



Realizační výstup výzkumného projektu č. QJ1210263 pod názvem „Agronomická opatření ke snížení vodní eroze na orné půdě s využitím zapravení organické hmoty“ financovaného MZe ČR Národní agenturou pro zemědělský výzkum - Komplexní udržitelné systémy v zemědělství „KUS“

Řešitelské organizace:

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

Uplatněná certifikovaná metodika

Metodika 33/2016

**VLIV ZAPRAVENÍ ORGANICKÉ HMOTY NA PŮDNÍ VLASTNOSTI
A SNÍŽENÍ VODNÍ EROZE**

Autorský kolektiv:

Ing. Barbora Badalíková, Ing. Jaroslava Novotná, Ph.D.,
doc., RNDr. Lubica Pospíšilová, CSc.

Metodika byla schválena MZe ČR, osvědčení č. UKZUZ 126069/2016

© Zemědělský výzkum, spol. s r. o., 2016
© Mendelova univerzita v Brně, 2016

1. vydání



Obsah

Úvod	4
I. Cíl metodiky	5
II. Vlastní popis metodiky	6
1. Materiál a metody	6
1.1. Charakteristika lokalit	7
1.2. Metodika pokusů	8
1.2.1. Metodika půdních analýz	8
1.2.2. Postup prací při zpracování půdy	10
III. Výsledky	10
2. Půdní vlastnosti	10
2.1. Fyzikální vlastnosti půdy	10
2.2. Infiltrace	21
2.3. Chemické vlastnosti půdy	22
2.3.1. Obsah živin v půdě a půdní reakce	22
2.3.2. Obsah organického uhlíku a kvalita humusu	24
3. Erozní smyv půdy	29
3.1. Hodnocení pokrývnosti povrchu půdy	29
4. Výnosy kukuřice	31
IV. Závěr	32
V. Srovnání novosti postupů	33
VI. Popis uplatnění certifikované metodiky	33
VII. Ekonomické vyhodnocení	33
VIII. Seznam použité související literatury	35
IX. Seznam publikací předcházejících metodice	36
X. Dedikace, jména oponentů	40
Přílohy – fotodokumentace	40



Úvod

Význam organického hnojení spočívá také v jeho kvalitě, množství a způsobu zapravení do půdy, což ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy a tím živinný stav pro potřebu rostlin. Přísun organického materiálu může být různý např. formou hnoje, kompostu, posklizňových zbytků, slámy či zaorávání meziplodin. Půda delší dobu nehnojená organickými hnojivy ztrácí svou úrodnost, účinek použitých minerálních hnojiv se snižuje a výnosy klesají. Průměrný obsah živin v organických hnojivech se liší podle jeho druhu. Organická hmota příznivě ovlivňuje veškeré vlastnosti půdy, zejména sorpční schopnost, tvorbu strukturních agregátů, vzdušný a tepelný režim, využitelnost živin, mikrobiální aktivitu apod. Umožňuje vázat živiny v půdě a omezit jejich ztráty vyplavováním.

Přívod 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. Další pozitivní účinek má organická hmota na snížení utuženosti a zvýšení provzdušněnosti půdy.

K úbytkům půdní organické hmoty dochází, jestliže ztráty mineralizací převyšují vklady. Děje se tak zejména působením eroze, vyšší aerací a mineralizací po odvodnění, nevhodnou kultivací a používáním nevhodných průmyslových i statkových hnojiv. Půdní organická hmota je velmi významná pro půdní úrodnost a obecně pro kvalitu půdy, protože příznivě ovlivňuje veškeré půdní vlastnosti. Je tedy nutné půdu zásobovat dostatečným množstvím organických hnojiv.

Jednou z možností řešení deficitu v bilanci organických látek v půdě a vytváření předpokladů pro udržení, případně zvýšení úrodnosti, je používání statkových a průmyslových kompostů.

Kompostování, jako racionální materiálové využití hmoty rostlinného původu, je v našich podmínkách na prvním místě v hierarchii optimálního postupu v odpadovém hospodářství při nakládání s již vzniklým biologickým odpadem (Plíva a kol., 2005).

