

*Realizační výstup výzkumného projektu MZe ČR QH72039
„Stanovení stupně degradačních změn v půdě vlivem antropogenní činnosti
v souvislosti s pěstováním plodin“ financovaného
Národní agenturou pro zemědělský výzkum – řešitelské organizace:*

Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko,
Mendelova univerzita v Brně, Univerzita Palackého v Olomouci

Uplatněná certifikovaná metodika

Metodika 19/12

VHODNÉ ZPRACOVÁNÍ PŮDY
PRO MINIMALIZACI DEGRADAČNÍCH
ZMĚN V PŮDĚ

Autorský kolektiv:

Ing. Barbora Badalíková, doc. Ing. Eduard Pokorný, Ph.D.,
prof. Dr. Ing. Bořivoj Šarapatka, CSc., Ing. Jaroslava Bartlová,
Ing. Ladislav Čáp, doc. Ing. Jan Červinka, CSc.,
Dr. Ing. Vítězslav Hybler, Ing. CSc. Jiří Jandák,
doc. RNDr. Lubica Pospíšilová, CSc.

Metodika byla schválena MZe ČR, osvědčení č. 194-8/KÚ/ÚKZÚZ/2012

© Barbora Badalíková, Eduard Pokorný, Bořivoj Šarapatka a kolektiv, 2012
© Zemědělský výzkum, spol. s r. o., 2012
© Mendelova univerzita v Brně, 2012
© Univerzita Palackého v Olomouci, 2012

1. vydání

Obsah	
Úvod	4
I. Cíl metodiky	5
II. Vlastní popis metodiky	5
2.1 Charakteristika vybraných stanovišť	5
2.2 Metodika pokusu	7
2.3 Výsledky	9
2.3.1 Fyzikální vlastnosti půdy	9
2.3.2 Chemické vlastnosti půdy	18
2.3.3 Biologické vlastnosti půdy	21
2.3.4 Výnosy plodin	22
2.3.5 Závěr	24
III. Srovnání novosti postupů	24
IV. Popis uplatnění certifikované metodiky	24
V. Ekonomické vyhodnocení	24
VI. Seznam použité související literatury	25
VII. Seznam publikací předcházejících metodice	26
VIII. Dedikace, jména oponentů	29

Úvod

Mechanismy degradace půd jsou v podstatě dvojí: přirozené, související s půdotvornými procesy a s vlivem nejrůznějších faktorů prostředí na půdy a jejich vývoj; (např. pozvolné změny půdní textury i struktury, vymývání látek a přesuny koloidů v půdním profilu, změny v množství půdních organismů a struktuře jejich společenstev) a mechanismy spjaté s činností člověka. Zatímco přirozené mechanismy degradace půd může člověk většinou ovlivnit jen málo nebo vůbec, člověkem vyvolané mechanismy degradace půd jsou (alespoň teoreticky) v rukou člověka – může je potlačit nebo naopak zesílit, zcela odstranit atd.

Degradace půdy je významovým opakem atributu „kvalita půdy“ nebo „zdraví půdy“ v tom smyslu, že půda degradovaná nemůže být kvalitní či zdravá, a tím nemůže zabezpečovat všechny požadované funkce. S definicí degradace půdy jsou však stejné problémy jako s definicí atributů, jichž je degradace půdy opakem. Tak jako půdy nejsou jen kvalitní nebo nekvalitní (tj. nejedná se o dva různé stavy, ale o kontinuum, na jehož jednom pólu je půdotvorný substrát či naprosto zničená půda, a na druhém pólu půda v nejvyšší možné kvalitě), také degradace půdy nabývá různého stupně. Zjednodušeně však lze říci, že vše, co snižuje kvalitu půdy, je degradací půdy. Z definice kvality půdy (např. Doran a Safley, 1997) vyplývá, že aby půda mohla být označena za „kvalitní“, musí plnit své přirozené funkce.

Mezi nejčastější typy degradace patří porušení fyzikálních vlastností půdy. K nim patří porušení půdní struktury, jako nejvýznamnější fyzikální charakteristiky. Podobně jako textura (zrnitost), podmiňuje struktura půdy velikostní zastoupení půdních pórů (makropórů a mikropórů) a tím významně ovlivňuje vodní a vzdušné poměry v půdě, má vliv na záhřevnost půdy, vymezuje a určuje prostor pro chemické i biologické procesy v půdě. Vlivem nesprávného zpracování půdy (např. při vysoké vlhkosti) dochází ke snížení její pórovitosti a k utužení, čímž je narušena řada funkcí včetně zhoršených podmínek pro růst rostlin. S utužováním půdy je spojen i proces okyselování (acidifikace) půd. Jedná se o velmi pomalý degradační proces, kdy jsou přírodní procesy (a často neúmyslně) zvyšovány lidskou činností. Příčiny vzniku má zejména v nadměrném přídávku dusíku do půd v kyselých srážkách, v omezení pěstování leguminóz, omezení aplikace vápenatých hnojiv apod. Vlivem změny pH vzniká toxický hliník, který působí negativně jak na rostliny, tak na mikroorganismy v půdách, dochází k aktivizaci patogenních aj. hub s následným rozvojem chorob rostlin; ke snížení nitrifikační schopnosti půd a snížení počtu a aktivity hlízkových bakterií. Mikrobiální aktivita pak ovlivňuje koloběh půdního dusíku a tím i kvalitu organického materiálu a odolnost půdy vůči její degradaci.

I. Cíl metodiky

Cílem metodiky je popsat zásady dodržování vhodných způsobů zpracování půdy v různých výrobních oblastech, aby nedocházelo k poškozování půdního prostředí. Přínosem metodiky je uvedení do souladu hospodaření na půdě se zásadami ochrany půdy a systém informací umožňující bilanční a ekologické závěry a jejich extrapolaci na různé výrobní oblasti z hlediska zamezení degradačních procesů v půdě. Na základě zjištění vlivu fyzikálních vlastností měnicích se různým hospodařením na půdě na změny půdních režimů je navržen vhodný způsob hospodaření ve sledovaných oblastech. Tyto změněné fyzikální vlastnosti půdy se projevují i na biologických a biochemických procesech v půdě, které se zpřístupňováním živin souvisejí (např. aktivita enzymů, množství a kvalita humusových látek v půdě).

II. Vlastní popis metodiky

2.1 Charakteristika vybraných stanovišť

Studium vlivu zpracování půdy na půdní prostředí bylo prováděno v letech 2008 – 2011 na třech vybraných lokalitách v různých výrobních oblastech s odlišnými půdními a klimatickými podmínkami, a to v Hrušovanech nad Jevišovkou – kukuřičná výrobní oblast, Unčovicích - řepařská výrobní oblast a Lesonicích – bramborářská výrobní oblast.

Půdní a klimatické podmínky

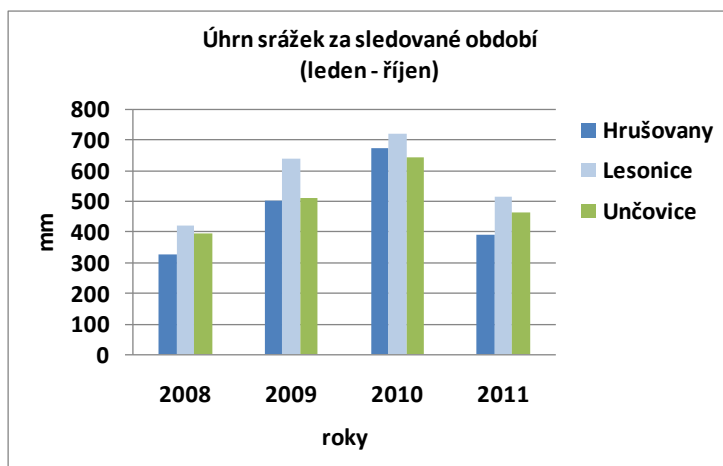
Hrušovany nad Jevišovkou – výrobní oblast kukuřičná, 210 m n. m., průměrný úhrn srážek za rok je 461 mm, oblast teplá, suchá, černozem modální. Dle TKSP ČR prachovitá hlína v ornici a podorničí, půdotvorný substrát je tvořen prachovitým jílem. Půdní druh podle Nováka v ornici a podorničí je jílovito-hlinitý a půdotvorný substrát je hodnocen jako jílovitý. Půda je zrnitostně středně těžká až těžká.

Unčovice – výrobní oblast řepařská, 227 m n. m., průměrné roční srážky 536 mm, oblast teplá, mírně vlhká, černozemi luvická. Prachovitá hlína v ornici, v podorničí a půdotvorném substrátu prachovitá, dle Nováka se jedná v celém profilu o půdní druh hlinitý. Půdu zde hodnotíme jako středně těžkou.

Lesonice – výrobní oblast bramborářská, 510 m n. m., průměrný úhrn srážek za rok je 567 mm, oblast mírně teplá, mírně vlhká, hnědozem oglejená. Hlína v ornici, prachovitá hlína v podorničí a jílovitá hlína v půdotvorném substrátu. Ornice: půdní druh hlinitý (Novák),

podorníci a půdotvorný substrát: jílovito-hlinitý. Půda se zde klasifikuje jako středně těžká až těžká.

Úhrn srážek za celé sledované období na všech lokalitách je vyjádřen v následujícím grafu.



Na začátku a na konci řešení projektu byly vykopány půdní sondy a popsány podle pedologických metod. Konečné výsledky jsou zahrnuty v tabulce 1.

