy vodní erozí, ale i na dosahované produkční a ekonomické ukazatele pěstované cukrové řepy. V metodice uvedené výsledky jsou podloženy a prověřeny několikaletými poloprovozními sledováními a pokusy.

Předkládaná metodika je primárně určena zemědělské prvovýrobě, především pěstitelům cukrové řepy, agronomům cukrovarů a pracovníkům ve službách využívaných při jejím pěstování. Může být vhodnou pomůckou jak pro menší pěstitele, tak pro agronomy větších podniků, zemědělské poradce atd. Své uplatnění najde i při odborné přípravě budoucích zemědělských odborníků na pěstování rostlin. Metodika je využitelná i jako podpůrný zdroj informací pro dozorové orgány a dále jako studijní materiál pro všechny zájemce z řad odborné veřejnosti.

Smluvním uživatelem certifikované metodiky „Začlenění podzimního hlubokého kypření půdy a kypření za vegetace do půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy“ je Svaz pěstitelů cukrové řepy Čech. Věříme, že zpracovaná certifikovaná metodika umožňuje vhodně aplikovat nové poznatky z řešeného projektu TAČR do zemědělské praxe. Certifikovaná metodika bude distribuována prioritně mezi pěstitele a odběratele cukrové řepy, dále pak i mezi další zájemce z řad odborné veřejnosti.

Kolektiv autorů přeje všem uživatelům této publikace mnoho úspěchů při pěstování cukrové řepy, minimum přivalových dešťů, které mohou významně poškodit porosty a odnést cennou vrstvu půdy a dosažení vysoké produkce nejen u cukrové řepy, ale i u dalších plodin, pro které byly vytvořeny v rámci osevního sledu touto předplodinou příznivé půdní podmínky.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Principy trvalé udržitelnosti produkce stále více pronikají do technologií pěstování jednotlivých polních plodin. Postupně se stávají základem zodpovědného přístupu k hospodaření na půdě, zajištění ekologicky únosné a ekonomicky konkurenceschopné produkce. Jednoznačně to platí i pro pěstování cukrové řepy. Snahou je docílit zisk při zodpovědném využívání přírodních zdrojů a dostupných agroenvironmentálních opatření. Důležitým ekonomickým ukazatelem efektivnosti produkce je rentabilita (výnosnost). Návrhy jednotlivých agrotechnických opatření jsou v předkládané metodice vybírány tak, aby dopady do nákladů byly relativně srovnatelné s tradičními opatřeními a přitom nedocházelo k poklesu produkce a kvality sklizených bulev cukrové řepy. Zvýšené náklady například na hlubší zpracování půdy by měly být kompenzovány vyšší přidanou hodnotou produkce.

Hluboké kypření příznivě přispívá ke zvýšení produkce ve vazbě na ročník a půdní podmínky (2 - 10 %). Zvýšené náklady na hlubší kypření představují vklad 500 – 1 500 Kč na ha podle hloubky zpracování a druhu půdy. Vyčíslit agroenvironmentální přínos je ale obtížné.

Při využití plečkování můžeme dosáhnout výnosového navýšení 2 - 6 % ve vazbě na ročník a půdní podmínky. Zvýšené náklady představují vklad 500 - 800 Kč na ha podle hloubky zpracování, druhu půdy a použitého stroje.

Přesné, obecně platné celkové ekonomické vyhodnocení přínosů metodiky nelze věrohodně doložit. Podzimní hluboké kypření půdy a kypření za vegetace mají významný environmentální efekt na ztrátu půdy z hlediska lepší infiltrace vody do půdy, zvýšení retenční a pufrční schopnosti půdy a lepšího využití a transportu živin. Rovněž se očekává pozitivní vliv na strukturu půdy a zvýšení půdní kvality. Předkládané technologie přispějí k trvale udržitelnému hospodaření na půdě. Půda bude lépe odolávat extrémním výkyvům počasí, jako jsou dlouhé epizody sucha střídané silnými přivalovými srážkami.