Rychlost rozkladu různých organických zbytků je možno si vysvětlit různým poměrem uhlíku a dusíku (C:N). V kompostářské praxi vycházíme ze zjištění, že obsah uhlíku představuje cca polovinu obsahu organické hmoty (spalitelných látek). Kompostované hmoty s poměrem C:N užším než 10:1 se rozkládají velmi rychle a jsou mikrobiologicky dobře využitelné. Naopak hmoty se širokým poměrem C:N nad 50:1 se rozkládají velmi pomalu (Váňa, 1994).

Kvalita a množství zapraveného kompostu do půdy ovlivňuje fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půdy a tím i její infiltrační schopnost. Ta se liší také podle stanoviště, pěstované



plodiny a celkového zpracování půdy. Brown a Cotton (2011) zjistili, že po zapravení kompostu došlo ve srovnání s kontrolou k trojnásobnému nárůstu obsahu půdního organického uhlíku a ke zdvojnásobení mikrobiální aktivity v půdě. Kompostování je tradiční metodou pro využití odpadních organických zbytků. Aby se dosáhlo vyvážených vlastností konečného kompostu (vhodné chemické a fyzikální vlastnosti, vlastnosti potlačující fytopatogeny, vhodný stupeň humifikace, atd.), je třeba společně kompostovat různé výchozí materiály (Moral a kol., 2009). Bylo také zjištěno, že zvýšením hloubky zapravení kompostu v jílovitém nepropustném podloží došlo ke zlepšení odtoku a redukci zamokření (Whelan a kol., 2013). Mnohými autory (Ouattara a kol., 2007; Thompson a kol., 2008) bylo také zjištěno, že přidáním kompostu se zlepšují hydraulické schopnosti půdy (Jandák a kol., 2001). Pro odolnost půdy proti vodní erozi je na prvním místě správné hospodaření na daném pozemku a s tím spojené pravidelné dodávání organické hmoty do půdy, která přetvářením na humus zlepšuje půdní strukturu, snižuje její utuženost a zvyšuje infiltrační schopnost. Pokud není k dispozici organické hnojivo ve formě hnoje, je třeba využít náhradních zdrojů organické hmoty – kompost, zelené hnojení, posklizňové zbytky, meziplodiny apod.

Vodní erozi půdy je v ČR ohroženo více než polovina zemědělské půdy. Rozšiřováním osevních ploch s kukuřicí pěstovanou k energetickým účelům se zvětšuje výměra bez rostlinného pokryvu v období května a června, kdy je zvýšený výskyt přívalových dešťů. Tyto plochy jsou častým zdrojem místních povodní.

Tato metodika dává návod k uplatnění organické hmoty v půdě ve formě kompostu pro účely zlepšení půdních vlastností a tím zmírnění vodní eroze při pěstování kukuřice na svahu.

I. Cíl metodiky

Cílem metodiky je seznámení odborné veřejnosti s možnostmi využití zbytkové hmoty rostlinného původu ve formě kompostu při zlepšování půdní úrodnosti. Komposty lze uplatnit pro rekultivaci antropogenně poškozených ploch v zemědělské krajině, při půdoochranných technologiích nebo jako náhradu chybějící organické hmoty v půdě. Je tak možno eliminovat negativní vlivy související s odnosem půdy a tím živin, s úbytkem půdní vláhly a dalšími nežádoucími dopady na půdu a krajinu. Pravidelné dodávání organické hmoty do půdy formou kompostu je jedním z faktorů stabilizujících půdní vlastnosti, což vede ke zlepšení strukturního stavu půdy, čímž se přispívá ke snížení zhutnění půd, zvýšení infiltrační a retenční schopnosti půdy, zvyšování odolnosti půdy proti vysychání půdy a následně proti erozi.



