

Změny půdního prostředí při různých technologiích zpracování půdy k cukrovce

THE CHANGES OF SOIL CONDITION BY DIFFERENT TECHNOLOGIES OF SOIL TILLAGE TO SUGAR BEET

Barbora Badalíková – Výzkumný ústav pícninářský, s. r. o., Troubsko
Eduard Pokorný, Jan Červinka – Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

Existují různé názory na vhodnost a potřebu agrotechnických zásahů při pěstování cukrovky pro dosažení uspokojivých výnosů. Největší názorová rozdílnost je v pojetí nároků cukrovky na fyzikální vlastnosti půdy, zvláště na ulehlost či kyprost, které podmiňují biologické a chemické děje v půdě. Klasickým základním zpracováním půdy na podzim pro cukrovku je orba a na jaře předseťová příprava, redukované zpracování půdy a setí se provádí hlavně z hlediska ekonomického i časového. Někteří autoři konstatují, že klasické zpracování půdy k cukrovce s orbou ne vždy přináší nejvyšší výnosy cukrovky (1). Také AWAD ET AL. (2) zjistili, že lepších výnosů cukrovky a zachování půdní vláhy bylo dosaženo při kypření půdy namísto orby. Redukované zpracování půdy lze využít formou bezorebného zpracování půdy, mělkého zpracování půdy nebo setí do vymrzajících meziplodin jako ochrana proti větrné i vodní erozi (3–8).

Dobré výsledky byly zjištěny s mělkým zpracováním půdy do hloubky 0,18 m s využitím víceradličkového kypřiče na podzim a na jaře pak příprava kompaktozemem a setí.

Materiál a metody

Cílem řešení bylo získání poznatků o vzájemných vztazích různého zpracování půdy k cukrovce a jeho vlivu na výnos a pohyb humusu v půdě. V polních provozních podmínkách byly v letech 2005–2008 prováděny agrotechnické pokusy s cukrovkou. K tomu účelu byly odebrány půdní vzorky z ornice (0–0,30 m) a podorničí (0,30–0,60 m) pro stanovení vybraných půdních vlastností: obsah humusu (resp. oxidometrické stanovení půdní organické hmoty) metodou WALKLEY-BLACK (9) a daným koeficientem byl přepočten Cox na humus, kvalitativní složky humusu upravenou metodou dle KONOVÉ A BELČIKOVÉ (10), výměnná půdní reakce z výluhu KCl, objemová hmotnost a minimální vzdušnost (pomocí Kopeckého válečku), penetrometrický odpor (ručním registračním penetrem, u výsledků byla provedena korekce na vlhkost). Půdní vzorky byly odebrány ze čtyř hloubek: 0–0,10 m; 0,10–0,20 m; 0,20–0,30 m; 0,30–0,40 m.

Na všech lokalitách byla zařazena jednotná odrůda cukrovky Polaris. Předplodinou byl vždy ječmen jarní. Založeny byly tři různé varianty zpracování půdy k cukrovce:

- varianta 1 – hloubkové kypření do 0,35 m,
- varianta 2 – mělké kypření do 0,18 m,
- varianta 3 – orba do 0,25 m.

Tab. I. Výsledky půdních analýz v ornici (obě lokality, 2005–2008)

Vlastnost	Varianta		
	hluboké kypření	mělké kypření	orba
Obsah humusu (%)	3,10	3,06	2,80
Kvalita humusu (HK/FK)	0,63	0,65	0,66
Výměnná reakce (pH _{KCl})	6,75	6,89	6,97
Objemová hmotnost (g.cm ⁻³)	1,49	1,51	1,50
Minimální vzdušnost (%)	5,30	4,79	5,08
Penetrační odpor (MPa)	1,55	1,76	1,39

Základní půdní a klimatické podmínky lokalit

Pokus probíhal na dvou lokalitách v řepářské výrobní oblasti s odlišnými půdními i klimatickými charakteristikami.

Zemědělský podnik Rakovec-Velešovice, a. s.

Půda na této lokalitě je charakterizována jako černozem modální na spraši, varieta karbonátová, zrnité struktury, hlinité, hloubka ornice do 30 cm. Půdní reakce je zde charakterizována jako neutrální až alkalická, obsah přístupného P střední, K vysoký, Mg vysoký a celkového dusíku střední. Dlouhodobý roční průměr srážek 490 mm, dlouhodobá průměrná roční teplota je 8,7 °C.

Agrodružstvo Morkovice, a. s.

