

*Realizační výstup řešení dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace (DKRVO),
reg. č. MZE-RO1718 financovaného Ministerstvem zemědělství ČR*

Řešitelská organizace:

Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko

Uplatněná certifikovaná metodika

Metodika 47/2020

**Hodnocení obsahu organické hmoty v půdě a jejího vlivu
na vodní erozi a půdní vlastnosti**

Autoři:

Ing. Barbora Badalíková, Mgr. Martin Vašínska

Metodika byla schválena státní správou ÚKZÚZ Brno, osvědčení č. 228297/2020

© Zemědělský výzkum, spol. s r. o., 2020

ISBN 978-80-88000-28-0

1. vydání



Obsah

Úvod	5
I. Cíl metodiky	6
II. Vlastní popis metodiky	6
1. Materiál a metody	6
1.1. Charakteristika stanovišť	6
1.2. Metodika pokusů	7
2. Výsledky	9
2.1. Fyzikální vlastnosti půdy	9
2.2. Chemické vlastnosti půdy	11
2.3. Sledování vodní eroze půdy	13
2.4. Výnosy	14
3. Závěr	15
III. Srovnání novosti postupů	15
IV. Popis uplatnění certifikované metodiky	15
V. Ekonomické vyhodnocení	16
VI. Seznam použité související literatury	16
VII. Seznam publikací předcházejících metodice	17
VIII. Dedikace	19
IX. Jména oponentů	19
X. Přílohy – fotodokumentace	20



Hodnocení obsahu organické hmoty v půdě a jejího vlivu na vodní erozi a půdní vlastnosti

Abstrakt

Získané výsledky zohledňují efektivní využívání organické hmoty v rámci konkrétních podmínek stanoviště a potřeb pro pěstování kukuřice na svahu. Během tří let bylo zjištěno, že se u variant s využitím směsky mezplodin se snížilo zhutnění půdy, zvýšila se její pórovitost a provzdušněnost. Zároveň byly zjištěny u variant s mezplodinami i vyšší výnosy. Zapravování jakýchkoliv zbytků rostlin nebo mezplodiny pomáhají eliminovat smyv půdy při přívalových deštích. Současně se do půdy dostává více organické hmoty, která zlepšuje fyzikální stav půdy a vsakování vody.

Klíčová slova: organický uhlík, mezplodiny, fyzikální vlastnosti půdy, smyv půdy, kukuřice

Evaluation of organic matter content in soil and its influence on water erosion and soil properties

Abstract

The obtained results pointed to the effective utilization of organic matter within the specific habitat conditions and requirements for maize cultivation on the slope. The decreased soil compaction, increased porosity and aeration was found in the variants with intercrop mixtures during three years experiment. At the same time, higher yields were found in variants with intercrops. The incorporation of any plant residues or intercrops helped to eliminate soil washing during torrential rains. More organic matter which improves the physical condition of the soil and water infiltration simultaneously enters the soil.

Keywords: organic carbon, intercrops, soil physical properties, soil washing, maize



Úvod

Vodní eroze způsobuje degradaci půdního profilu, hlavně orníčního a proto je nutné chránit povrch půdy před jejím smyvem. Za účelem posouzení současného stavu degradace půdy v České republice byl vyvinut celkový ukazatel zranitelnosti půdy vůči hrozbě degradace půdy na základě jednotlivých faktorů, které přispívají k degradaci půdy a jsou dlouhodobě monitorovány (Šarapatka, Bednář, 2015). Význam organického hnojení spočívá v jeho kvalitě, množství a způsobu zapravení do půdy, což ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy a tím živinný stav pro potřebu rostlin. Půda delší dobu nehnojená organickými hnojivy ztrácí svou úrodnost, účinek použitých minerálních hnojiv se snižuje a výnosy klesají. Aplikace organické hmoty do půdy v různých formách příznivě ovlivňuje strukturotvorný vývoj agronomicky cenných strukturních elementů, které jsou významným přínosem zejména z hlediska potenciální schopnosti pro udržení půdní vláhy i její ochranu před výparem a vodní i větrnou erozí. Pokud je půdní struktura zhoršená, vyskytuje se nižší procento meziagregátových pórů, přičemž u nestrukturních půd je jejich hodnota nulová (Kutílek, 2012). Další pozitivní účinek má organická hmota na snížení utuženosti a zvýšení provzdušněnosti půdy (Badalíková a kol., 2016). Vlivem nedostatku organických látek a tím i nízké biologické aktivity půdy je narušována půdní struktura jak zjistil Kroulík a kol. (2018). V důsledku těchto poruch se pak výrazně zhoršují fyzikální vlastnosti půdy a vzniká první předpoklad zhoršení zasakování srážkové vody do půdy a jejího udržení v půdním profilu. Přisun organického materiálu může být různý např. formou hnoje, kompostu, posklizňových zbytků, slámy či zaorávání meziplodin (Hůla a kol., 2012). Produktem kompostování je kompost – organické hnojivo, jehož vlastnosti a kvalita závisí na kvalitě vstupních surovin (Hejátková a kol., 2007). Kompost je nejstarším a nejpřirozenějším prostředkem ke zlepšování půdy, který je znám. Zapravení kompostu má pozitivní vliv na ochranu půdy před vodní erozí, a to jak u vyšší, tak i u nižší dávky kompostu. Kompost zajišťuje vyšší infiltrační schopnost půdy a tím i lepší ochranu před vodní erozí. Při zapravování kompostu do půdy se zlepšuje půdní struktura, zvyšuje se obsah organického uhlíku a schopnost půdy zadržovat více vláhy i v období sucha (Kováříček a kol., 2019). Z organických látek se získává cenný humus, který lze využít pro zlepšení půdních vlastností (Quattara a kol., 2007; Thompson a kol., 2008). Pravidelné zásobování půdy organickou hmotou je jednou z cest k omezení vodní eroze, zvýšení rychlosti vsakování vody do půdy při přívalových srážkách a zvýšení vododržnosti půdy (Kováříček a kol., 2018). Důležitou roli v dodávání organické hmoty do půdy sehrávají meziplodiny. Při pěstování kukuřice jakýkoli druh meziplodiny nebo mulče je prospěšný pro ochranu půdy proti erozi, což je nesnadné u řádkových plodin obecně. Půda při