II. Vlastní popis metodiky

1. Materiál a metody

Pokus probíhal v letech 2012 – 2016 na třech poloprovozních pokusech s odlišnými půdními a klimatickými podmínkami, a sice:

Experimentální lokality

1. Velešovice, okr. Vyškov – společnost Rakovec, a.s. (Obr. 1)
2. Malonty, okr. Český Krumlov – pozemky ekologické zemědělské společnosti Bemagro a.s. (Obr. 2)
3. Desky, okr. Český Krumlov – pozemky ekologické zemědělské společnosti Bemagro a.s. (Obr. 3)

Variety pokusu – Velešovice:

bez meziplodiny

Varianta 1: kontrola - bez kompostu, na jaře setí kukuřice

Varianta 2: na podzim zapravení kompostu 20 t / ha, na jaře setí kukuřice

Varianta 3: na podzim zapravení kompostu 40 t / ha, na jaře setí kukuřice

s meziplojinou

Varianta 4: kontrola - bez kompostu, koncem srpna setí meziploidy (svazanka vratičolistá), na jaře přímé setí kukuřice

Varianta 5: na podzim zapravení kompostu 20 t / ha + setí meziploidy (svazanka vratičolistá), na jaře přímé setí kukuřice

Varianta 6: na podzim zapravení kompostu 40 t / ha + setí meziploidy (svazanka vratičolistá), na jaře přímé setí kukuřice

Sledování probíhalo celé období řešení projektu v monokultuře kukuřice na siláž.

Variety pokusu – Malonty:

Varianta 1: na podzim zapravení kompostu 30 t / ha

Varianta 2: kontrola - bez kompostu

Sledování probíhalo během řešitelského období podle daného osevního postupu: 2012 – pšenice ozimá, 2013 – oves jarní, 2014 – triticales, 2015 – pšenice dvouzrnka, 2016 – ječmen jarní

Variety pokusu – Desky:

Varianta 1: na podzim zapravení kompostu 36 t / ha

Varianta 2: kontrola - bez kompostu

Sledování probíhalo během řešitelského období podle daného osevního postupu:

2012 – pohanka, 2013 – špalda, 2014 – oves jarní, 2015 – triticales, 2016 – jetelotráva

1.1. Charakteristika lokalit

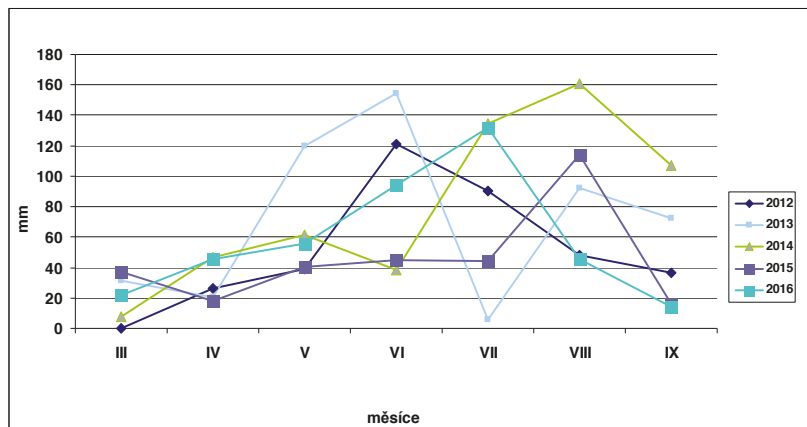
Půdní a klimatické podmínky

Lokalita Velešovice: nachází se v řepářské výrobní oblasti, v nadmořské výšce 228 m a patří do klimatické oblasti T2 – teplé, mírně suché s dlouhodobým ročním průměrem srážek kolem 490 mm a dlouhodobou průměrnou roční teplotou 8,7⁰ C. Měsíční úhrn srážek ve vegetačním období během sledovaných let je uveden v grafu 1.

Půdní podmínky (Obr. 4): černozem karbonátová, zrnitostním složením se jedná o půdu jílovitohlinitou, těžkou. Aktivní i výměnná půdní reakce je alkalická. Obsah humusu byl zjištěn střední (2,7 % v ornici). Stabilní formy organického uhlíku jsou představeny sumou HL, HK a FK. Ve frakčním složení je vyrovnaný obsah huminových kyselin a fulvokyselin. Poměr HK/FK je kolem 1 a jedná se o fulvátně-humátní typ humusu. Stupeň humifikace je nízký do 20 %. Absorbance HL v UV-VIS oblasti spektra je střední a barevný index $Q_{4/6}$ je nízký, což je charakteristické pro zralé huminové kyseliny.