Tab. 1: Výsledky vizuálního posouzení vlastností orníc na jednotlivých lokalitách a variantách

Lokalita	Varianta	Textura	Struktura	Vlhkost	Prokořenění	Chody žížal
Unčovice	orba	hlinitá	drobtová	vlhká	střední	mnoho
	podrývání	hlinitá	zrnitá	vlhká	střední/slabé	mnoho
	minimalizace	hlinitá	hrudovitá/polyedrická	vlhká	slabé	středně
Hrušovany n.J.	orba	jílovitohlinitá	drobtová	vlhká	nerovnoměrné	málo
	podrývání	jílovitohlinitá	drobtová	vlhká	slabé	málo
	minimalizace	jílovitohlinitá	hrudovitá	vlhká	slabé	málo
Lesonice	orba	jílovitohlinitá	drobtová	vlhká	slabé	málo
	podrývání	hlinitá	drobtová	vlhká	slabé	málo
	minimalizace	hlinitá	drobně polyedrická	vlhká	slabé	málo/středně

Výsledky vizuálního posouzení rozdílů mezi pokusnými variantami na jednotlivých lokalitách (tab.1) nejsou jednoznačné. Je sice patrné, že zejména varianta „minimalizace“ přinesla změny ve struktuře, ale nelze jednoznačně rozhodnout, zda se jedná o změny kladné či záporné. Podobně je tomu u biologického oživení, či četnosti výskytu kořenů. Byla zjištěna výrazná heterogenita půdního prostředí a určit zda zjištěné rozdíly jsou způsobeny agrotechnikou nebo heterogenitou prostředí není možné. Na obrázku 1 – 3 jsou zobrazeny půdní sondy ze sledovaných lokalit na začátku řešení.



Obr. 1: Půdní sonda – Unčovice



Obr. 2: Půdní sonda – Hrušovany n. J.



Obr. 3: Půdní sonda – Lesonice

2.2 Metodika pokusu

Studium vlivu různého zpracování půdy na tvorbu výnosů plodin bylo hodnoceno v rámci daného osevního postupu shodného na všech lokalitách.

Osevní sled rostlin: 2008 - pšenice ozimá, 2009 - kukuřice na siláž (Lesonice, Unčovice), kukuřice na zrno (Hrušovany n.Jev.), 2010 - pšenice ozimá (Lesonice, Unčovice) pšenice jarní (Hrušovany n.Jev.), 2011 – ječmen jarní. Předplodinou v roce 2007 byla řepka ozimá.

Na všech lokalitách byly sledovány tři varianty různého zpracování půdy:

Varianta 1 - klasické zpracování půdy s orbou do 0,22 m

Varianta 2 - hloubkové podrývání do 0,35-0,40 m

Varianta 3 - mělké kypření do 0,15 m (minimalizace)

Metody hodnocení

Fyzikální stav půdy byl sledován pomocí válečků podle Kopeckého a zahrnuje tato stanovení: objemovou hmotnost redukovanou, celkovou pórovitost, momentální obsah vody a vzduchu, maximální kapilární vodní kapacitu a minimální vzdušnou kapacitu. Měrná hmotnost byla stanovena pyknometrickou metodou. Půdní vzorky na stanovení fyzikálních vlastností půdy byly odebírány na začátku vegetačního a na konci vegetačního období, vždy ze třech hloubek 0-0,10, 0,10-0,20 a 0,20-0,30 m. Vzorky půdy pro stanovení vodostálosti půdních agregátů

byly odebírány každý rok vždy na jaře na začátku vegetačního období a na podzim na konci vegetačního období. Odběr byl proveden vždy ze dvou hloubek 0-0,3 m (ornice) a 0,3-0,6 m (podorničí). Vodostálost půdních agregátů byla zjišťována metodou mokrého prosévání (Kandeler, 1996). Byl stanoven procentický podíl nerozplavených agregátů z celkové navážky vzorku podle daného vzorce. Obsah vody v %hmot. v půdě byl zjišťován gravimetrickou metodou z hloubek 0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 a 0,20-0,30 m. Penetrometrický odpor půdy byl měřen penetremetrem PM-10 (odpor vniknutí kužele do půdy) pro hloubky 40 – 500 mm v intervalu po 40 mm. Naměřené hodnoty byly korigovány na základě zjištěné vlhkosti půdy podle Lhotského (1989). Měření se provádělo na každé variantě v jarním a podzimním období v pěti opakováních. Půdní vzorky pro laboratorní stanovení mikroagregátové struktury byly hodnoceny pipetovací metodou (Hraško a kol., 1962) v jarním a podzimním období. Půdní vzorky na chemické analýzy pro zjištění základního obsahu živin v půdě byly odebírány ze dvou hloubek: 0-0,15 a 0,15-0,30 m. Vzorky byly odebírány současně se vzorky pro stanovení obsahu humusu. Výměnná půdní reakce pH byla stanovena z výluhu KCl potenciometricky, obsah přístupného fosforu, draslíku a hořčíku byl stanoven na spektrofotometru metodou podle Melicha III (vyjádřeno v mg na 1 kg půdy) a obsah celkového dusíku mineralizací, destilační metodou podle Kjehdahla (vyjádřen v %). Kationová výměnná kapacita byla zjištěna podle Kappena. Celkový obsah uhlíku (C_{org}) byl stanoven oxidimetrickou titrací podle Nelson a Sommers (1982), humusové látky (HL) byly extrahovány směsí 0,1M pyrofosforečnanu sodného a 0,1M NaOH (Kononová a Bělčíková, 1963), kvalita humusových látek byla posuzována podle poměru HK/FK a podle absorbance v UV-VIS oblasti spektra. Barevné indexy ($Q_{4/6}$) a stupeň humifikace (Sh) byly vypočítány podle Orlova (1985). Množství aktivního (labilního) uhlíku (Chw) byl stanoven extrakcí vodou za varu pod zpětným chladičem a množství organického uhlíku vyluhovaného v horké vodě byl stanoven titračně podle Körschens, Schulz (1999). Množství bakteriální biomasy (Cmic) bylo stanoveno fumigačně extrakční metodou podle Vance et al. (1987).

Biologické vlastnosti byly zjišťovány formou mikrobiální aktivity vybraných půdních charakteristických rysů. U jednotlivých variant v rámci osevního postupu byly zkoumány aktivity vybraných půdních enzymů (dehydrogenáza, fosfatázy, ureáza, proteáza, nitrátoreduktáza, celulóza), charakteristiky z koloběhu dusíku (amonizace, nitrifikace) a půdní respirace.

Aktivita fosfatáz je stanovena pomocí upravené metodiky podle Tabatabaie a Bremnera (1969) s využitím p-nitrofenylfosfátu jako substrátu. Aktivita dehydrogenázy je sledována pomocí metodiky podle Rosse (1970) s využitím trifenylnitrotetrazolium chloridu jako

substrátu. Pro stanovení aktivity proteázy je použita metodika podle Ladda a Butlera (1972), v níž se využívá jako substrát kasein. Podle metodiky dle Tabatabaie a Bremnera (1972) je analyzována aktivita ureázy, kdy půdní vzorky jsou inkubovány s roztokem močoviny. Při určování aktivity nitrát reduktázy jsou půdní vzorky inkubovány podle metodiky dle Abdelmagida a Tabatabaie (1987) s využitím KNO_3 jako substrátu. Pro stanovení aktivity celulózy je používána metodika podle Schinera a von Mersiho (1990) s využitím CM-celulózy. Stanovení amonizace je prováděno podle metodiky Pokorná, Novák (1981). Stanovení nitrifikace je prováděno rovněž podle metodiky Pokorná, Novák (1981), kdy oxidovatelnost dusíkatých látek je stanovena nitrifikačním testem uspořádaným ve třech paralelních stanoveních v jednom vzorku. Jedná se o aktuální obsah N.NO_3 (mg/kg) v čerstvém vzorku (varianta: A_n), obsah N.NO_3 (mg/kg) po 7denní inkubaci při 28°C s přídavkem H_2O (varianta K_n) a obsah N.NO_3 (mg/kg) po 7 denní inkubaci při 28°C s přídavkem amonného dusíku formou síranu amonného $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (varianta: R_N).

Kvalitativní biologické parametry (dle Černoškové) vycházely z měření respirační aktivity při sledování množství vydýchaného $\text{CO}_2 - \text{C}$ (nejčastěji v g) za určitý časový úsek vztaženého na jeden gram suché půdy. Půdní mikrobiální respirace byla sledována v průběhu 7-30 denní aerobní inkubace. Výsledky měření mikrobiální respirační aktivity byly vyjádřeny jako kumulativní obsah $\text{CO}_2 - \text{C}$ uvolněného za jednotku času nebo jako průměrná denní produkce $\text{CO}_2 - \text{C}$, vyjádřeného v $\text{mg CO}_2\text{-C}$ na $\text{kg}_{\text{suš.}}$.

Současně byly hodnoceny výsledky výnosů plodin během let 2008 – 2011 na všech sledovaných lokalitách. Výnosy plodin byly získány ruční sklizní odběrem 4 čtvrtmetrovek z každé varianty (u obilnin), odběrem 15 rostlin (včetně palic) z každé varianty (u kukuřice na siláž) a ze dvou 10 m řádků z každé varianty (u kukuřice na zrno), a to vždy ve čtyřech opakováních. Výsledné hodnoty byly přepočteny na $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ a standardní vlhkost 14 %. Současně byla zjišťována HTS u každé plodiny.

2.3 Výsledky

2.3.1 Fyzikální vlastnosti půdy

Při hodnocení fyzikálních vlastností pomocí Kopeckého válečků (obr. 4) byla hodnocena hlavně objemová hmotnost redukovaná (OHr) jako hlavní charakteristika těchto vlastností a obsah půdní vody (tab.2). Ostatní charakteristiky jsou v přímé nebo nepřímé korelaci s těmito vlastnostmi. Významné rozdíly mezi variantami zpracování půdy byly nalezeny v hloubce 0,10-0,20 m na všech lokalitách. Co se týče kritických hodnot přesahujících $1,45 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ u

hlinitých půd tak byla překročena nejvíce na lokalitě Lesonice. U hodnocení obsahu vody (MOV) byly nalezeny statisticky významné rozdíly v hloubce 0,20-0,30m u hlinitých půd v Lesonicích (tab.3). V průměru byly zjištěny vyšší hodnoty MOV v sušším období u varianty 3 a v období vyšších srážek u varianty 1 a 2. Co se týče půdního profilu byla v celkovém hodnocení nejsušší vrchní vrstva půdy u varianty 1, u varianty 2 se střídala nejsušší vrchní vrstva se střední vrstvou půdy a u varianty 3 nebyly patrné rozdíly mezi vrstvami půdy. Varianta 3 (minimalizace) měla drobtovitou strukturu a byla rovnoměrně provlhčená i v podorničí (obr. 5).