Obr. 21: Porost cukrové řepy v období rychlého růstu listů, porost v řádku je plně zapojený.



VI. SEZNAM POUŽITÉ A SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- ARTYSZAK, A. - GOZDOWSKI, D. - KUCIŃSKA, K. The yield and technological quality of sugar beet roots cultivated in mulches. *Plant Soil Environ.* 60, 2014 (10): 464 – 469.
- BADALÍKOVÁ, B. - ČERVINKA, J. Různé technologie zpracování půdy k cukrovce a jejich vliv na obsah půdního humusu a výnosy plodin. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 124, 2008 (11): 306 - 310.
- BADALÍKOVÁ, B. - POKORNÝ, E. - ČERVINKA, J. Změny půdního prostředí při různých technologiích zpracování půdy k cukrovce. *Listy cukrovarnické řepařské*, 125, 2009 (11): 308 - 311.
- BITTNER, V. a kol. Nové přístupy v pěstování cukrovky. Danisco, 2005, 54 s.
- ČSN EN ISO 10930 Kvalita půdy – měření stability půdních agregátů vystavených působení vody. Evropský výbor pro normalizaci, 2013, Brusel.
- GÖTZE, P. - RÜCKNAGEL, J. - JACOBS, A. - CHRISTEN, O. Bodenschadverdichtungsrisiko in Energiefruchtfolgen mit und ohne Zuckerrüben. 74th IIRB - Kongress, 1-3/7/2014, Kurzfassung der Beiträge, s. 136.
- HŮLA, J. - KOVAŘÍČEK, P. - KROULÍK, M. Vsakování vody do půdy a povrchový odtok vody u širokořádkových plodin. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 126, 2010 (1): 22 - 26.
- HŮLA, J. - PROCHÁZKOVÁ, B. a kol. Minimalizace zpracování půdy. Profi Press, 2008, 248 s.
- CHOCHOLA, J. Cukrovka. Průvodce pěstováním. Řl v Semčicích, 2004, 70 s.
- JANEČEK, M. a kol. Novelizovaná metodika „Ochrana zemědělské půdy před erozí“. ČZU Praha, 2012, ISBN 978-80-87415-42-9.
- KREJČÍ, V. et al. Zhutnělé půdy a jejich zúrodnování. Knižní publikace MZVŽ ČSR Praha, 1984.
- 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 (1): 36 - 42.
- LHOTSKÝ, J. – VÁCHAL, J. – EHRLICH, P. Soustava opatření k zúrodnování zhutnělých půd. Metodická příručka ÚVTIZ č.14/1984, Praha.
- MORGAN, R. P. C. Soil Erosion and Conservation, 3rd edition. Blackwell Science Ltd, Oxford, 2005, ISBN 978-1-4051-1781-4.
- NOVÁK, P. – KOVAŘÍČEK, P. – HŮLA, J. – VLÁŠKOVÁ, M. Zpracování půdy z hlediska povrchového odtoku vody. *Komunální technika*, 6, 2012 (5): 337 - 340.
- PAČUTA, V. – KARABÍNOVÁ, M. – ČERNÝ, I. Kvantita a kvalita úrody cukrové repy vo vztahu k vybraným pestovatelským faktorom. *Rostlinná výroba*, 45, 1999 (2): 61 – 67.
- PULKRÁBEK, J. - ŠROLLER, J. Základy pěstování cukrovky. Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR v Praze, 1993.
- RYBÁČEK, V. a kolektiv Cukrovka. SZN Praha, 1985, 99 s.
- SCHÖNBERGER, H. - PARZEFALL, J. Leitlinien für hohe Zuckererträge. *Zuckerrübe*, 63, 2014 (2): 8 – 11.
- STEHLÍK, V. Biologie druhů, variet a forem řep rodu Beta L. Academia Praha, 1982, 448 s.
- ŠAŘEC, O. – HUDÍK, J. - PROŠEK V. Vliv mechanizace na zhutňování půd a měření zhutnění půdy. Sborník z konference Řepařství 1998, ČZU Praha, 1998, 157 - 162.
- VOPRAVIL, J., KHEL, T., VRABCOVÁ, T., NOVÁK, P., NOVOTNÝ, I., HLADÍK, J., VAŠKŮ, Z., JACKO, K., ROŽNOVSKÝ, J., PÍRKOVÁ, HAVELKOVÁ, L., STŘEDA, T., VOLTR, V. Půda a její hodnocení v ČR díl II. 1. vyd. Praha: VÚMOP, 2011. 150 s. ISBN 978-80-87361-08-5.
- ZAHRADNÍČEK, J. - BERAN, P. - PULKRÁBEK, J. et al. The Effect of Physical soil properties on Metabolism and Technological Quality of Sugar Beet. *Rostlinná výroba (Plant Production)*, 47, 2001 (1), 23 - 27.