Graf 1: Měsíční suma srážek ve vegetačním období (březen – září)

Velešovice, 2012 – 2016





Lokalita Malonty a Desky: se nachází na pokraji chráněné krajinné oblasti Novohradských hor v nadmořské výšce 690 m, patří do klimatické oblasti MCH – mírně chladný, vlhký, s dlouhodobým ročním průměrem srážek kolem 700 mm a dlouhodobou průměrnou roční teplotou 5,5⁰ C.

Půdní podmínky – Malonty (Obr. 5): kambizem modální, podle zrnitostního složení představuje půdu středně těžkou, písčitolinitou – obsah humusu byl zjištěn dobrý (3,7 % v ornici). Stabilní formy organického uhlíku jsou představeny sumou HL, obsahem HK a FK. Krátkou frakcionací byl zjištěn vyrovnaný obsah HK a FK, poměr HK/FK je 1. Jedná se o fulváto-humátový typ humusu. Stupeň humifikace byl zjištěn nízký (do 20 %). Absorbance HL v UV-VIS oblasti spektra je střední nižší. Hodnoty barevného indexu ($Q_{4/6}$) jsou vysoké (> 4).

Půdní podmínky – Desky (Obr. 6): kambizem oglejená, podle zrnitostního složení představuje půdu středně těžkou, písčitolinitou – obsah humusu byl zjištěn dobrý (3,8 % v ornici). Stabilní formy organického uhlíku jsou představeny sumou humusových látek (HL), obsahem huminových kyselin (HK) a fulvokyselin (FK). Krátkou frakcionací byl zjištěn vyrovnaný obsah HK a FK a poměr HK/FK byl větší než 1 (1,13). Kvalita humusu je střední a jedná se o fulvátně-humátový typ humusu. Stupeň humifikace byl vypočítán jako procentuální poměr obsahu HK/C_{org} . Můžeme ho hodnotit jako střední (20 – 30 %). Absorbance HL v UV-VIS oblasti spektra je střední nižší. Hodnoty barevného indexu ($Q_{4/6}$) jsou vysoké (> 4).

1.2 Metodika pokusů

1.2.1 Metodika půdních analýz

Fyzikální vlastnosti půdy byly zjištěny z odebraných půdních vzorků v neporušeném stavu do tzv. Kopeckého fyzikálních válečků, vyrobených z nerezové oceli o objemu 100 cm³ s maximální výškou 5 cm a zahrnují 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 a na konci vegetačního období, vždy ze třech hloubek 0-10, 10-20 a 20-30 cm.

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 0-30 cm (ornice) a 30-60 cm (podorniči). Vodostálost půdních agregátů byla zjišťována metodou mokrého prosévání (Kandeler, 1996). Byl



stanoven procentický podíl nerozpuštěných agregátů z celkové navážky vzorku podle daného vzorce: $\% \text{ SAS} = ((M_2 - M_3) / W - (M_3 - M_1)) \cdot 100$.

Obsah vody (hmotnostní %) v půdě byl zjišťován gravimetrickou metodou z hloubek 0-5, 5-10, 10-20 a 20-30 cm.

Struktura půdy byla stanovena prosíváním suché zeminy na sítích o průměrných otvorech 0,25, 0,5, 2, 5, 10, 20 mm. Vzorky byly odebírány ze dvou hloubek, a sice 0-15 a 15-30 cm 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). Čím je vyšší koeficient strukturnosti, tím je lepší struktura půdy.

Penetrometrický odpor půdy byl měřen mechanickým penetrometrem v pěti opakováních, po pěti cm do hloubky 35 cm. Měření je založeno na zjišťování síly nutné k zatlačení normovaného ocelového kužele do půdy. Jeho výhodou je vysoká exeditivnost a možnost okamžitého vyhodnocení výsledků pro sledovaný profil. Měření probíhalo na začátku a na konci vegetačního období.