Obr. 4: Odběr půdních vzorků pomocí Kopeckého válečků



Obr. 5: Půdní profil podorničí u minimalizace

Tab. 2: Objemová hmotnost red. (g.cm⁻³) při různém zpracování půdy

Varianty	hloubka (m)	Hrušovany				Unčovice				Lesonice			
		2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
orba	0 - 0.1	1,57	1,35	1,38	1,52	1,37	1,33	1,34	1,34	1,44	1,30	1,31	1,42
	0.1 - 0.2	1,56	1,50	1,49	1,50	1,32	1,40	1,40	1,33	1,60	1,54	1,40	1,41
	0.2 - 0.3	1,67	1,55	1,49	1,44	1,50	1,50	1,46	1,31	1,74	1,61	1,49	1,52
	průměr	1,60	1,47	1,45	1,48	1,40	1,41	1,40	1,45	1,59	1,48	1,40	1,45
hloubkové podrývání	0 - 0.1	1,45	1,23	1,37	1,15	1,40	1,28	1,39	1,22	1,62	1,35	1,23	1,28
	0.1 - 0.2	1,58	1,50	1,53	1,51	1,56	1,49	1,45	1,36	1,66	1,52	1,59	1,57
	0.2 - 0.3	1,63	1,52	1,52	1,49	1,63	1,52	1,55	1,49	1,66	1,59	1,49	1,58
	průměr	1,56	1,42	1,47	1,39	1,53	1,43	1,46	1,48	1,65	1,48	1,44	1,48
mělké kypření	0 - 0.1	1,54	1,16	1,32	1,27	1,45	1,28	1,26	1,31	1,60	1,34	1,29	1,24
	0.1 - 0.2	1,53	1,49	1,56	1,38	1,45	1,34	1,61	1,44	1,70	1,60	1,53	1,61
	0.2 - 0.3	1,57	1,52	1,46	1,49	1,48	1,40	1,57	1,43	1,72	1,67	1,51	1,68
	průměr	1,55	1,39	1,45	1,38	1,46	1,34	1,48	1,39	1,67	1,54	1,44	1,51

Tab. 3: Momentální obsah vody (%obj.) při různém zpracování půdy

Varianty	hloubka (m)	Hrušovany				Unčovice				Lesonice			
		2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011	2008	2009	2010	2011
orba	0 - 0.1	21,24	26,01	29,18	28,23	22,86	24,14	24,92	26,62	21,59	17,01	22,26	24,24
	0.1 - 0.2	14,98	28,01	32,16	29,65	18,63	24,00	26,40	28,88	20,58	22,45	26,42	25,24
	0.2 - 0.3	13,80	27,58	30,54	29,25	17,86	21,49	28,04	26,76	19,06	22,25	28,92	26,84
	průměr	16,67	27,20	30,63	29,04	19,78	23,21	26,45	27,42	20,41	20,57	25,87	25,44
hloubkové podrývání	0 - 0.1	22,88	21,97	29,85	22,89	24,96	23,58	25,07	31,15	26,11	23,87	25,51	24,10
	0.1 - 0.2	17,91	27,60	30,10	29,65	26,20	24,26	24,63	29,27	20,74	23,53	30,45	29,88
	0.2 - 0.3	16,65	25,59	29,44	28,48	23,04	20,49	26,88	30,60	20,85	23,94	27,69	27,26
	průměr	19,15	25,05	29,80	27,01	24,73	22,78	25,53	30,34	22,57	23,78	27,88	27,08
mělké kypření	0 - 0.1	22,92	24,73	29,45	23,12	31,23	24,76	22,65	30,45	21,68	23,44	26,45	27,91
	0.1 - 0.2	14,80	25,21	29,66	28,02	30,38	24,28	25,51	30,56	20,89	24,37	28,55	27,32
	0.2 - 0.3	14,45	25,06	29,79	27,28	27,14	22,50	26,50	29,48	20,78	23,73	28,77	26,43
	průměr	17,39	25,00	29,63	26,14	29,58	23,84	24,89	30,17	21,12	23,85	27,92	27,22

2.3.1.1 Penetrometrický odpor půdy

Za základ vyhodnocení utužení slouží kritické hodnoty (tab.4), které publikoval Lhotský (1998). Pro střední (hlinitou) půdu je za kritickou hodnotu považována mez 3,5 MPa s objemovou hmotností 1,45 g.cm⁻³. Nepřímo je možno objemovou hmotnost měřit penetračním odporem, který charakterizuje utuženost půd (tab.5).

Tab. 4 Hodnoty vybraných půdních vlastností půd (Lhotský, 1998)

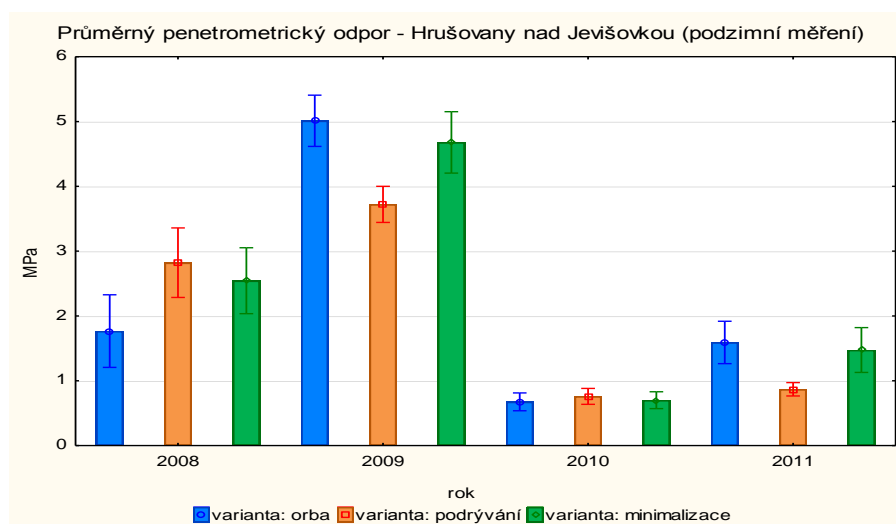
Půdní vlastnost	Půdní druh					
	JV	JH	H	PH	HP	P
Objemová hmotnost [g.cm ⁻³]	>1,25	>1,40	>1,45	>1,55	>1,60	>1,70
Penetrometrický odpor [MPa]	2,8-3,2	3,2-3,7	3,7-4,2	4,5-5,0	5,5	6,0
Půdní vlhkost [% hm.]	28-24	24-20	8-16	15-13	12	<10
Pórovitost [% obj.]	<48	<47	<45	<42	<40	<38
Min. vzdušnost [% obj.]	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Max. kapil. kapacita [% obj.]	>35	>35	>35	-	-	-

ju – jílovitá, jh – jílovitohlinitá, h – hlinitá, ph – písčitohlinitá, hp – hlinitopísčité, p – písčité

Tab. 5: Třídy penetrometrického odporu (Arshad et al., 1996)

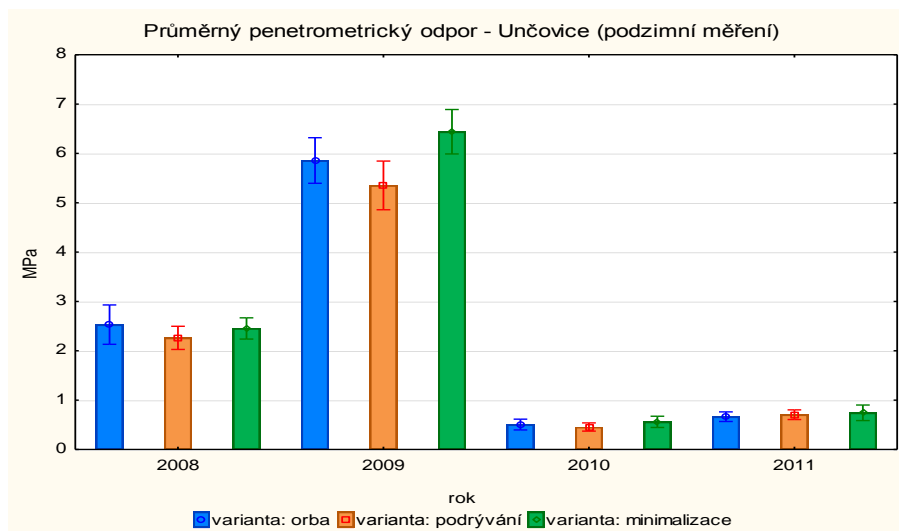
Třída	Penetrační odpor [MPa]
Extrémně nízký	<0,01
Velmi nízký	0,01 - 0,1
Nízký	0,1 – 1
Střední	1 – 2
Vysoký	2 – 4
Velmi vysoký	4 – 8
Extrémně vysoký	>8

Graf 1: Penetrometrický odpor v Hrušovanech nad Jevišovkou – podzimní měření



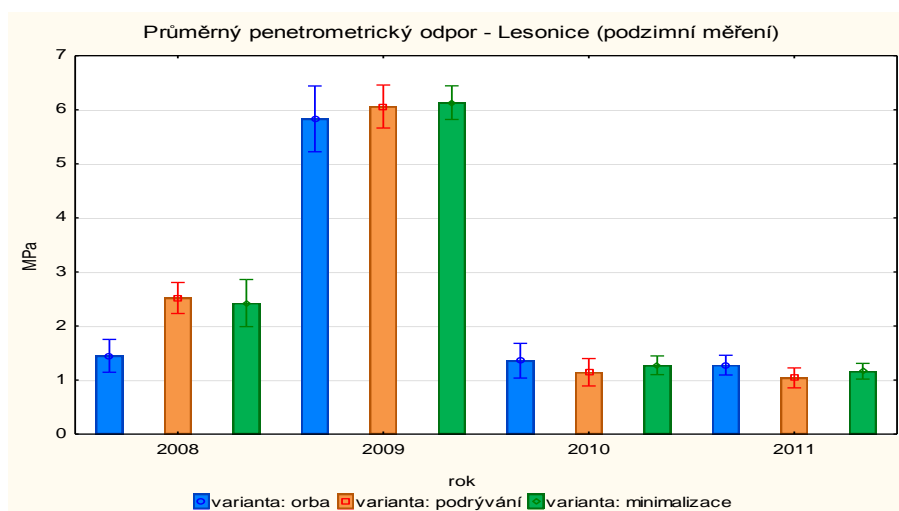
V grafu 1 jsou znázorněny průměry jednotlivých měření v letech 2008 – 2011 v Hrušovanech nad Jevišovkou při podzimním měření. U varianty s orbou (var.1) a hluboké podryvání (var.2) je statisticky průkazný rozdíl mezi rokem 2009 a ostatními roky. U varianty minimalizace je statisticky průkazný rozdíl mezi všemi roky.