VII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- HEROUT, M. – PULKRÁBEK, J. – TOMÁŠEK, J. – URBAN, J. – KADLEC, V. – SRBEK, J. Pěstování kukuřice seté na pozemcích s mírně erozně ohroženou půdou. *Agromanuál*, 2014, roč. 9, č. 5, s. 112 - 115. ISSN: 1801-7673.
- CHALOUPSKÝ, R. – URBAN, J. – KVÍZ, Z. – KŘOVÁČEK, J. – JURSIK, M. – HONSOVÁ, H. – KAZDA, J. – BEČKOVÁ, L. – PULKRÁBEK, J. Learning pěstování a sklizně řepy cukrové T-3, ČZU v Praze, 2014, DVD.
- PULKRÁBEK, J. – KAVKA, M. – RATAJ, V. – HUMPÁL, J. – NOZDROVICKÝ, L. – TRÁVNÍČEK, Z. – PAČUTA, V. The assessment of the economic risks level of sugar beet growing for the farm economy. *Agricultural Economics (Zemědělská ekonomika)*, 2012, roč. 58, č. 1, s. 41 - 48. ISSN: 0139-570X.
- PULKRÁBEK, J. – ŠVACHULA, V. – URBAN, J. – PAČUTA, V. Cíle šlechtění cukrové řepy jako ozimé plodiny. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 2014, roč. 130, č. 9/10, s. 298 - 301. ISSN: 1210-3306.
- PULKRÁBEK, J. – URBAN, J. – JEDLIČKOVÁ, M. Vliv podzimního zpracování půdy na zhutnění půdy v počátcích vegetace cukrové řepy. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 2015, roč. 131, č. 9/10, s. 272 - 278. ISSN: 1210-3306.
- PULKRÁBEK, J. – URBAN, J. – KŘOVÁČEK, J. Odrůdy, osivo a produkční potenciál cukrové řepy. In *Osivo a sadba (Seed and Seedlings) XI. odborný a vědecký seminář 07. 02. 2013, Praha*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2013. s. 223 - 229.
- PULKRÁBEK, J. – URBAN, J. – KŘOVÁČEK, J. Pěstované odrůdy, osivo a produkční potenciál cukrové řepy v ČR. In *Osivo a sadba (Seed and Seedlings) XII. odborný a vědecký seminář 05. 02. 2015, Praha*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2015. s. 94 - 99.
- PULKRÁBEK, J. – URBAN, J. – PACEK, L. – TLUSTOŠ, P. Cukrová řepa v interaktivní mapě obnovitelných zdrojů energie. *Úroda*, 2014, roč. 62, č. 12, s. 50 - 53. ISSN: 0139-6013.
- PULKRÁBEK, J. – URBAN, J. – PAZDERŮ, K. – ŠVACHULA, V. – ČERNÝ, I. – CANDRÁKOVÁ, E. Pěstování cukrové řepy a její vliv na životní prostředí. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 2011, roč. 127, č. 2, s. 57 - 62. ISSN: 1210-3306.
- PULKRÁBEK, J. – URBAN, J. – RŮŽEK, P. – KADLEC, V. – ŠEDEK, A. Meziřádkový kypřič s aplikací hnojiv MEKY 6, 2014, GB - Zemědělské stroje a stavby, B - Funkční vzorek, MEKY 6, P&L spol. s r.o. Biskupce.
- PULKRÁBEK, J. – URBAN, J. – RŮŽEK, P. – KADLEC, V. – ŠEDEK, A. Meziřádkový kypřič s aplikací hnojiv MEKY 12, 2014, GB - Zemědělské stroje a stavby, A - Prototyp, MEKY 12, P&L spol. s r.o. Biskupce.
- RŮŽEK, P., ŠEDEK, A. Pracovní jednotka meziřádkového kypřiče. Užitený vzor číslo 27213. Úřad průmyslového vlastnictví 21. 7. 2014.
- RŮŽEK, P., ŠEDEK, A. Nástroje pro úpravu půdy. Průmyslový vzor číslo 36443 (obsahuje 3 průmyslové vzory). Úřad průmyslového vlastnictví 26. 6. 2015.
- ŘEZBOVÁ, H. – SMUTKA, L. – PULKRÁBEK, J. – BENEŠOVÁ, I. Evropské cukrovary, cukrovarnické společnosti a jejich aliance: kdo kontroluje evropskou produkci cukru?. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 2014, roč. 130, č. 11, s. 365 - 369. ISSN: 1210-3306.
- SMUTKA, L. – PULKRÁBEK, J. – BENEŠOVÁ, I. Současný stav trhu s cukrem ve světě. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 2014, roč. 130, č. 2, s. 70 - 77. ISSN: 1210-3306.
- URBAN, J. – PULKRÁBEK, J. – HODOVAL, J. – BEČKOVÁ, L. Využití cukrové řepy k energetickým účelům. *Úroda*, 2012, roč. 60, č. 10, s. 45 - 49. ISSN: 0139-6013.