Měření infiltrace bylo prováděno pomocí minidisku. Minidiskový infiltrometr umožňuje nastavit a po dobu měření udržovat mírný podtlak na jeho spodním okraji v rozsahu tlakových výšek -0.5 cm až -6 cm. Výsledkem měření je časová posloupnost zainfiltrovaných objemů vody. Měření bylo zaznamenáváno každých 30 s po dobu minimálně 0,5 hod. ve třech opakováních, na začátku a na konci vegetace. Infiltrační hodnoty křivek byly přepočítány na hydraulickou nenasyčenou vodivost (Kh).

Chemické analýzy pro zjištění základního obsahu živin v půdě byly odebírány vzorky ze dvou hloubek: 0-0,15 a 0,15-0,30 m. Vzorky byly odebírány současně se vzorky pro stanovení obsahu humusu vždy na začátku a na konci vegetace. 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 Kjedhahla (vyjádřen v %). Kationová výměnná kapacita byla zjištěna podle Kappena. Celkový obsah uhlíku (C_{ox}) byl stanoven oxidimetrickou titrací podle Nelson a Sommers (1982) a přepočten daným koeficientem na humus, humusové látky (HL) byly extrahovány směsí 0,1M pyrofosforečnanu sodného a 0,1M NaOH (Kononová a Bělčíková, 1963). Pro určení kvality humusu byl zjištěn poměr huminových kyselin k fulvokyselinám z tabelární závislosti na barevném koeficientu Q4/6 podle absorbance v UV-VIS oblasti spektra.



Na lokalitě Velešovice byly sledovány výnosy kukuřice na siláž u variant bez mezplodiny. Sklizeň vzorků probíhala ručně z 15 rostlin z každé varianty a přepočtena na ha. Byla zjištěna vlhkost a hmotnost zelené hmoty a po vypočítání sušiny byl přepočten výnos na ha v sušině.

Sledování smyvu půdy v období přívalových dešťů byl zjišťován zachytnými kapsami (o šířce 1 m) speciálně upravenými pro zadržení smyté půdy s možností volného odtoku vody. Do vnitřní části kapsy se vložila speciální hustá tkanina, která zachycuje půdní splaveniny, přičemž výluhová voda odtéká průtočnými otvory v zadní části. Zachycený obsah splavenin se odebral, vysušil, zvážil a přepočtl na množství smyté půdy na jednotku plochy. Ze smyté půdy byl analýzami zjištěn obsah živin, pH a obsah humusu. Smyv půdy byl zjišťován pouze na lokalitě Velešovice.

1.2.2 Postup prací při zpracování půdy

Velešovice

Po sklizni kukuřice podmítka diskovým nářadím, zapravení dané dávky kompostu radličkovým podmítačem do hloubky cca 15 – 18 cm, současné urovnání smykovým nářadím, zaválení – upravení hrud a zavláčení, při seti mezplodiny s přídatnou výsevní skříňkou vyseta mezplodina hned za radlicemi jedním pojezdem a zaválení.

Malonty, Desky

Po sklizni hlavní plodiny na podzim – podmítka pluhem do 10 cm, vláčení, rozmetání kompostu, zapravení pluhem do 15 cm, příprava půdy kompaktozem, seti ozimů, válení rýhovým válcem, během podzimu prutové brány pro pletí; pokud jde o jarní plodinu tak předseťová orba do 15 cm, příprava kompaktozem, seti jařiny, válení rýhovým válcem, použití prutových brán k pletí.

III. Výsledky

2. Půdní vlastnosti

2.1 Fyzikální vlastnosti půdy

Výsledky půdních fyzikálních vlastností z neporušených půdních vzorků za sledované roky jsou uvedeny v tab. 1 – 3. Tabulka 1 obsahuje průměrné hodnoty základních fyzikálních vlastností půdy na lokalitě Velešovice. Nejdůležitějším ukazatelem je objemová hmotnost redukovaná (O_{Hr}). Ta se snižovala od roku 2015 u všech variant, více však u variant s kompostem. V roce 2014 byla překročena mezní hodnota O_{Hr} pro tento druh půdy



(1,40 g.m⁻³) u varianty kontrolní. Nejnižší OHR byla zjištěna v roce 2016 u všech variant. Tomu odpovídaly i hodnoty pórovitosti, které jsou v opačné korelaci s OHR. Ostatní faktory byly přibližně na obdobné úrovni. Max. kapilární kapacita (MKK) byla v průměru let nejlepší u varianty se střední dávkou kompostu. Minim. vzdušná kapacita (MVK) byla v průměru let nejvyšší u varianty s vyšší dávkou kompostu.