Graf 2: Penetrometrický odpor v Unčovicích – podzimní měření



V grafu 2 jsou znázorněny průměry jednotlivých měření v letech 2008 – 2011 v Unčovicích při podzimním měření. Průkazné rozdíly byly zaznamenány obdobné jako na lokalitě v kukuřičné výrobní oblasti.

Graf 3: Penetrometrický odpor v Lesonicích – podzimní měření



V grafu 3 jsou uvedeny průměry jednotlivých měření v letech 2008 – 2011 v Lesonicích při podzimním měření. U varianty orba byl statisticky průkazný rozdíl mezi rokem 2009 a ostatními roky. U varianty podryvání byl statisticky průkazný rozdíl mezi rokem 2009 a

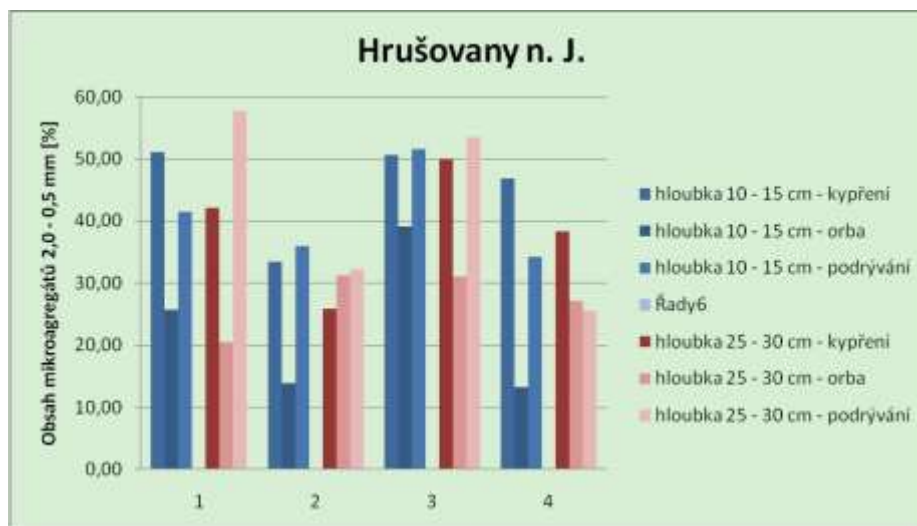
ostatními roky a mezi rokem 2008 a ostatními roky. U varianty minimalizace byl statisticky průkazný rozdíl mezi rokem 2009 a ostatními roky a mezi rokem 2008 a ostatními roky.

Uvedené výsledky měření penetrometrického odporu v letech 2008 - 2011 ukázaly na možnost náhrady klasického zpracování půdy s orbou jiným zpracováním jako je mělké kypření nebo hloubkové podrývání na všech lokalitách. Z výsledku měření penetrometrického odporu vyplývá, že na lokalitě v Unčovicích je vliv způsobu jejího zpracování na utužení půdy menší než na ostatních sledovaných lokalitách.

2.3.1.2 Hodnocení mikrostrukturálního stavu půdy

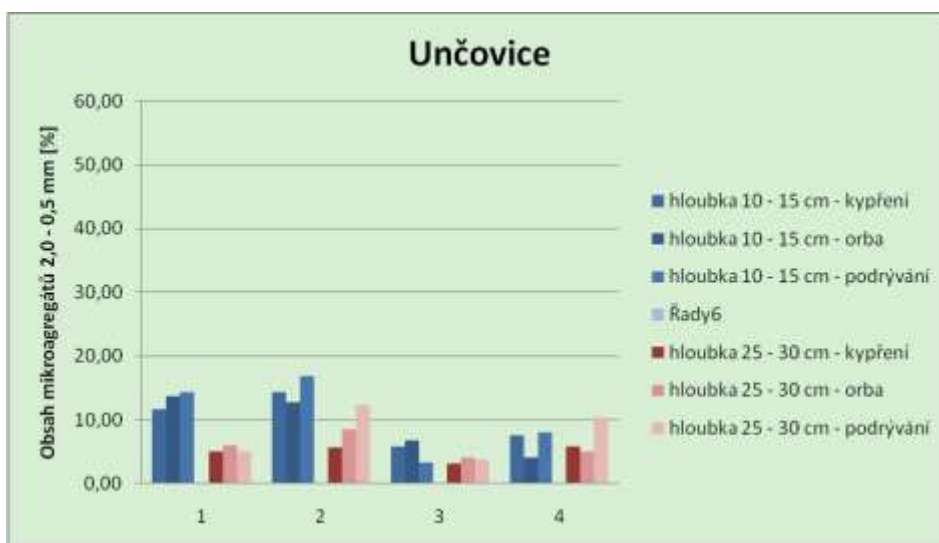
Na zájmových lokalitách byly ze všech variant zpracování půdy odebrány sypané (porušené) půdní vzorky pro laboratorní stanovení mikroagregátové struktury. Z uvedených grafů je patrné, že ve všech ročnicích (grafy 4-6) a u všech variant zpracování půdy byl obsah důležitých strukturotvorných agregátů o velikosti 0,5 až 2 mm u variant kypření a podrývání nejvyšší v ornici i v podorniči na lokalitě Hrušovany nad Jevišovkou. U varianty s orbou bylo jejich množství obvykle vyšší v Lesonicích. Naopak nejnižší bylo vždy na lokalitě Unčovice. Ta vykazuje výrazně nižší zastoupení této důležité frakce ve všech ročnicích a v obou hloubkách oproti Lesonicím a Hrušováním.

Graf 4: Obsah mikroagregátů o velikosti 0,5 až 2 mm - Hrušovany



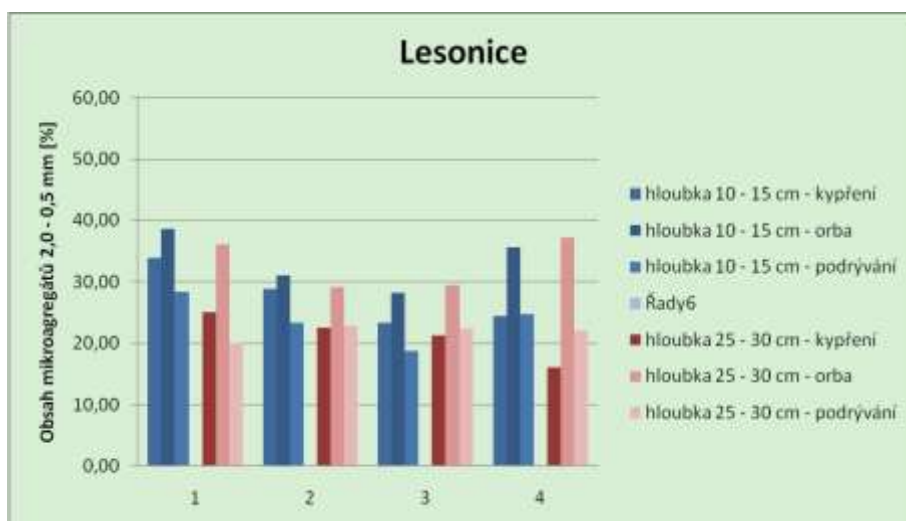
Vysvětlivky: 1 – rok 2008, 2 – rok 2009, 3 – rok 2010, 4 – rok 2011

Graf 5: Obsah mikroagregátů o velikosti 0,5 až 2 mm - Unčovice



Vysvětlivky: 1 – rok 2008, 2 – rok 2009, 3 – rok 2010, 4 – rok 2011

Graf 6: Obsah mikroagregátů o velikosti 0,5 až 2 mm - Lesonice



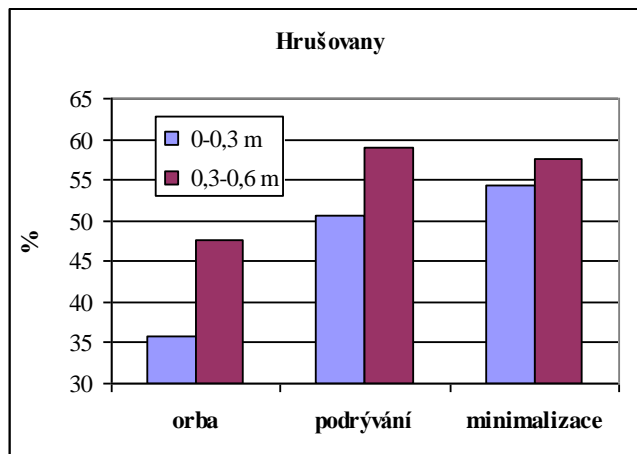
Vysvětlivky: 1 – rok 2008, 2 – rok 2009, 3 – rok 2010, 4 – rok 2011

2.3.1.3 Stanovení vodostálosti půdních agregátů

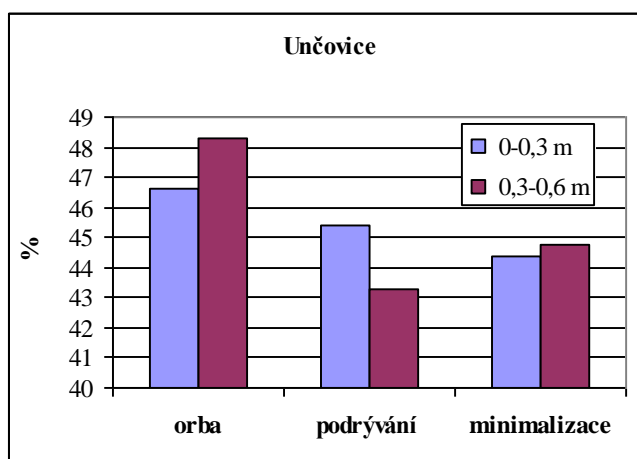
Podle zjištěných výsledků (grafy 7 – 9) můžeme konstatovat, že lepší vodostálost půdních agregátů byla na lokalitě Hrušovany nad Jevišovkou a Lesonice u variant s redukováným zpracováním půdy. Je to dáno tím, že dochází k menší disturbanci půdního prostředí oproti konvenčnímu zpracování půdy s orbou. V Unčovicích byly zjištěny nejlepší hodnoty vodostálosti půdních agregátů u varianty orané. Vodostálost půdních agregátů se také lišila v hloubkách odběru. Na lokalitě Hrušovany nad Jevišovkou byla vodostálost v ornici (do 0,3 m)

významně nižší než v podorničí (0,3 – 0,6 m). Naopak na lokalitě Lesonice byla vodostálost v ornici významně vyšší než v podorničí.