použití mezipločin je chráněna do zasetí kukuřice na jaře a během celé vegetace (Brant a kol., 2017). V neposlední řadě se předpokládá, že rozkládající se nadzemní a podzemní biomasa mezipločin bude sloužit jako stabilizátor pestrosti mikrobiálních společenstev a živin pro hlavní plodinu. Pokrytí půdy polehlou či rozdrčenou mezipločinou zabráňuje nejen erozi, ale také rozvoji plevelů (Brant, 2018). Různé směsky mezipločin se dají zvolit podle daných klimatických a půdních vlastností lokality. Před kukuřicí nebo jarní obilninou lze zařadit jako mezipločinu např. směs lničky a ředkve olejné, jejíž hluboké kořeny provzdušňují půdu (Honsová, 2020).

I. Cíl metodiky

Cílem metodiky je upozornit na rizika v managementu hospodaření na půdě při pěstování kukuřice na svahu. Je třeba využít optimální půdoochranné technologie za účelem minimalizace vodní eroze a minimalizace degradačních procesů půdy včetně využití mezipločin a jejich směsí. Obsahem metodiky jsou detailní výsledky odlišného způsobu hospodaření na svahu při pěstování kukuřice jako výchozí soubor informací pro vypracování vhodných systémů zpracování půdy. Pozornost je věnována procesu humifikace organické složky půdy, což je jeden z hlavních faktorů ovlivňující retenční a infiltrační schopnost půdy.

II. Vlastní popis metodiky

1. Materiál a metody

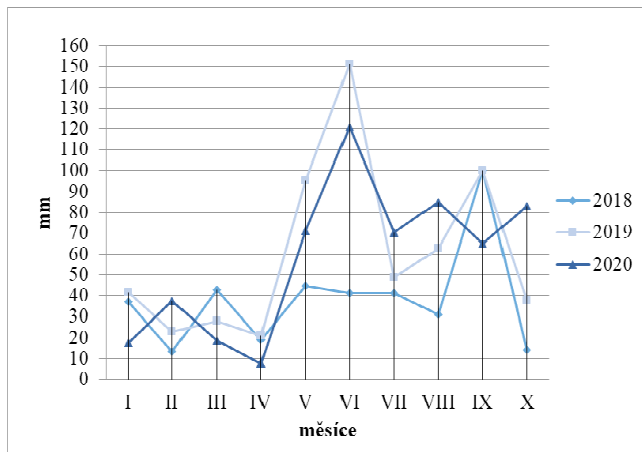
1.1. Charakteristika stanoviště

Půdní a klimatické podmínky

Pokus byl založen v poloprodučních podmínkách zemědělské společnosti Rakovec, a.s., na lokalitě Velešovice, v řepařské výrobní oblasti, v nadmořské výšce 228 m, patřící do klimatické oblasti T2 – teplé, mírně suché s dlouhodobým ročním průměrem srážek kolem 490 mm a dlouhodobou průměrnou roční teplotou 8,7 °C. Měsíční úhrny srážek během sledovaných let je uveden v grafu 1.

Sklon svahu pokusných parcel se pohyboval převážně od 5 do 7 °.

Půdy na této lokalitě jsou klasifikovány jako černozemě karbonátové na substrátu spraší, zrnitostním složením se jedná převážně o těžkou, jílovitohlinitou půdu s hloubkou ornice 0,30–0,35 m.

**Graf 1: Množství srážek za sledované období během let 2017–2020, Velešovice**

1.2 Metodika pokusů

Na pokusném stanovišti v poloprovozních podmínkách na lokalitě Velešovice byly založeny tyto varianty:

Varianta 1 – kontrolní – odvoz zbytků předplodiny, podmítka, hloubkové zpracování půdy, jarní příprava, setí silážní kukuřice

Varianta 2 – zapravení zbytků předplodiny pšenice oz., na podzim setí směsky meziplojin, jaře přímo setí silážní kukuřice do zbytků meziplojin

Varianta 3 – zapravení zbytků předplodiny pšenice oz., na podzim setí směsky meziplojin, jarní příprava – zapravení zbytků meziplojin, setí silážní kukuřice

Metody hodnocení půdních vlastností

Fyzikální vlastnosti půdy byly sledovány pomocí Kopeckého válečků a zahrnuje tato stanovení: objemovou hmotnost redukovanou, celkovou pórovitost, maximální kapilární vodní kapacitu a minimální vzdušnou kapacitu. Půdní vzorky na stanovení fyzikálních vlastností půdy byly odebírány v průběhu vegetačního období, vždy ze třech hloubek 0–10, 10–20 a 20–30 m.