Na této lokalitě je půda charakterizována jako černozem modální na spraši, hlinité, zrnité struktury, bez skeletu, hloubka ornice do 28 cm. Půdní reakce byla zjištěna neutrální, obsah přístupného P střední, K dobrý, Mg vysoký a celkového dusíku střední. Dlouhodobý roční průměr srážek 615 mm, dlouhodobá průměrná roční teplota je 8,5 °C.

Tab. II. Výsledky analýz v podorničí (obě lokality, 2005–2008)

Vlastnost	Varianta		
	hluboké kypření	mělké kypření	orba
Obsah humusu (%)	2,54	2,51	2,56
Kvalita humusu (HK/FK)	0,62	0,70	0,70
Výměnná reakce (pH _{KCl})	6,88	7,03	6,98
Objemová hmotnost (g.cm ⁻³)	1,53	1,54	1,51
Minimální vzdušnost (%)	5,00	4,69	5,00
Penetrační odpor (MPa)	3,78	3,96	3,52

Výsledky byly vyhodnoceny analýzou variance (rozdíly mezi variantami), korelační a regresní analýzou (k posouzení vzájemných vztahů mezi sledovanými veličinami).

Výsledky a diskuze

Důležitost obsahu humusu v půdě byla prokázána v řadě pokusů. Bylo zjištěno, že při vyšším množství organické hmoty v půdě dochází k vyšší akumulaci cukru v bulvě cukrovky a ke zvýšené aktivitě specifických syntéz (11). V tab. I. a II. jsou uvedeny průměrné výsledky sledovaných vlastností, zvláště pro ornici a podorničí. Námi zjištěné výsledky se u jednotlivých variant liší (obsah humusu v ornici na variantě 1 (hloubkové kypření) je 3,1 % a na variantě Orba 2,8 %, objemová hmotnost na variantě 1 je 1488 kg.m⁻³ a variantě 2 (mělké kypření) 1515 kg.m⁻³. Rozdílnost výsledků mezi variantami pokusu, hodnocená analýzou variance, je vzhledem ke značné variabilitě výsledků měření neprůkazná u všech vlastností. Je možno konstatovat, že varianty hloubkové kypření, mělké kypření a orba při pěstování cukrovky nezpůsobují v ornici ani podorničí diferenciaci půdního prostředí. Tento poznatek nelze brát na lehkou váhu, protože publikované výsledky velmi často uvádí významné změny, zejména v obsahu humusu a objemové hmotnosti. Např. HORÁČEK ET AL. (12) zjistil, že při orbě jsou posklizňové zbytky zapravovány hlouběji, což zrychluje rozklad organické hmoty (mineralizaci) a snižuje zhutnění půdy. Ve většině prací autoři uvádějí, že vyšší obsah organického uhlíku při bezorebném zpracování půdy se nachází do hloubky 0,1 m (13, 14). SLEPETIENE, SLEPETYS (15) zdůrazňují, že minimální a mělké zpracování půdy v profilu půdy 0–0,20 m přispívá k významnému zvýšení obsahu humusu a jeho lepší kvalitě.

Tab. III. Korelační analýza výsledků analýz ornice všech variant z lokalit Velešovice a Morkovice za jarní a podzimní období (2005–2008, n=32)

	Humus	Kvalita	pH	O. hm.	M. vzd.	Penetr.
Obsah humusu	1,00					
Kvalita humusu	0,11	1,00				
Výměnná reakce	0,03	-0,04	1,00			
Objemová hmotnost	-0,56	-0,25	0,00	1,00		
Minimální vzdušnost	0,37	0,03	-0,06	-0,61	1,00	
Penetrační odpor	-0,24	-0,21	0,05	0,40	0,15	1,00

Tab. IV. Korelační analýza výsledků analýz podorničí všech variant z lokalit Velešovice a Morkovice za jarní a podzimní období (2005–2008, n=32)

	Humus	Kvalita	pH	O. hm.	M. vzd.	Penetr.
Obsah humusu	1,00					
Kvalita humusu	0,03	1,00				
Výměnná reakce	0,09	-0,11	1,00			
Objemová hmotnost	-0,55	-0,03	-0,26	1,00		
Minimální vzdušnost	0,25	-0,20	0,34	-0,61	1,00	
Penetrační odpor	-0,40	-0,18	0,05	0,27	-0,10	1,00