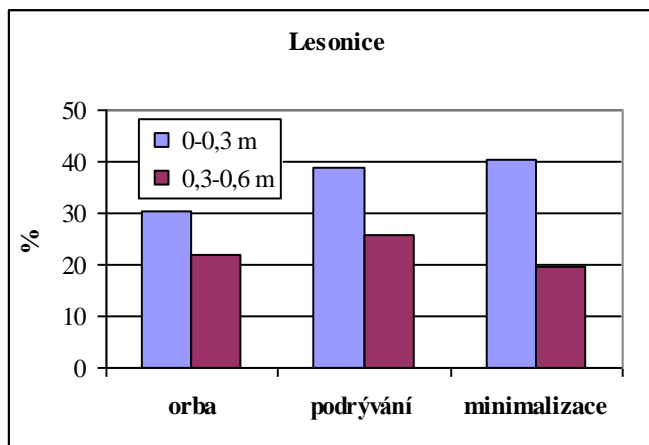
Graf 7: Průměrné hodnoty vodostálosti půdních agregátů u různých variant zpracování půdy a dvou hloubek půdního profilu – Hrušovany, 2008-2011



Graf 8: Průměrné hodnoty vodostálosti půdních agregátů u různých variant zpracování půdy a dvou hloubek půdního profilu – Unčovice, 2008-2011



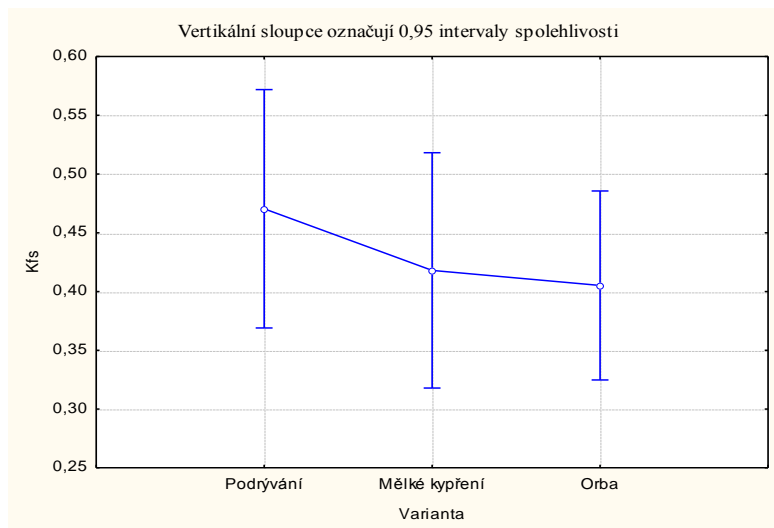
Graf 9: Průměrné hodnoty vodostálosti půdních agregátů u různých variant zpracování půdy a dvou hloubek půdního profilu – Lesonice, 2008-2011



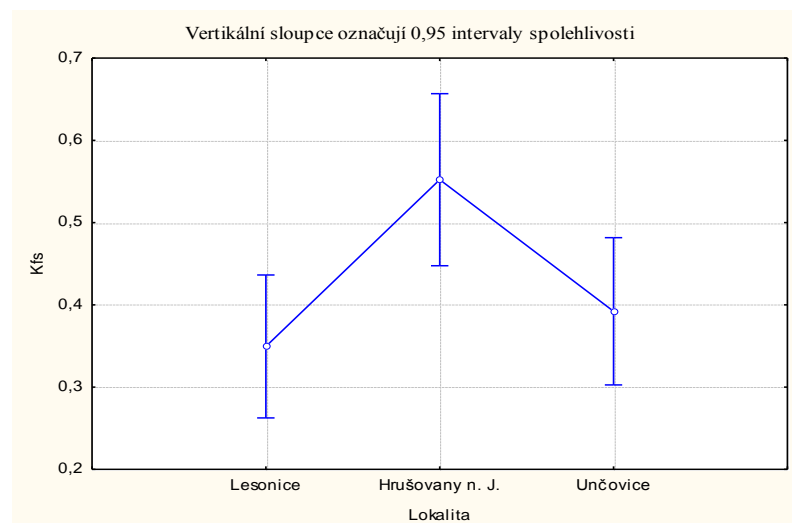
2.3.1.4 Hydraulická vodivost půdy

Různé zpracování půdy (graf 10) neovlivnilo průkazným způsobem nasycenou hydraulickou vodivost ornice celkově na žádné z lokalit. Použití mělkého kypření snížilo hodnoty nasycené hydraulické vodivosti podorničí ve srovnání s orbou. Tento vliv se na jednotlivých lokalitách projevil v různé míře, ale také neprůkazně (graf 11). V Hrušovanech nad Jevišovkou je rozdíl neprůkazný, v Lesonicích průkazný a v Unčovicích vysoce průkazný. Vliv podrývání na nasycenou hydraulickou vodivost podorničí se projevil v Hrušovanech neprůkazně, v Lesonicích průkazně a v Unčovicích byly naměřeny hodnoty po podrývání a po mělkém kypření velmi nízké a téměř shodné.

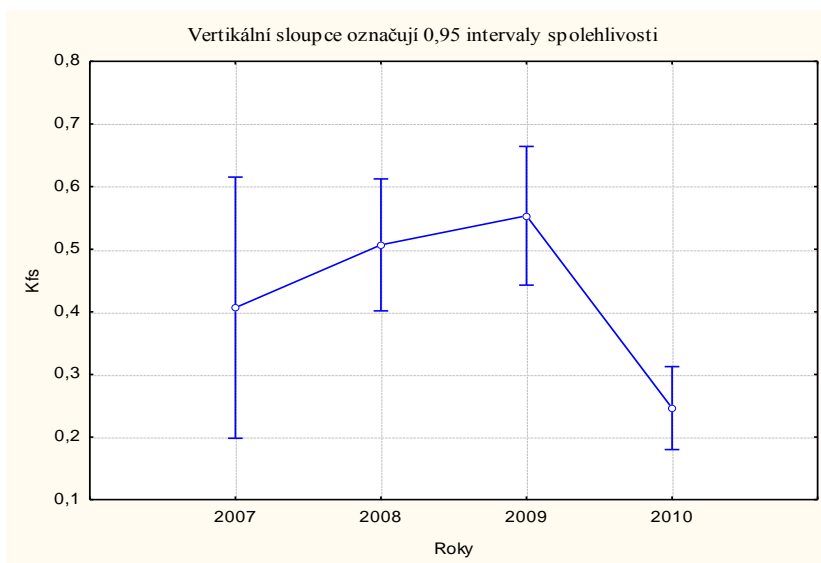
Graf 10: Nasycená hydraulická vodivost ornice i podorničí ($\text{m}\cdot\text{den}^{-1}$) u různých variant zpracování půdy v průměru sledovaných let



Graf 11: Nasycená hydraulická vodivost ornice i podorničí ($\text{m}\cdot\text{den}^{-1}$) na sledovaných lokalitách v průměru sledovaných let



Graf 12: Nasycená hydraulická vodivost ornice i podorničí ($m \cdot den^{-1}$) v jednotlivých letech



Nejvyšší hodnoty nasycené hydraulické vodivosti byly naměřeny v Hrušovanech nad Jevišovkou, nejnižší v Lesonicích (graf 11). V ornici byl zjištěn rozdíl neprůkazný, v podorničí vysoce průkazný. Hodnoty nasycené hydraulické vodivosti byly výrazně ovlivněny rokem stanovení (graf 12). Nejnižší hodnoty byly zjištěny v roce 2010, a to v ornici i podorničí na všech sledovaných lokalitách.