Struktura půdy byla stanovena prosíváním suché zeminy na sítích o průměrných otvorech 0,25; 0,5; 2; 5; 10; 20 mm. Vzorky byly odebírány uprostřed vegetačního období ze dvou hloubek, a sice 0–15 a 15–30 m ve třech opakováních. Každá strukturní frakce byla



samostatně zvážena a přepočtena na procenta. Pro vlastní hodnocení byl vypočítán koeficient strukturnosti, který vyjadřuje vztah mezi agronomicky hodnotnými (0,25–10 mm) a méně hodnotnými strukturními elementy (>10 a <0,25 mm).

Vzorky půdy pro stanovení vodostátosti půdních agregátů byly odebrány každý rok vždy na jaře na začátku vegetačního období a na konci vegetačního období. Odběr byl proveden vždy ze dvou hloubek 0–0,15 a 0,15–0,30 m. Vodostátost půdních agregátů byla zjišťována metodou mokrého prosévání (Kandeler, 1996). Byl stanoven procentický podíl nerozpuštěných agregátů z celkové návážky vzorku podle daného vzorce.

Obsah vody (hmotnostní %) 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.

Půdní vzorky na chemické analýzy pro zjištění základního obsahu živin v půdě byly odebrány ze dvou hloubek: 0–0,15 a 0,15–0,30 m. Vzorky byly odebrány současně se vzorky pro stanovení obsahu humusu během vegetačního období. 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 Kjeldahla (vyjádřen v %). Celkový obsah organického uhlíku (C_{org}) byl stanoven oxidimetrickou titrací podle Nelson a Sommers (1982). Princip oxidimetrické titrace spočívá v oxidaci organického uhlíku směsí dichromanu draselného a koncentrované kyseliny sírové. Procentuální podíl obsahu humusu je spočítán vynásobením celkového oxidovatelného obsahu uhlíku Weltovým koeficientem dle vzorce: $a = C_{ox} \cdot 1,724$ (Weltův koeficient je součinitel založený na předpokladu obsahu 58 % uhlíku v humusu, Valla a kol., 2000).

Sledování vodní eroze půdy – bylo zjišťováno záchytnými kapsami (o šířce 1 m) speciálně upravenými pro zadržení smyté půdy s možností volného odtoku vody, které byly umístěny cca 100 m od vrcholu svahu. Do vnitřní části kapsy byla vložena hustá netkaná textilie, do které byla zachycována smytá půda, voda odtékala průtočnými otvory v zadní části kapsy. Zachycený obsah splavenin se odebral, vysušil, zvážil a přepočítal na množství smyté půdy na jednotku plochy. Ze smyté půdy byl chemickou analýzou zjištěn obsah živin, pH a obsah humusu. Pokryvnost povrchu půdy byla hodnocena procenticky po vzejití zaseté směsky mezipločin, a sice na podzim a znovu na jaře, kdy byla posuzována pokryvnost povrchu půdy rostlinnými zbytky vymrzlých mezipločin. Výnosy kukuřice na sílaž byly stanoveny ručně, dle metodiky ÚKZÚZ.



2. Výsledky

2.1 Fyzikální vlastnosti půdy

Stěžejní veličina fyzikálních vlastností je objemová hmotnost, která znamená jak velké je utužení neboli zhutnění půdy. Zhutnění může být způsobeno jednak hospodařením na půdě (antropické) a jednak přirozenou cestou (primární). Objemová hmotnost suché půdy (pd) je objemová hmotnost redukováná. Od tohoto faktoru se odvíjí další vlastnosti jako je pórovitost, maximální kapilární vodní kapacita, minimální vzdušná kapacita. Průměrné výsledky z měření vybraných fyzikálních vlastností během sledovaných let jsou uvedeny v tab. 1. Hodnoty pd se lišily dle ročních podmínek lokality a podle variant hospodaření. Z tabulky je patrné, že v průměru sledovaných let byly zjištěny nejnižší hodnoty pd u varianty 3 (na podzim setí směsky meziplovin, jarní příprava). Nárůst pd byl zaznamenán nejvíce v roce 2019 u varianty 1 (kontrolní), 1,29 g.cm⁻³. Hodnotám pd odpovídaly hodnoty pórovitosti a provzdušněnosti. Při nižší hodnotě pd byla pórovitost a MVK vyšší. Hodnoty maximální kapilární vodní kapacity (MKVK) jsou ukazatelem schopnosti půdy hospodařit s vodou. Ty byly na střední úrovni vzhledem k půdním podmínkám stanoviště. Znamená to, že déle trvající deště způsobují horší vsakování vody. Je tedy jasné, že utužení půdy ovlivňuje nejen infiltraci vody do půdy, ale i další půdní vlastnosti jako je struktura.