Tab. 1: Fyzikální vlastnosti půdy za sledované roky, Velešovice 2013 - 2016

Varianta	Roky	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
Kontrola	2013	1,42	46,95	28,54	18,41	34,33	12,61
	2014	1,46	45,70	28,46	17,24	34,48	11,22
	2015	1,33	50,40	29,47	20,93	38,56	11,84
	2016	1,19	55,71	22,15	33,56	37,03	18,69
Kompost 20 t	2013	1,33	49,93	30,88	19,06	36,17	13,76
	2014	1,37	48,58	29,30	19,29	35,43	13,15
	2015	1,28	51,87	29,20	22,68	39,67	12,21
	2016	1,23	53,90	23,52	30,38	37,17	16,73
Kompost 40 t	2013	1,29	51,69	29,77	21,91	36,43	15,26
	2014	1,33	50,20	31,20	19,00	35,70	14,51
	2015	1,26	52,62	31,47	21,15	38,88	13,73
	2016	1,20	54,90	20,91	33,99	35,42	19,49

V tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty fyzikálních vlastností dle Kopeckého z lokality Malonty. Zde byly porovnávány pouze 2 varianty, a to s kompostem a bez kompostu. Bylo zjištěno, že varianta se zapraveným kompostem měla po celou dobu řešení nižší OHR, tím vyšší pórovitost a vyšší MKK i MVK.

Tab. 2: Fyzikální vlastnosti půdy za sledované roky, Malonty 2013 - 2016

Varianta	Roky	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
Kompost	2013	1,24	52,91	32,10	20,80	43,61	9,30
	2014	1,46	44,34	27,13	17,21	36,14	8,20
	2015	1,26	51,73	24,78	26,95	42,41	9,32
	2016	1,32	49,66	27,50	22,16	42,05	7,61
Kontrola	2013	1,33	49,49	30,46	19,03	41,91	7,58
	2014	1,55	41,01	27,57	13,44	33,88	7,13
	2015	1,35	48,80	22,90	25,90	42,74	6,06
	2016	1,34	49,09	26,26	22,83	40,90	8,19

Obdobné výsledky byly dosaženy i na lokalitě Desky. Jak představuje tab. 3 hodnoty OHR byly vždy nižší u varianty s kompostem. Ostatní veličiny odpovídaly zjištěné OHR.

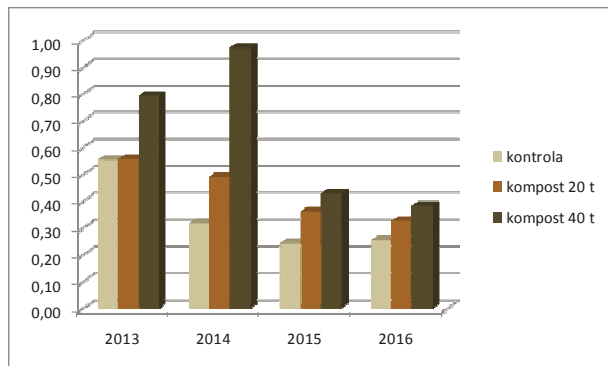


Tab. 3: Fyzikální vlastnosti půdy za sledované roky, Desky 2013 – 2016

Varianta	Roky	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
Kompost	2013	1,29	50,91	31,57	19,34	41,81	9,09
	2014	1,42	45,67	26,08	19,58	34,61	11,06
	2015	1,37	47,87	19,41	28,46	34,47	13,41
	2016	1,28	55,27	28,01	27,26	42,74	12,52
Kontrola	2013	1,27	51,41	33,74	17,67	43,08	8,33
	2014	1,46	44,36	22,63	21,73	31,97	12,39
	2015	1,46	44,26	18,98	25,27	38,89	5,37
	2016	1,33	49,28	28,23	21,05	42,99	6,29