2.3.2 Chemické vlastnosti půdy

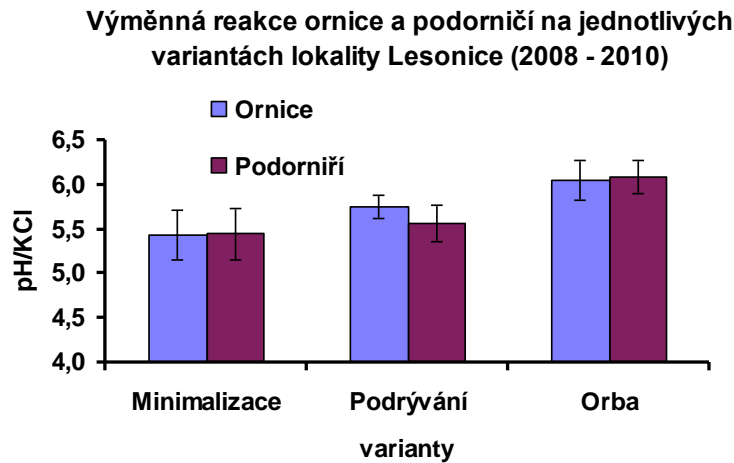
2.3.2.1 Hodnocení kationtové výměnné kapacity, výměnné půdní reakce a obsahu vybraných živin

Na základě výsledků sledování během let 2008 – 2010 vybraných chemických vlastností ornice a podorničí (výměnná půdní reakce, obsah výměnných kationů a obsah přijatelných živin) na půdně rozdílných lokalitách – Lesonice, Hrušovany nad Jevišovkou a Unčovice lze konstatovat, že na lokalitě Hrušovany došlo v ornici k průkaznému zvýšení obsahu přijatelného i výměnného hořčíku a kationtové výměnné kapacity v ornici a výměnného hořčíku v podorničí u varianty mělce kypřené, na lokalitě Unčovice nebyly nalezeny žádné změny chemických vlastností ornice ani podorničí vlivem různého agrotechnického zpracování půdy a na lokalitě Lesonice došlo vlivem minimalizace k poklesu půdní reakce v ornici i podorničí a ke zvýšení obsahu hořčíku, a to jak přijatelného, tak výměnného.

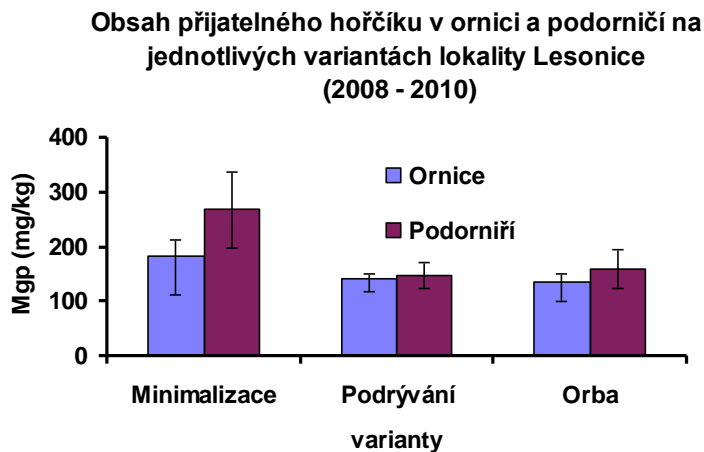
V grafu 13 je zobrazeno hodnocení výměnné půdní reakce na lokalitě Lesonice, kde je patrný mírný vzestup půdní reakce na variantě s orbou, a to v ornici i podorničí. Hodnocení přijatelného hořčíku na téže lokalitě je znázorněno v grafu 14, kde je patrný nárůst hořčíku u varianty minimalizační zvláště v podorničí. Graf 15 znázorňující výsledky kationtové

výměnné kapacity ornice na lokalitě Hrušovany je patrné mírné zvýšení také u varianty minimalizační.

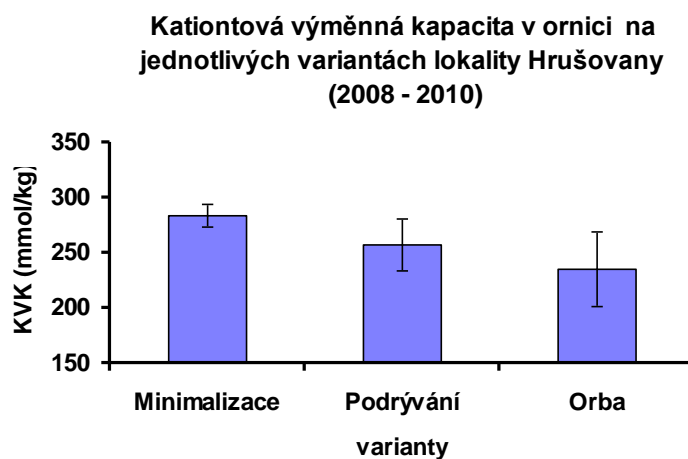
Graf 13: Hodnocení výměnné reakce během sledovaných let - Lesonice



Graf 14: Hodnocení přijatelného hořčíku během sledovaných let - Lesonice



Graf 15: Hodnocení kationtové výměnné kapacity během sledovaných let - Lesonice



2.3.2.2 Zhodnocení množství a kvality organické hmoty

Podle vlivu zpracování půdy na množství celkového organického uhlíku můžeme sledované půdní typy seřadit následovně:

Černozem luvická: Cox (minimalizace) > Cox (podrývání) > Cox (orba)

Černozem modální: Cox (minimalizace) > Cox (podrývání) > Cox (orba)

Hnědozem oglejená: Cox (minimalizace) > Cox (podrývání) > Cox (orba)

Podle vlivu zpracování půdy na celkové množství humusových látek můžeme sledované půdní typy seřadit následovně:

Černozem luvická: HL (orba) > HL (minimalizace) > HL (podrývání)

Černozem modální: HL (minimalizace) > HL (podrývání) > HL (orba)

Hnědozem oglejená: HL (minimalizace) > HL (podrývání) > HL (orba)

Podle vlivu zpracování půdy na celkové množství huminových kyselin můžeme sledované půdní typy seřadit následovně:

Černozem luvická: HK (minimalizace) > HK (orba) > HK (podrývání)

Černozem modální: HK (minimalizace) > HK (orba) > HK (podrývání)

Hnědozem oglejená: HK (minimalizace) > HK (orba) > HK (podrývání)

Podle vlivu zpracování půdy na celkové množství fulvokyselin můžeme sledované půdní typy seřadit následovně:

Černozem luvická: FK (minimalizace) > FK (podrývání) > FK (orba)

Černozem modální: FK (minimalizace) > FK (podrývání) > FK (orba)

Hnědozem oglejená: FK (minimalizace) > FK (podrývání) > FK (orba)

Podle vlivu zpracování půdy na kvalitu humusových látek můžeme sledované půdní typy seřadit následovně:

Černozem luvická: podrývání > orba > minimalizace

Černozem modální: orba > podrývání > minimalizace

Hnědozem oglejená: orba > podrývání > minimalizace

Podle vlivu zpracování půdy na absorbanci HL v UV-VIS oblasti spektra můžeme sledované půdní typy seřadit následovně:

Černozem luvická: podrývání > orba > minimalizace

Černozem modální: podrývání > orba > minimalizace

Hnědozem oglejená: orba > podrývání > minimalizace

Podle vlivu zpracování půdy na stupeň humifikace humusových látek můžeme sledované půdní typy seřadit následovně:

Černozem luvická: podrývání > orba > minimalizace

Černozem modální: podryvání > orba > minimalizace

Hnědozem oglejená: orba > podryvání > minimalizace

Z výše uvedeného hodnocení vyplývá, že minimalizace má u všech typů půd vliv hlavně na nárůst celkového množství organického uhlíku a množství humusových látek, tj. kvantitativní parametr půdní organické hmoty. Ovšem kvalita humusových látek je daleko vyšší při podryvání a orbě. Dokazují to vyšší hodnoty stupně humifikace a vyšší absorpance HL v UV-VIS spektra při tomto způsobu zpracování půdy.

Obrázek 6 ukazuje zbytky organické hmoty kukuřice, do kterého byla zaseta pšenice jarní (Hrušovany n. Jev., jaro 2010).