Tab. 1: Vybrané fyzikální charakteristiky půdy – průměry sledovaných let

Varianty	Roky	Objemová hmotnost red.	Pórovitost	Max.kapilár. vodní kapacita	Min. vzdušná kapacita
		(g.cm ⁻³)	%	% obj.	
1	2017	1,22	56,47	37,65	18,82
	2018	1,18	57,81	38,27	19,53
	2019	1,29	54,11	38,23	15,88
	2020	1,19	54,09	39,93	14,16
2	2017	1,24	55,84	37,17	18,67
	2018	1,13	59,72	36,84	22,87
	2019	1,25	55,50	40,18	15,32
	2020	1,23	52,85	40,47	12,38
3	2017	1,12	60,13	37,71	22,42
	2018	1,06	62,23	37,81	24,43
	2019	1,18	57,68	41,45	16,23
	2020	1,13	56,45	40,86	15,59

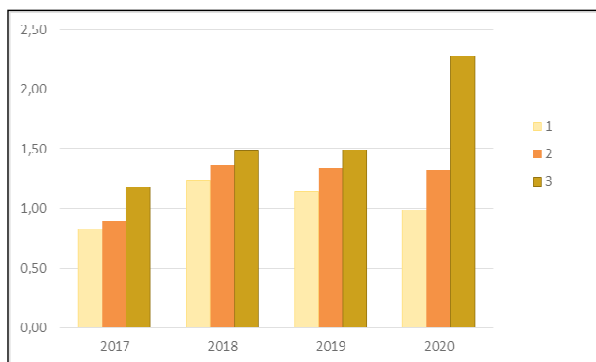
Struktura půdy, vyjádřená průměrnými hodnotami koeficientu strukturnosti (KS) z hloubek 0–0,30 m, je vyhodnocena v grafu 2. Jak je z grafu patrné hodnoty KS byly v jednotlivých



letech vždy nejvyšší u var. 3. V průběhu let se hodnoty lišily podle klimatických podmínek. Přesto je patrný vliv vyššího obsahu organické hmoty u var. 2 a 3.

Dobrou půdní strukturu lze udržovat zvyšováním obsahu humusu, což se zabezpečí organickým hnojením (jako je hnůj, kompost, kořenové zbytky, meziplodiny, posklizňové zbytky...) a zvyšováním obsahu jílnatých částic. Jílnaté částice se vyznačují velkou přitažlivou silou na svém povrchu, což působí kladně na agregaci půdních částic. Základní podmínkou je, že půda obsahuje určité množství organické substance.

Graf 2: Průměrné hodnoty koeficientu strukturnosti ve sledovaných letech



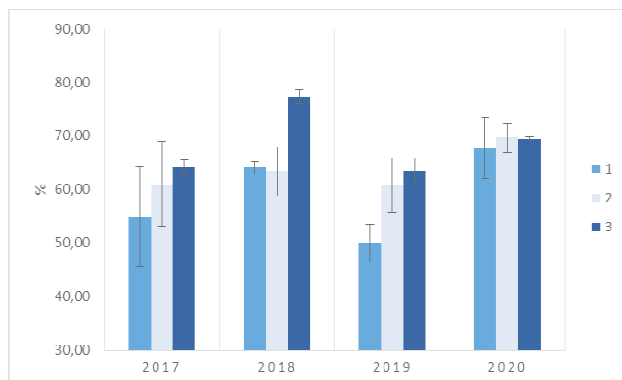
Pravidelné zásobení půdy organickou hmotou je jednou z cest k omezení vodní eroze, rychlost vsakování vody do půdy při přívalových deštích. Vlhkost půdy přímo souvisí s jejím zhutněním. Souvislost mezi utužením půdy a obsahem půdní vody byla studována řadou autorů (Badalíková a Pokorný, 2007).

Pro stanovení gravimetrické půdní vlhkosti v % hmotnostních byly odebrány sypané vzorky půdy pro doplnění vztahu k utužení půdy (tab. 2). Množství půdní vláhly se měnilo podle množství srážek v daném období a podle obsahu organické hmoty v půdě. V průměru nejvyšší obsah vody byl tedy zjištěn u variant se zapravenými organickými zbytky plodin a meziplodin (var. 2, 3).

**Tab. 2: Vlhkosti půdy (% hmot.) během sledovaných let**

Varianty	Hloubka (m)	Roky				Průměr
		2017	2018	2019	2020	
		% hmot.				
1	0,0–0,10	19,94	20,42	13,22	31,00	28,19
	0,10–0,20	18,82	19,84	17,57	36,08	30,77
	0,20–0,30	19,71	18,99	16,45	27,13	27,43
	průměr	19,49	19,75	15,82	31,40	28,80
2	0,0–0,10	18,56	21,88	21,34	29,05	30,28
	0,10–0,20	19,86	20,37	20,30	39,58	33,37
	0,20–0,30	18,78	21,74	21,27	31,74	31,18
	průměr	19,07	21,33	20,94	33,45	31,61
3	0,0–0,10	16,65	23,70	18,49	28,65	29,16
	0,10–0,20	18,50	25,16	17,84	37,64	33,05
	0,20–0,30	18,22	25,94	17,57	31,50	31,08
	průměr	17,79	24,93	17,93	32,60	31,09

Průměrné hodnoty vodostálosti půdních agregátů (VPA) během sledovaných let jsou vyhodnoceny v grafu 3 se směrodatnou odchylkou. Z grafu je patrné, že zvýšený obsah organické hmoty v půdě u variant 2 a 3 zvyšuje hodnoty VPA. Významnost směrodatné odchylky byla zjištěna mezi variantami v roce 2018 a 2019. Hodnoty VPA souvisí s půdní strukturou. Právě odolnost půdních agregátů chrání před rozrušováním půdy kapkami deště a tím i odnosem půdních částic při vodní erozi.