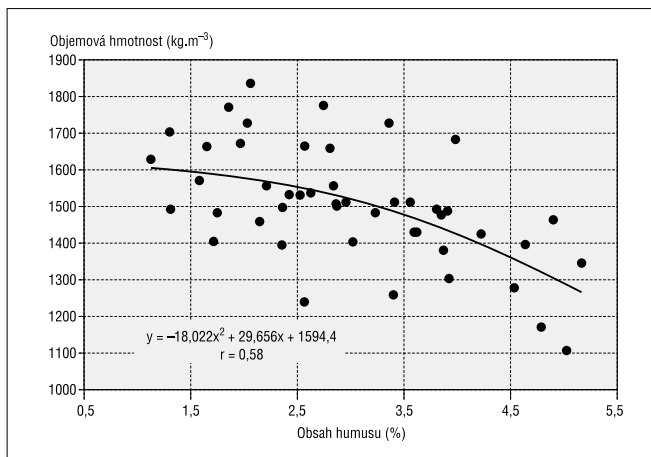
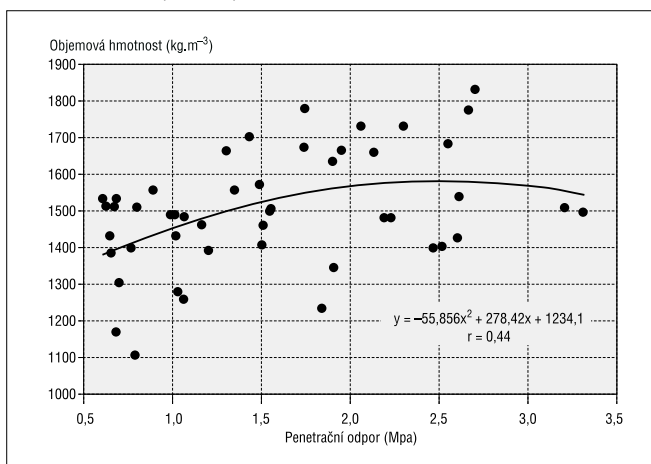
Obr. 1. Měření penetrometrického odporu půdy v cukrovce



Obr. 2. Půdní sonda – Morkovice



V tab. III. a IV. jsou uvedeny korelační koeficienty nultého řádu, tučně vtištěné jsou statisticky průkazné (statistická průkaznost je při n = 32 -0,35). Při hodnocení byly vypočítány korelační vztahy pro jarní období, podzimní období, ornici a podorničí pro všechny pokusné varianty zvláště a pro všechny varianty dohromady. Z dalšího hodnocení byly vyloučeny logické vztahy (např. vztah mezi objemovou hmotností a minimální vzdušností) a byly vybrány vztahy průkazné pro všechna měření dohromady.

Obr. 3. Vztah mezi obsahem humusu a objemovou hmotností ornice ($n = 34$)Obr. 4. Vztah mezi penetračním odporem a objemovou hmotností ornice ($n = 34$)

Regresní analýza prokázala významné a prakticky použitelné závislosti mezi obsahem humusu a objemovou hmotností a penetračním odporem a objemovou hmotností (obr. 3.–5.). V ornici byla prokázána závislost (obr. 3.) mezi obsahem humusu a objemovou hmotností (korelační koeficient $r = -0,56$ a korelační index pro nelineární regresi $R = -0,58$). Z regresní rovnice lze vypočítat, že limitní hodnoty objemové hmotnosti pro hlinité ornice ($1\ 450\ \text{kg.m}^{-3}$) je dosaženo při obsahu humusu 3,75 %. Takový obsah humusu je v ornících našich zemědělských půd ojedinělý. Pokud z dané rovnice vypočítáme jaké objemové hmotnosti je dosaženo při obvyklém obsahu humusu (2,5 %) dostáváme hodnotu objemové hmotnosti $1\ 556\ \text{kg.m}^{-3}$, což není hodnota pro naše ornice neobvyklá. Současný stav humusu lze na základě uvedených měření hodnotit jako nedostatečný. Nízký obsah vede, mimo jiné, ke zhoršení fyzikálních vlastností a pro pěstované plodiny nejsou vytvořené příznivé půdní podmínky.

Další prokázaná závislost (obr. 4.) je mezi penetračním odporem a objemovou hmotností (korelační koeficient $r = -0,40$ a korelační index pro nelineární regresi $R = -0,44$). Literatura uvádí jako kritickou hodnotu penetračního odporu 3,5 MPa. Z rovnice nelineární regrese bylo odvozeno, že při tomto penetračním odporu je dosahováno objemové hmotnosti $1\ 524\ \text{kg.m}^{-3}$, pro dosažení požadovaného limitu ($1\ 450\ \text{kg.m}^{-3}$) by

penetrační odpor neměl překročit hodnotu 0,96 MPa. Je zde nutno upozornit na značnou závislost výsledků penetrometrického měření na vlhkosti a nutnost korekce naměřených výsledků (16).