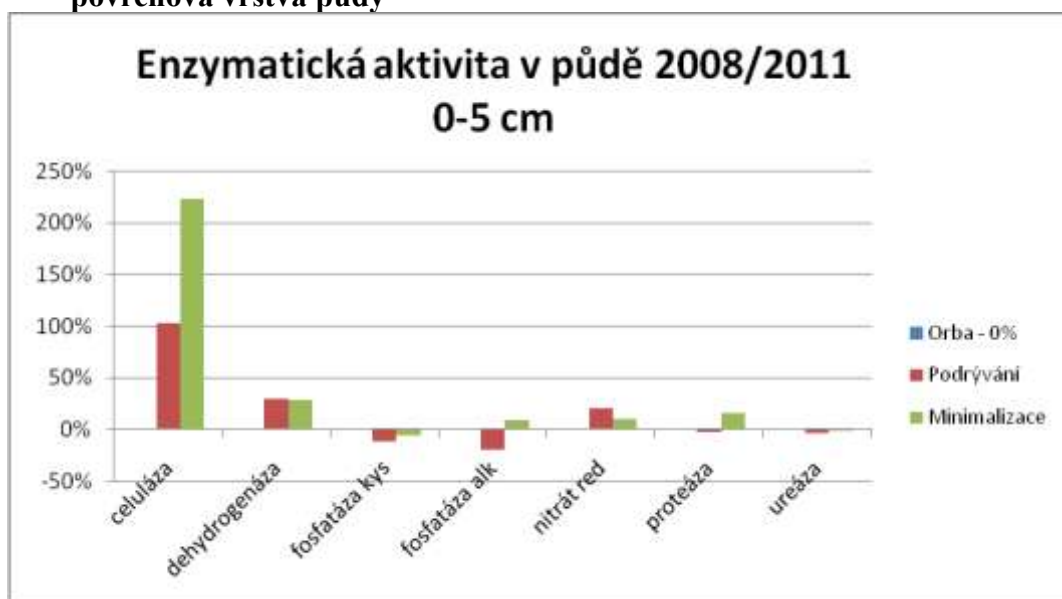


Obr. 6: Pšenice ozimá setá do posklizňových zbytků kukuřice

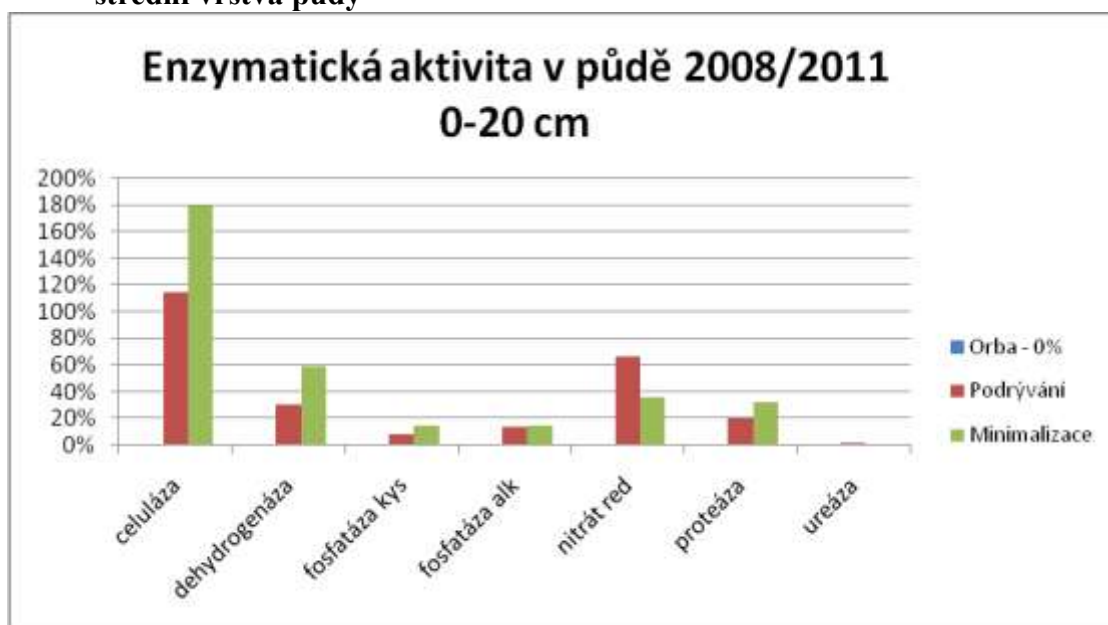
2.3.3 Biologické vlastnosti půdy

Při porovnání vývoje sledovaných charakteristik za všechny předcházející roky docházíme ke zjištění, že zpracování půdy bez obracení orničního horizontu přispívá k vyšší aktivitě sledovaných půdních enzymů. Pouze při rozkladu močoviny tento trend nebyl pozorován. Srovnání vývoje v povrchové vrstvě půdy do 5 cm (graf 16) však ukazuje v některých případech i nepříznivý vliv minimalizační agrotechniky na aktivitu enzymů, konkrétně v koloběhu fosforu a při rozkladu močoviny. Ostatní sledované enzymatické aktivity vykazovaly pozitivní reakci na uplatňování minimalizace. Zcela jednoznačně největší citlivost na různé agrotechniky měla aktivita celulózy, kdy jak v povrchovém horizontu (do 5 cm), tak v celém orničním horizontu do 20 cm (graf 17) vykazovala u podryvání přibližně dvojnásobnou aktivitu a u varianty minimalizace téměř trojnásobnou aktivitu proti orané variantě.

Graf 16: Průměrné hodnoty enzymatické aktivity půdy při jejím různém zpracování – povrchová vrstva půdy



Graf 17: Průměrné hodnoty enzymatické aktivity půdy při jejím různém zpracování – střední vrstva půdy



2.3.4 Výnosy plodin

Hodnocení výnosů ukázaly, že redukované zpracování půdy s mělkým kypřením zvýšilo výnosy hlavní plodiny oproti variantě orané na všech sledovaných lokalitách. Na černozemi modální (tab. 6 - Hrušovany n. J.) došlo ke zvýšení výnosu v roce 2008 o 15 %, v roce 2009 o 1,2 %, v roce 2010 o 3 % (obr.7) a v roce 2011 o 15,2 %. V roce 2009 byl nejvyšší výnos u varianty hloubkové kypření. Na černozemi luvické (tab. 7 - Unčovice) byl vyšší výnos u

varianty s mělkým kypřením v roce 2008 o 7,4 %, v roce 2009 o 21,4 %, v roce 2010 o 10,1 % a v roce 2011 o 6,3 %. Na hnědozemí oglejené (tab. 8 - Lesonice) byly vyšší výnosy při redukovaném zpracování půdy oproti orbě v roce 2008 o 46 %, v roce 2009 o 10,3 %, v roce 2010 o 2,1 % a v roce 2011 o 9,4 %, přičemž v roce 2008 a 2009 byl nejvyšší výnos u varianty s hloubkovým podrýváním.

Tab. 6: Výnosy plodin (t.ha⁻¹) za sledované období – Hrušovany nad Jevišovkou

Varianty zpracování půdy	2008	2009	2010	2011
orba	4,23	11,54	3,28	2,06
hloubkové podrývání	4,43	13,16	3,34	2,23
mělké kypření	4,98	11,68	3,38	2,43

2008 - pšenice ozimá, 2009 - kukuřice na zrno, 2010 - pšenice jarní, 2011 – ječmen jarní

Tab. 7: Výnosy plodin (t.ha⁻¹) za sledované období – Unčovice

Varianty zpracování půdy	2008	2009	2010	2011
orba	2,98	20,26	3,28	2,55
hloubkové podrývání	3,05	20,31	3,31	2,71
mělké kypření	3,20	24,60	3,61	2,72

2008 - pšenice ozimá, 2009 - kukuřice na siláž, 2010 - pšenice ozimá, 2011 – ječmen jarní

Tab. 8: Výnosy plodin (t.ha⁻¹) za sledované období – Lesonice

Varianty zpracování půdy	2008	2009	2010	2011
orba	2,27	15,58	2,86	3,26
hloubkové podrývání	4,21	17,38	2,88	3,54
mělké kypření	3,93	16,46	2,92	3,60

2008 - pšenice ozimá, 2009 - kukuřice na siláž, 2010 - pšenice ozimá, 2011 – ječmen jarní



Obr. 7: Kukuřice na zrno před sklizní – varianta hloubkové podrývání

2.3.5 Závěr

Během pětiletého hodnocení degradačních účinků různého zpracování půdy v různých výrobních oblastech bylo zjištěno, že vliv technologie zpracování půdy s orbou má určité negativní vlivy na fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Naznačily to i výsledky výnosů pěstovaných plodin, a to na všech sledovaných lokalitách ve sledovaných výrobních oblastech s odlišnými půdními typy. Nejvýraznější degradační procesy byly zaznamenány u zpracování půdy s orbou u hnědozemě oglejené v bramborářské výrobní oblasti.

III. Srovnání novosti postupů

Získané výsledky vhodně doplňují stávající poznatky o antropogenním vlivu hospodaření na půdě s vymezením degradačních změn v půdním systému. V této metodice jsou vyhodnoceny základní varianty zpracování půdy a jejich vliv na degradační procesy, které sice nebyly tak výrazné, ale naznačily určitý trend zhoršování půdních vlastností u zpracování půdy s orbou. V metodice jsou uvedeny výsledky z fyzikálních, chemických a biologických hodnocení půd, které jsou použitelné v podmínkách ČR.

IV. Popis uplatnění certifikované metodiky

Prezentovaná metodika hodnotí různé způsoby zpracování půdy v podmínkách v ČR a jejich vliv na degradační procesy v půdě v rámci fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy. Uplatnění získaných výsledků bude využitelné k posouzení možnosti eliminace degradačních změn, čili zmírnění negativních důsledků hospodaření na půdy. Použití metodiky se předpokládá v oblasti zemědělské produkce. Další využití je možné k rozšíření výuky na školách zemědělského zaměření a ve výzkumných pracovištích.

V. Ekonomické vyhodnocení

Z hlediska nákladů na pracovní operace u jednotlivých způsobů zpracování půdy byla ekonomicky nejpříznivější varianta s mělkým kypřením do 0,15 m, a to na všech sledovaných lokalitách. Dodržováním správných zásad hospodaření a metodických pokynů na daných lokalitách bude zachována produktivita půdy související s opatřením k ochraně půdního fondu, což povede k úsporám při pěstování kukuřice cca 2.550,- Kč/ha, při pěstování obilnin 2.350,- Kč/ha. Podle dostupných údajů je v ČR cca 32 tis. ha ohrožených půd degradací, takže očekávaný ekonomický přínos při uplatnění doporučené metodiky by byl při pěstování kukuřice 81,6 mil. Kč a u obilnin 75,2 mil. Kč.

VI. Seznam použité související literatury

- Balík, J., Hlušek, J., Richter, R., Vaněk, V., 2000 : Půdní úrodnost a její dopad na stabilitu výnosu a kvalitu produkce. In Richter, R., Hlušek, J.: Půdní úrodnost, sborník referátů z II. Konference o půdní úrodnosti s mezinárodní účastí. MZLU v Brně 2000, 5 – 10 s.
- Bedrna, Z., 2002: Environmentálne pôdoznanectvo. Veda Bratislava, 352 s.
- Flohrová A.: Vápník a jeho význam pro půdu a rostliny, 1997, 6 – 11s.
- He, J., Wang, Q., Li, H., Tullberg, J.N., Mchugh, A.D., Bai, Y., Zhang, X., Mclaughlin, N., Gao, H., 2009: Soil physical properties and infiltration after long-term no-tillage and ploughing on the Chinese Loess Plateau. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*; 37 (3): p. 157-166. ISSN: 0114067
- Hlušek J., Richter R., Škarpa P. a spol., 2002: Formy draslíku v půdě při nízké intenzitě hnojení, *Úroda* 11, 2002, 12 – 15 s.
- Jandák J., Prax A., Pokorný E., 2004: Půdoznanství, skriptum MZLU v Brně 2004, s. 142
- Körschens M, Schulz E. (1999). Die organische bodensubstanz. Dynamik – reproduction-ökonomisch und ökologisch begründete Richtwerte. UFZ – Bericht No 13/1999, Leipzig – Halle. ISSN 0948-9452. 41s.
- Matula J., 1995: Deficit hořčíku ve výživě rostlin, *VÚRV Praha, Úroda* 12, 1995
- Prax A., Jandák J., Pokorný E., 1997: Půdoznanství, skriptum MZLU v Brně 1997, 153 s.
- Richter R., 1997: Půdní úrodnost. Ministerstvo zemědělství ČR Praha 1997, 36 s.
- Richter R., Hlušek J., 1999: Výživa a hnojení rostliny – obecná část. MZLU Brno, 177 s.
- Šarapatka B., Dlapa, Bedrna Z., 2002: Kvalita a degradace půdy, *Olomouc* 2002, 9 – 14 s.
- Sáňka M., Materna J.: Indikátory kvality zemědělských a lesních půd. MŽP Praha, Edice Planeta 2004, 84 stran
- Šimek M., 2003: Základy nauky o půdě, *Biologická fakulta JU, České Budějovice*, s. 99-100
- Šimon J., 2001: Správná péče o půdu – základ úspěšné zemědělské produkce, *Úroda* 5,
- De Castro, O.M., Vieira, S.R., Siqueira, G.M., 2010: Soil physical attributes of a ferral soil under different management systems. *Bragantia* ; 69 (2): p. 433-443. ISSN: 00068705
- Jabro, J.D., Stevens, W.B., Iversen, W.M., Evans, R.G., 2010: Tillage depth effects on soil physical properties, sugarbeet yield, and sugarbeet quality. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*; 41 (7): p. 908-916. ISSN: 00103624
- Němec, J., 1975: Klasifikace půd podle půdní propustnosti stanovené polní jednosondovou metodou. *Vodohospodářský časopis č. 2.*, s. 191-203. ISSN: 0042-790X
- Vance, E.D., Brookes, P.C., Jenkinson, D.S., 1987: An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19, 703–707.