Graf 3: Vodostálost půdních agregátů ve sledovaných letech

2.2. Chemické vlastnosti půdy

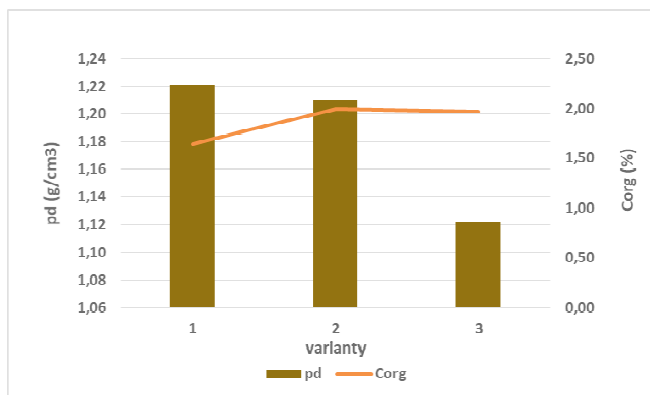
Chemické vlastnosti půdy jsou dány půdními podmínkami a hnojením jak minerálními tak organickými hnojivy. Chemické analýzy odpovídaly režimu hnojení na daném pokusném



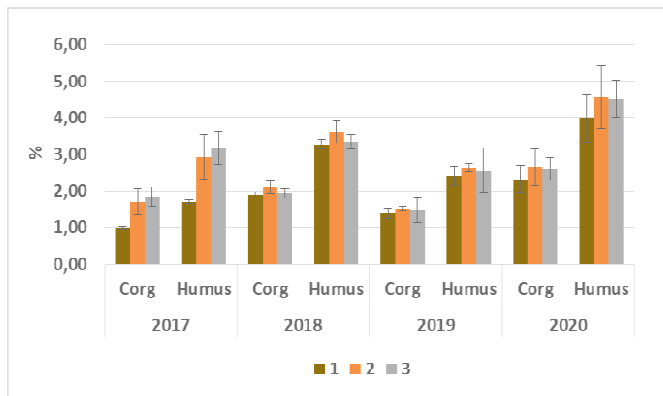
pozemku. Bylo zjištěno, že základní živiny $N_{\text{celk.}}$, P, K, Mg a pH se během sledování mezi variantami příliš nelišily. Největší rozdíly byly zaznamenány u obsahu humusu v půdě, tedy organické hmoty.

V rámci sledování erozních událostí bylo nejdůležitější sledování obsahu organické hmoty v půdě. Je známo, že degradace zemědělské půdy je důsledkem poklesu obsahu organického uhlíku (C_{org}) v půdě a zvýšení jeho akumulace v atmosféře. Kritická spodní hranice obsahu uhlíku přímo závisí na zrnitostním složení půdy a následně jejímu zhutnění. V grafu 4 je vyhodnocena souvislost mezi zhutněním (utužením) půdy (pd) a obsahem organické hmoty v půdě (C_{org}). Z grafu je patrné, že se zvyšujícím se obsahem C_{org} klesají hodnoty utužení půdy a naopak. Nižší hodnoty C_{org} byly zaznamenány u var. 1 (kontrolní) ve všech letech, proto u této varianty docházelo v jednotlivých letech k vyššímu utužení půdy.

Graf 4: Vztah mezi zhutněním půdy (pd) a obsahem C_{org} u různých variant hospodaření – průměry za sledované roky



Obsah C_{org} a z něho vypočítaný obsah humusu v půdě je uveden v grafu 5. Z výsledků je patrné, že obsah humusu se zvyšuje v průběhu let u variant s meziplojinami a zapravování zbytků předplodiny (var. 2, 3). Tomu odpovídají i vyhodnocené úsečky směrodatné odchylky, které naznačují významnost rozdílu mezi variantou kontrolní (bez meziplojiny) a variantami s meziplojinou a zapravenými zbytky rostlin.

**Graf 5: Porovnání obsahu Corg k obsahu humusu u různých variant hospodaření**

2.3. Sledování vodní eroze půdy

Sledování eroze půdy probíhalo vždy u zaseté kukuřice na siláž na svahu. Na podzim po sklizni hlavní plodiny byla zasetá směska meziplojin svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) a hořčice bílá (*Sinapis alba*), a sice u variant 2 a 3.

Abychom zjistili pokryvnost povrchu půdy meziplojinou, a tedy ochranu povrchu půdy před vodní erozí, byly varianty s meziplojinami hodnoceny na podzim, po nárůstu biomasy meziplojin, a na jaře pro posouzení ochrany povrchu půdy jejími vymrzlými zbytky. V tab. 3 jsou uvedeny výsledky hodnocení pokryvnosti povrchu půdy v jednotlivých letech na podzim a na jaře dalšího roku. Ochrana půdního povrchu byla zajištěna u variant se směskou meziplojin (var. 2, 3). Na jaře 2018 byl povrch půdy chráněn méně z důvodu rychlého zaschnutí a rozpadu organické hmoty meziplojin během zimy 2017. V roce 2019 na podzim a následující rok na jaře 2020 byla pokryvnost půdy snížena v důsledku likvidace porostů meziplojin přemnoženými hraboši (viz Obr. 6). Ve všech letech však bylo zjištěno, že pokryvnost půdy porostem meziplojin na podzim i v jarních měsících více či méně chránila povrch půdy před erozními vlivy až do zapojení porostu kukuřice. To se ukázalo při sledování erozního smyvu půdy.