Začlenění podzimního hlubokého kypření půdy a kypření za vegetace do půdoochranné technologie pěstování cukrové řepy

Vydáno jako výstup pro praxi.

Podpora: Publikace je vydána s finanční podporou TA ČR a je dílčím výstupem projektu Technologické agentury ČR (TA02021392) „Nové postupy v pěstebních technologiích okopanin šetrné k životnímu prostředí“.

Druh publikace: Certifikovaná metodika

Autoři: **Prof. Ing. Josef Pulkrábek, CSc., (30 %), pulkrabek@af.czu.cz**
Ing. Jaroslav Urban, Ph.D., (20 %), urbanj@af.czu.cz
Ing. Václav Kadlec, Ph.D., (10 %), vaclav.kadlec@mze.cz
Ing. Pavel Růžek, CSc., (10 %), ruzek@vurv.cz
Ing. Antonín Šedek, (10 %), asedek@pal.cz
Ing. Dominika Kobzová, (5 %), kobzova.dominika@vumop.cz
Ing. Jan Srbek, (5 %), srbek.jan@vumop.cz
Ing. Lucie Bečková, Ph.D., (5 %), beckova@af.czu.cz
Ing. Petr Dvořák, Ph.D., (3 %), dvorakp@af.czu.cz
Ing. David Kincl, (2 %), kincl.david@vumop.cz

Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze
Kamýcká 129
165 21 Praha 6 – Suchdol

Tisk: Reprografické studio PEF ČZU v Praze

Grafická úprava: Ing. Lucie Bečková, Ph.D.

Vydání: první

Náklad: 100 ks

Počet stran: 42

Tato publikace neprošla jazykovou úpravou.

© ČZU v Praze, Katedra rostlinné výroby FAPPZ
165 21 Praha 6 - Suchdol
tel.: 224 382 535, fax: 224 382 535
<http://www.af.czu.cz>

ISBN 978-80-213-2614-9