Vogeler, I., Rogasik, J. , Funder, U. , Panten, K. , Schnug, E., 2009: Effect of tillage systems and P-fertilization on soil physical and chemical properties, crop yield and nutrient uptake. Soil and Tillage Research; 103 (1): p. 137-143. ISSN: 01671987

VII. Seznam publikací předcházejících metodice

Badalíková B.(2010): Influence of Soil Tillage on Soil Compaction. (Vliv zpracování půdy na její zhutnění). Kapitola v knize In: Soil Engineering, Soil Biology, Amity University Uttar Pradesh, Noida, UP, India, vol. 20: 230, p. 19–30. ISSN 1613–3382 ISBN 978–3–642–0380–4

Badalíková B., Bartlová J. (2011): Zpracování půdy před setím ozimé pšenice. (Soil tillage before sowing of winter wheat). Úroda 8, vědecká příloha, roč. LIX, s.56-58 ISSN 0139-6013

Badalíková B., Bartlová J. (2011): Degradation Processes taking Place in Soils under Conditions of Different Tillage. In sborník CD, 6th International conference ISTRO: Crop management practices adaptable to soil conditions and climate change, Průhonice 2011, p.8-13 ISBN 978-80-86908-27-4

Badalíková B., Bartlová J. (2011): Tvorba výnosů pšenice ozimé a silážní kukuřice při různém zpracování půdy. (Forming of winter wheat and silage maize yields by different soil tillage). Úroda 10, 2011, vědecká příloha, LIX, s. 1-5 ISSN 0139-6013

Badalíková B., Bartlová J., Krátká L. (2009): Fyzikální vlastnosti půdy a výnosy plodin. (Physical soil properties and crop yields). Farmář-speciál 9/2009, (15), s.XX-XXIII ISSN 1210-9789

Badalíková B., Červinka J. (2010): Influence of different method of soil tillage on its physical properties. In CD proceedings: 9th Alps-Adria Scientific Workshop, Špičák, Czech Republic, Növénytermelés/Crop production, Vol. 59, 2010, Suppl.2, p. 69-72 ISSN 0546-8191

Badalíková B., Pokorný E., Červinka J., Bartlová J. (2008): Antropogenní vliv na degradační změny v půdě v různých výrobních oblastech. In CD: Sborník příspěvků „Antropizácia pôd IX“ Konferencie Bratislava, SR, s. 100-108 ISBN 978-80-89128-48-8

Bartlová J. (2011): Makrostrukturální změny v ornici a podorniči při využití různých technologií zpracování. Úroda 12, 2011, vědecká příloha, s. 319-322. ISSN 0139-6013

Bartlová, J., Badalíková, B. (2011): Water stability of soil aggregates in different systems of Chernozem tillage. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 2011, roč. 59, č. 6, s. 25 – 30. ISSN 1211-8516.

- Bartlová, J., Badalíková, B. (2011): Sledování makrostrukturálních změn při různém zpracování půdy. Kapitola v knize: Degradace a regenerace krajiny. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 2011, s. 248-252. ISBN 978-80-7375-583-6.
- Bartlová J., Badalíková B., Mikušová Z. (2009): Vliv zpracování půdy na stabilitu půdních agregátů. *Úroda*, 12/2009, vědecká příloha časopisu, s. 297-300. ISSN 0139-6013
- Červinka, J. (2010): Dermination of Penetration resistance during differnt kinds of soil cultivation. In. 11.ESA Congress, Montpellier, France, s.231-232. ISBN 978-2-909613-01-7
- Červinka, J., Badalíková, B., Pospíšil, J. (2011): Vliv způsobu zpracování půdy na její zhutnění. In CD: Mechanizace zemědělství - Zvláštní vydání, roč. LXI. s.136-140 ISSN 0373-6776
- Červinka, J., Pospíšil, J. (2011): Vliv energetických a mechanizačních prostředků na zhutnění půdy. In vědecká příloha časopisu *Úroda* 12/2011, s. 335-338. ISSN 0139-6013
- Červinka J.1, Pospíšil J.1, Badalíková B. (2010): Vliv technologie zpracování půdy na její utužení. *Úroda* č.12, 2010, vědecká příloha, s.441-444 ISSN 0139-6013
- Fasurová, N., Pospíšilová, L. (2011): Spectroscopic characteristics of humates isolated from different soils. *Soil and Water Research*. 2011. sv. 3, č. 6, 147-152. ISSN 1801-5395
- Fasurová N., Pospíšilová L. (2010): Characterization of soil humic substances by ultraviolet-visible and synchronous fluorescence spectroscopy. *Journal of Central European Agriculture*, Vol. 11, 2010, No. 3, 351-358.
- Hybler, V. (2010): Stanovení mikroagregátové struktury při využití rozdílných technologií zpracování půdy. *Úroda* 12, 2010, vědecká příloha, s.477-481 ISSN 0139-6013
- Novosádová I., Záhora J., Sinoga J.D.R. (2011): The availability of mineral nitrogen in mediterranean open steppe dominated by *stipa tenacissima*. In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeliana Brunensis*, volume LIX, 2011, 5, s. 187-192 ISSN 1211-8516
- Petrášová, V., Martinec, J., Pospíšilová, L. (2009): Chemické vlatnosti vybraných subtypů černozemí jižní a střední Moravy. *Vědecká příloha Úroda* 4/2009, 439-442.
- Petrášová, V., Martinec, J., Pospíšilová, L. (2009): Total carbon content and humic substances quality in selected subtypes of Cambisols. *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendeliana Brunensis*, 2009/4, vol.LVII, 73-81.
- Pokorný E., Střalková E., Brtnický M., Foukalová J., Denešová O., Podešvová J. (2011): Analýza dlouhodobých srážkových a teplotních řad a hodnocení jejich dopadu na změny

- vlastností půd vybraného agroekosystému. Monografie, Mendelova univerzita v Brně, 2011. 118s. ISBN 978-80-7375-584-3.
- Pokorný E., Brtnický M., Bartlová J., Denešová O., Podešvová J. (2011): Qualitative evaluation of farmed luvisc chernozem soils in central Moravia. In sborník CD: 6th International conference ISTRO - Czech Republic, p.73-79. ISBN 978-80-86908-27-4
- Pospíšilová, L., Fasurová, N. (2009): Spectroscopic characteristics of humic acids originated from soils and lignite. *Soil and Water Res.* 4, 2009 (4), 168-175
- Pospíšilová L., Fasurová N., Barančíková G., Liptaj T. (2008): Spectral characteristics of humic acids isolated from south Moravian lignite and soils. *Petroleum and Coal*, (50), 2, 30-36, 2008, ISSN 1337-7027
- Pospíšilová L., Fasurová N., Petrášová V. (2010): Humus content and quality under different soil tillage systems. *Soil & Water Res.*, 5, 2010 (3): 90-95.
- Pospíšilová, L., Kučerík, J., Bakajová, B. (2011): Thermo-oxidative stability of humic substances originating from different sources. In CD Proceedings of 6th International Conference ISTRO - Czech Republic, s. 80--84. ISBN 978-80-86908-27-4.
- Pospíšilová, L., Petrášová, V., Foukalová, J., Pokorný, E. (2009): Characterization of soil organic carbon and its fraction labile carbon in ecosystems. In: Proceedings of 8th International Conference "Humic Substances in Ecosystems", Šoporna, 2009, 140-143.
- Šarapatka B., Čáp L. (2011): The effect of different forms of tillage on selected biological and biochemical soil characteristics. In sborník CD, 6th International conference ISTRO: Crop management practices adaptable to soil conditions and climate change, Průhonice 2011, p.96-102 ISBN 978-80-86908-27-4
- Záhora J., Fišerová H., Novosádová I., Ruiz-Sinoga J. D. (2011): Microbial activities related to the soil nitrogen transformation in humid mediterranean conditions. In sborník CD 6th International conference ISTRO: Crop management practices adaptable to soil conditions and climate change, Průhonice 2011, p.103-108 ISBN 978-80-86908-27-4

VIII. Dedikace, jména oponentů

Metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu MZe ČR QH72039 „Stanovení stupně degradačních změn v půdě vlivem antropogenní činnosti v souvislosti s pěstováním plodin“ financovaného Národní agenturou pro zemědělský výzkum.

Oponenti

prof. Ing. Alois Prax, CSc. – emeritní profesor MENDELU Brno

Ing. Ladislav Kubík, Ph.D. – ÚKZÚZ Brno, státní správa



Vydal: Zemědělský výzkum, spol. s r.o., Troubsko

Náklad: 300 výtisků

Tisk:

Autor foto: Ing. Barbora Badalíková

Cena: 100 Kč

ISBN 978-80-905080-1-9



Vydal:

Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

Náklad: 300 výtisků

Cena 100 Kč

ISBN 978-80-905080-1-9

EAN 9788090508019