**Tab. 3: Procentické hodnocení pokryvnosti povrchu půdy**

Varianta	2017	2018		2019		2020	
	podzim	jaro	podzim	jaro	podzim	jaro	podzim
1	0	0	1	18	1	0	0
2	83	10	84	93	30	30	100
3	83	10	84	80	35	25	100

Vyhodnocení erozního smyvu půdy za sledované období je uvedeno v tab. 4. V roce 2017 a 2018 nedošlo ke smyvu půdy pro malý výskyt přívalových srážek. V roce 2019 došlo ke smyvu půdy 2x během vegetace a v roce 2020 1x. K nejvyššímu smyvu půdy došlo u varianty 1 (kontrolní). U var. 3 došlo také k nepatrnému smyvu půdy pravděpodobně z důvodu nižší pokryvnosti povrchu půdy organickými zbytky rostlin.

Tab. 4: Zjištěný smyv půdy ($t \cdot ha^{-1}$) během sledovaných let – Velešovice

Varianta	Rok smyvu			
	2017	2018	2019	2020
1	0	0	2,20	0,35
2	0	0	0	0
3	0	0	0,81	0,18

Důsledek smyvu půdy je nejen odnos orniční vrstvy, ale také odnos živin a humusu, které ubývají s každým smyvem půdy. Ty je pak nutno doplňovat zvýšeným objemem minerálních a organických hnojiv, což se negativně projevuje v ekonomice podniku.

2.4. Výnosy

Rozdíly ve výnosech kukuřice na siláž mezi variantami ve sledovaných letech jsou uvedeny v tab. 5. V roce 2018 a 2019 byly zjištěny nejvyšší výnosy u var. 2 a v roce 2020 u var. 3. V průměru byly výnosy vyšší u var. 2 (přímo setá kukuřice do zbytků meziplojin) o 4,29 t/ha oproti var. 1 (kontrolní) a o 0,95 t/ha oproti var. 3 (jarní příprava). Může to být způsobené erozním vlivem, který byl největší u var. 1 a nepatrný u var. 3, což způsobilo i určitou ztrátu živin v půdě.

**Tab. 5: Výnosy kukuřice na siláž v sušině (t/ha), Velešovice**

varianta	Sklizňové roky		
	2018	2019	2020
1	19,81	20,07	19,09
2	21,72	29,94	20,19
3	18,68	26,12	24,19

3. Závěr

Zajistit ochranu půdního fondu a stabilní půdní úrodnost je úkolem každého farmáře. Kvalitním zpracováním půdy se vytvoří vhodné podmínky pro založení porostů, pro růst, vývoj a tvorbu výnosů pěstovaných plodin i pro správný průběh půdních procesů. Jedním z hlavních cílů zpracování půdy je zachování dobrých fyzikálních vlastností, na nichž je závislé nejen dobré hospodaření s půdní vodou, ale i další ukazatele půdní úrodnosti. Od toho se pak odvíjí náchylnost půdy k vodní erozi. Velmi důležité je dosáhnout optimálního obsahu organické hmoty v půdě při daném způsobu hospodaření. Podle získaných výsledků je možné zohlednit efektivní využívání organické hmoty s ohledem na konkrétní podmínky stanoviště a potřeby pěstované plodiny tak, aby se co nejvíce eliminoval smyv půdy zapříčiněný vodní erozí.

III. Srovnání novosti postupů

Získané výsledky vhodně doplňují stávající poznatky o půdoochranných technologiích se zapravováním biomasy meziplodin a jeho pozitivního vlivu na půdní prostředí. V této metodice jsou vyhodnoceny výsledky odlišného přístupu k pěstování kukuřice na svahu, které mohou způsobit zhoršení fyzikálních a chemických vlastností půdy a vést k nevratnému zhutnění (utuzení) půdy. Zhutnění půdy změní fyzikální vlastnosti půdy, tedy objemovou hmotnost, pórovitost, sníží se pohyb vody v půdě a provzdušněnost, chemické i biologické procesy v půdě, ztrácí se strukturotvornost se všemi škodlivými následky na stav půdy a následně její úrodnost. V metodice jsou uvedeny výsledky hodnocení půd, které jsou použitelné v podmínkách ČR.

IV. Popis uplatnění certifikované metodiky

Uplatnění výsledků této metodiky jsou vhodné pro zemědělce hospodařící převážně na svažitých pozemcích pro zachování správného hospodaření s využitím půdoochranných technologií. Zařazení meziplodin při pěstování kukuřice nebo jakékoliv širokořádkové



plodiny je nutností. Dále metodika přináší výsledky změn půdního prostředí při různém pěstování kukuřice na svahu se všemi důsledky, které mohou nastat při nesprávném hospodaření. Tyto výsledky budou přínosem pro zamezení degradace půdy a ochranu životního prostředí.