Podobně jako v ornici byla nalezena závislost (obr. 5.) mezi obsahem humusu a objemovou hmotností v podorniči (korelační koeficient $r = -0,55$ a korelační index pro nelineární regresi $R = -0,55$). Limitní hodnota objemové hmotnosti podorniči je $1\ 500\ \text{kg.m}^{-3}$, ta by nebyla překročena, pokud by obsah humusu dosahoval 3,15 %, při reálném obsahu 1,5 % humusu je vypočítaná objemová hmotnost $1\ 587\ \text{kg.m}^{-3}$.

Závěr

V letech 2005–2008 byly v jarních a podzimních obdobích odebírány vzorky na černozemních hlinitých půdách při agrotechnických pokusech s cukrovkou na dvou odlišných lokalitách. Byly stanoveny základní fyzikální a chemické vlastnosti.

Rozdíl výsledků sledování půdního prostředí mezi variantami hluboké kypření, mělké kypření a orba, hodnocený analýzou variance, byl neprůkazný. Po čtyřech letech sledování lze konstatovat, že hodnocené agrotechnické varianty nemají zásadní vliv na změnu půdního prostředí jak v ornici, tak v podorniči. Korelační a regresní analýza prokázala, že existují průkazné závislosti v ornici i podorniči:

1. V ornici byla prokázána závislost mezi obsahem humusu a objemovou hmotností. Limitní hodnoty objemové hmotnosti pro hlinité ornice bylo dosaženo při obsahu humusu 3,75 %. Současný stav humusu lze na základě uvedených měření hodnotit jako nedostatečný.
2. Byla prokázána závislost mezi penetračním odporem a objemovou hmotností, pro dosažení požadovaného limitu objemové hmotnosti by penetrační odpor neměl překročit hodnotu 0,96 MPa.
3. V podorniči byla nalezena závislost mezi obsahem humusu a objemovou hmotností. Limitní hodnota objemové hmotnosti podorniči by nebyla překročena, pokud by obsah humusu dosahoval 3,15

Poděkování: Výsledky tohoto příspěvku jsou součástí projektu NAZV MZe ČR pod číslem 1G46038.

Souhrn

V letech 2005–2008 v polních provozních podmínkách na černozemních půdách v řepařské výrobní oblasti byly prováděny agrotechnické pokusy s cukrovkou. K tomu účelu byly odebírány půdní vzorky z ornice (0–0,30 m) a podorniči (0,30–0,60 m) pro stanovení vybraných půdních vlastností: obsah humusu, kvalitativní složky humusu, výměnná půdní reakce, objemová hmotnost, minimální vzdušnost a penetrační odpor. Na dvou sledovaných lokalitách byly založeny tři různé varianty zpracování půdy k cukrovce: var. 1 – hluboké kypření do 0,35 m, var. 2 – mělké kypření do 0,18 m, var. 3 – orba do 0,25 m. Bylo zjištěno, že rozdíl výsledků sledování základních půdních vlastností mezi jednotlivými variantami hodnocený analýzou variance, byl neprůkazný. Po čtyřech letech sledování lze konstatovat, že hodnocené agrotechnické varianty nemají zásadní vliv na změnu půdního prostředí jak v ornici, tak v podorniči. Korelační a regresní analýza prokázala, že existují průkazné závislosti v ornici i podorniči.

Klíčová slova: zpracování půdy, humus, objemová hmotnost redukovaná, penetrační odpor půdy, cukrovka.