V. Ekonomické vyhodnocení

Finanční hodnocení ztráty odneseného objemu půdy na pozemku je možné stanovit podle hloubky orniční vrstvy, která je v daném k. ú. 0,30–0,35 m a tržní ceny ornice na 11,10 až 12,95 Kč/m³. Takto stanovené ceny ornice však nestačí na posouzení škod na půdě. Problém spočívá zejména v tom, že půdu musíme chápat jako neobnovitelný přírodní zdroj (s obnovitelnými funkcemi) a při velmi intenzivní erozi může dojít k její nenávratné ztrátě. Identifikace erozního poškození půdy pak vede ke změnám BPEJ, protože mohou nově vznikat mělké půdy, zvyšuje se skeletovitost, dobré půdy degradují na horší, čímž se snižuje produkce a zisk. Další ekonomickou ztrátou jsou nižší výnosy u varianty kontrolní s absencí organické hmoty. S průměrným výnosem 19,66 t/ha u var. 1 (kontrolní) se snížil zisk o 17 137,- Kč/ha oproti var. 2 a o 13 340,- Kč/ha oproti var. 3. Výpočty byly stanoveny na základě současné ceny podle Zprávy SZIF (Státní zemědělský intervenční fond) z 06/2020.

VI. Seznam použité související literatury

- Badalíková B., Pokorný E. (2007): Změny obsahu humusu při různém zpracování a utuženosti půdy k cukrovce. Agro, no. 4, p. 23-25
- Badalíková B., Novotná J., Pospíšilová L. (2016): Vliv zapravení organické hmoty na půdní vlastnosti a snížení vodní eroze. Uplatněná certifikovaná metodika 33/16, 41 s.
- Brant V. (2018): Systémy živého mulče. Úroda č. 7/2018, s. 12-14
- Brant V., Kroulík M., Pivec J., Zábranský P., Hakl J., Holec J., Kvíz Z., Procházka L. (2017). Splash erosion in maize crops under conservation management in combination with shallow strip-tillage before sowing. Soil & Water Res., 12: 106–116.
- Hejátková K. a kol. (2007): Kompostování přebytečné travní biomasy: Metodická pomůcka. Vyd. 1. Náměšť nad Oslavou: ZERA –Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., 2007. 76 s.
- Honsová H. (2020): Pro lepší půdní strukturu a úrodnost. Zemědělec, 42/2020, s. 23-24
- Hůla J., Badalíková B., Kovaříček P., Vlášková M., Bartlová J. (2012): Úprava fyzikálních vlastností půdy a retenční schopnosti půdy zapravením kompostů z odpadní biomasy. Uplatněná certifikovaná metodika. Praha, VÚZT, v.v.i., 2012, 29 s.



- Kovaříček P., Hůla J., Vlášková M. (2018): Organická hmota v půdě a srážky. Zemědělec, 44/2018, s. 30-31
- Kovaříček P., Gerndtová I., Hůla J., Vlášková M. (2019): Vliv hnojení kompostem na povrchový odtok vody při dešťových srážkách. Úroda č. 11/2019, s. 50-54
- Kroulík M., Zábranský P., Brant V., Petrtýl I. (2018): Zlepšování půdních vlastností a eliminace dopadů sucha. Úroda, roč. 66, č. 10, s. 33– 36.
- Kutílek M. a kol. (2000): Hydropedologie. ČVUT, Praha
- Nelson, D. W., Sommers, L. E., 1982: Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A. L., Miller, R. H., Keeney, D. R. (eds.). Methods of soil analysis. Part 2. ASA, SSSA Publ., Madison, Wisconsin. 539-579.
- Ouattara K., Ouattara B., Nybergh G., Sédogo M. P., Malmerb A. (2007). Ploughing frequency and compost application effects on soil infiltrability in a cotton–maize (*Gossypium hirsutum*–*Zea mays* L.) rotation system on a Ferric Luvisol and a Ferric Lixisol in Burkina Faso. Soil & Tillage Research, Vol. 95, iss. 1 - 2, p.288–297
- Šarapatka B., Bednář M. (2015): Assessment of potential soil degradation on agricultural land in the Czech Republic. Journal of Environmental Quality, 44: 154–161.
- Thompson A. M.; Paul A. C.; Balster N. J. (2008): Physical and hydraulic properties of engineered soil media for bioretention basins. Transactions of the ASABE, vol. 51, iss. 2, p.499–514.
- Valla, M., Kozák, J., Němeček, J., Matula, S., Borůvka, L., Drábek, O. (2000): Pedologické praktikum, Praha: ČZU, Agronomická fakulta, 148 s.

VII. Seznam publikací předcházejících metodice

- Badalíková B. (2020): Protierozní půdoochranné technologie. Úroda 11/2020, roč. LXVIII, s. 54-55
- Badalíková B. (2020): Příprava a zpracování půdy s důrazem na protierozní opatření. Úroda 1/2020, roč. LXVIII, s. 43-45
- Badalíková B., Vašínská M. (2020): Organická hmota pozitivně působí na vláhové podmínky v půdě. Agromanuál, 9-10/2020, s. 66-67
- Badalíková B., Vašínská M., Roy A., Petráčková B., Burg P. (2020): Význam organické hmoty v půdě. Úroda 12, roč. LXVIII, 2020, vědecká příloha, s. 257-262
- Badalíková B. (2019): Zařazení směsky meziplodin v rámci půdoochranné technologie. Agrární obzor 8-9/2019, s. 28-30



- Badalíková B. (2019): Protierozní půdoochranné technologie. *Zemědělský týdeník*, roč. XXII, č. 23/VI, s. 8-10
- Badalíková B. (2019): Význam hnojení kompostem. *Zemědělec* 18/2019, roč. XXVII, s. 21-22
- Badalíková B. (2019): Nárůst obsahu organické hmoty v půdě pěstováním meziplodin. *Farmář* 9/2019, roč. 25, s. 14-16
- Badalíková B. (2019): Uplatnění meziplodin a jejich přínos pro zemědělství. *Úroda* 2/2019, roč. LXVII, s. 52-53
- Badalíková B., Vašínská M. (2019): Meziplodiny chrání půdu před nadměrným výparem vody. In Sb.: *Rostliny v suchých podmínkách a klimatická změna*. Lednice 23-24. 10. 2019 *Zahradnictví*, roč. XVIII, vědecká příloha, s. 1-8
- Jaša S., Badalíková B., Červinka J. (2019): Influence of Digestate on Physical Properties of Soil in ZD Budišov. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(1): 75–83
- Badalíková B., Novotná J. (2018): Náchylnost k vodní erozi u zhutnělých půd. *Úroda* 12, roč. LXVI, 2018, vědecká příloha, s. 279-282
- Badalíková B., Novotná J. (2018): Meziplodiny a kompost omezují vodní erozi. *Agromanuál* č. 7/2018, s. 103-105
- Badalíková B., Novotná J. (2018): Influence of organic matter application into the soil on its some physical and chemical properties. In book of Abstract: "The future of long-term experiments in Agricultural science", Rothamsted Research, England, 21-23 May, s. 64
- Badalíková B., Novotná J. (2018): Změny fyzikálních vlastností půdy po aplikaci digestátu. *Agromanuál* 1/2018, roč. 13, s. 38-39
- Badalíková B., Novotná J. (2018): Význam organické hmoty při odolnosti proti suchu a protierozní ochraně půdy. *Pícninářské listy* roč. XXIV, 2018, s. 76-78.
- Jaša S., Badalíková B., Červinka J. (2018): Vliv digestátu na fyzikální vlastnosti půdy v ZD Budišov. *Úroda* 12, roč. LXVI, vědecká příloha, s. 293-296
- Novotná J., Badalíková B. (2018): The soil structure changes under varying compost dosage. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 64 (4): 143-148
- Novotná J., Badalíková B. (2018): The Influence of fallow management on soil aggregate stability. In *Proc. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM 2018*, Albena, Bulgaria, s. 243-248
- Pospíšilová L., Novotná J., Vlček V., Badalíková B., 2018: Soil inputs and dynamic of humic substances in chernozems. In *Proc. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM 2018*, Albena, Bulgaria, s. 495-501



- Badalíková B., Novotná J. (2017): Význam meziplodin v souvislosti s protierozní ochranou půdy. Úroda č. 11, roč. LXV, s. 50-52.
- Badalíková B., Novotná J. (2017): Půdoochranné obdělávání půdy u širokořádkových plodin. Úroda č. 11, roč. LXV, s. 43-44.
- Badalíková B., Novotná J. (2017): Vývoj fyzikálních vlastností půdy při aplikaci digestátu. Úroda 12, roč. LXV, vědecká příloha, s. 371-374
- Badalíková B., Novotná J. (2017): Vliv meziplodiny a aplikace kompostu na omezení vodní eroze. Úroda 12, roč. LXV, vědecká příloha, s. 375-378
- Novotná J., Badalíková B. (2017): Změny objemové hmotnosti půdy při úhorovém hospodaření. Úroda 12, roč. LXV, vědecká příloha, s. 457-460
- Novotná J., Badalíková B. (2017): Influence of soil organic matter on its water stability of soil aggregates. In Proc. 17th International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM 2017, Albena, Bulgaria, 17 (32): 323-329.
- Novotná J., Badalíková B., 2017: Jak spolu souvisí vodní eroze a objemová hmotnost půdy? Úroda 11, roč. LXV, s. 45-46.

VIII. Dedikace

Výsledek je realizační výstup řešení dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace (DKRVO), reg. č. MZE-RO1718 financovaného Ministerstvem zemědělství ČR.

IX. Jména oponentů

Ing. Michaela Smatanová, Ph.D. – posudek pracovníka příslušného odborného orgánu státní správy

Ing. Pavel Kovaříček, CSc. – oponentní posudek odborníka z oboru

**X. Přílohy - fotodokumentace:****Obr. 1: Směska mezipločin zasetá na podzim****Obr. 2: Detail směsky mezipločin****Obr. 3: Vymrzlá směska mezipločin na jaře****Obr. 4: Diskování vymrzlé mezipločiny - jaro****Obr. 5: Mělké zapravení zbytků mezipločin****Obr. 6: Zbytky nevymrzlé mezipločiny svazenky – jaro 2020 (likvidace porostu hraboši)**



Obr. 7: Zasetá kukuřice do zbytků meziplodin



Obr. 8: Erozní kapsa pro záchyt smyvu půdy



Obr. 9: Zachycený smyv půdy při erozní události během vegetace

**ZVT**| Zemědělský výzkum,
spol. s r.o. Troubsko**ZVT**| Zemědělský výzkum,
spol. s r.o. Troubsko

Vydal: Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Troubsko
Náklad: 300 výtisků
Tisk: REIS – reklamní studio, Žatčany 135
Grafická úprava: Radomír Lejska
Autoři fotografií: Barbora Badalíková, Jitka Mlénská

ISBN 978-80-88000-28-0



Zemědělský výzkum,
spol. s r.o. Troubsko

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



Zemědělský výzkum,
spol. s r.o. Troubsko

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.