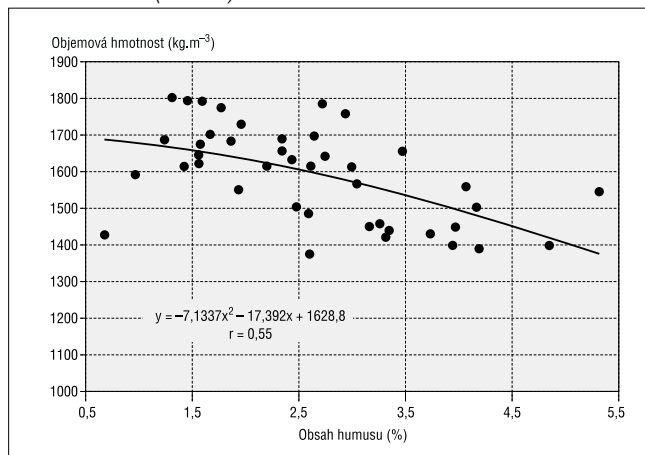
Literatura

1. PILBROW J., LAINSBURY M., ECCLESTONE P.: Minimum tillage establishment of sugar beet. *Brit. Sugar Beet Rev.*, 74, 2006 (2), s. 34, 36–38.
2. AWAD N. M., ET AL.: Comparative study for the effect of different tillage systems on water consumption and sugar beet yield. *Egyptian J. Agricult. Res.*, 84, 2006 (1), s. 129–146.
3. SKALICKÝ V.: K problematice setí cukrovky. *Listy cukrov. řepař.*, 111, 1996 (3), s. 68–74.
4. HŮLA J.: Podzimní zpracování půdy pro cukrovku. *Listy cukrov. řepař.*, 111, 1995 (7/8), s. 199–201.
5. BADALÍKOVÁ B., ČERVINKA J., UHLÍŘ V.: Vztah mezi půdní reakcí a kvalitou humusu a vliv na výnos cukrovky při půzném zpracování půdy. *Listy cukrov. řepař.*, 123, 2007 (2), s. 39–42.
6. BADALÍKOVÁ B., ČERVINKA J.: Různé technologie zpracování půdy k cukrovce a jejich vliv na obsah půdního humusu a výnos plodiny. *Listy cukrov. řepař.*, 124, 2008 (11), s. 306–310.
7. ONDRIŠÍK P. ET AL.: Dynamika anorganického dusíka v půdě pod repu cukrovou v závislosti od přípravy půdy. *Listy cukrov. řepař.*, 124, 2008 (5/6), s. 156–160.
8. MOYER J. R. ET AL.: Effect of tillage system and crop sequence on irrigated sugarbeet production. *Canadian J. Plant Sci.*, 84, 2004 (3), s. 739–747.
9. WALKEY A., BLACK T. A.: An examination of Degtjarev method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.*, 37, 1934, s. 29–38.
10. KONOVA M. M., BELČIKOVA N. P.: Uskorenyje metody opredelenija sostava gumusa mineralnych počv. In *Organičeskoje veščeno počvy*. Moskva, 1963, s. 228–234.
11. MÁČK G., HOFFMANN CH. M.: Organ-specific adaptation to low precipitation in solute concentration of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *European J. Agronomy*, 25, 2006 (3), s. 270–279.
12. HORÁČEK J. ET AL.: Ovlivnění transformace půdní organické hmoty. In *Collection of Scientific Papers, Faculty of Agriculture in České Budějovice, Series for Crop Science*, 21., 2004 (2), s. 55–60.
13. TEBRUGGE F., DURING R. A.: Reducing tillage intensity – a review of results from a long-term study in Germany. *Soil & Tillage Res.*, 53, 1999, s. 15–28.
14. YANG X. M., KAY B. D.: Rotation and tillage effects on soil organic carbon sequestration in typic Hapludalf in Southern Ontario. *Soil & Tillage Res.*, 59, 2001, s. 107–114.
15. SLEPETIENE A., SLEPETYS J.: Status of humus in soil under various long-term tillage systems. *Geoderma*, 127, 2005 (3/4), s. 207–215.
16. LHOTSKÝ J. ET AL.: *Kultivace a rekultivace půd*. VÚMOP Praha, 1994, 198 s.

Badalíková B., Pokorný E., Červinka J.: The changes of soil condition by different technologies of soil tillage to sugar beet

In the years 2005–2008 under field operating conditions on chernozem soils in a sugar beet growing region agronomic trials with

Obr. 5. Vztah mezi obsahem humusu a objemovou hmotností podorničí (n = 34)



sugar beet were carried out. For this purpose soil samples were taken from topsoil (0–0.30 m) and subsoil (0.30–0.60 m) to determine some soil properties: humus content, humus components, exchange reaction, bulk density and minimum air filled porosity and penetration resistance. In two localities three different soil tillage practices for sugar beet were applied: treatment 1 – deep loosening to a depth of 0.35 m, treatment 2 – shallow loosening to a depth of 0.18 m, treatment 3 – ploughing to a depth of 0.25 m. It was found that the difference in results from studies of basic soil properties between treatments evaluated by analysis of variance was insignificant. After four years of studies it can be concluded that the agronomic treatments under study did not have any significant effect on changes in the soil environment both in topsoil and in subsoil. Correlation and regression analyses proved significant dependences in topsoil and subsoil.

Key words: soil tillage, humus, reduced bulk density, soil penetration resistance, sugar beet.

Kontaktní adresa – Contact address:

Ing. Barbora Badalíková, Výzkumný ústav pícninářský, spol. s r. o., Zahradní 1, 664 41 Troubsko, Česká republika, e-mail: badalikova@vupt.cz