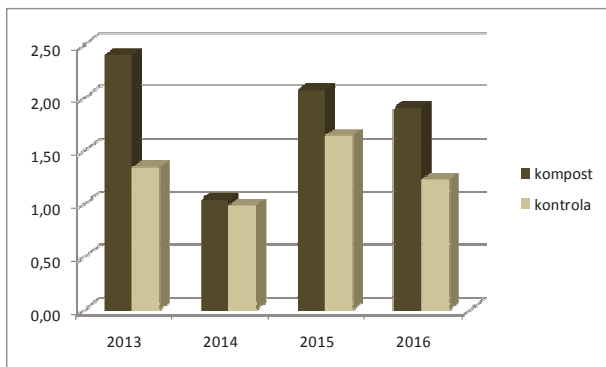
Kvalita půdní struktury se vyjadřuje jako vypočítaná hodnota koeficientu strukturnosti (KS). Hodnoty koeficientu strukturnosti jsou vyjádřeny graficky. Jak uvádí graf 2 zlepšení půdní struktury na lokalitě Velešovice se projevilo vždy u variant s kompostem, v roce 2013 a 2014 došlo k výraznému zlepšení u varianty 3 (kompost 40 t). Projevil se zde ale i významně ročník, kdy v roce 2015 a 2016 došlo ke snížení hodnot koeficientu strukturnosti (KS), v důsledku nízkého úhrnu srážek, vyššího utužení půdy a tím špatného růstu kukuřice. To vše se způsobilo zhoršení strukturních podmínek. Je však třeba zdůraznit, že lepší půdní struktura byla i v těchto nepříznivých letech u variant s kompostem oproti kontrolní bez kompostu. Půdní struktura na této lokalitě byla celkově na horší úrovni, KS nepřesáhla hodnotu 1, takže se jedná o půdu nestrukturní.

Graf 2: Koeficient strukturnosti za sledované roky, Velešovice 2013 – 2016



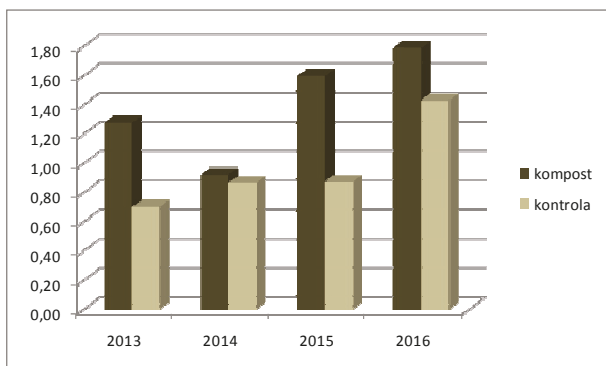
Na lokalitě Malonty (graf 3) jsou výsledky jednoznačné, lepší a vyrovnanější hodnoty půdní struktury byly u varianty se zapraveným kompostem. V roce 2014 došlo ke snížení KS v důsledku nepříznivých půdních podmínek během vegetace, pozemek zde byl podmáčený.

Graf 3: Koefficient strukturnosti za sledované roky, Malonty 2013 – 2016



Tento negativní jev se projevil obdobně i na lokalitě Desky (graf 4) ze stejné oblasti Novohradských hor. Na lokalitě Desky vycházely také hodnoty KS vždy vyšší u varianty s kompostem. Půdní struktura na obou těchto lokalitách je na dobré úrovni, protože KS přesahuje ve většině měření hodnotu 1.

Graf 4: Struktura půdy za sledované roky, Desky 2013 – 2016



Vodostálost půdních agregátů souvisí právě se strukturou a dalšími fyzikálními vlastnostmi.

Vodostálost byla zjišťována pouze na lokalitě Velešovice, a sice v jarním a podzimním období. V tab. 4 jsou uvedeny hodnoty vodostálosti v roce 2013. Nejlepší vodostálost půdních agregátů byla zjištěna u varianty 3 (s vyšší dávkou kompostu na začátku vegetace). Na konci vegetace byly rozdíly mezi varianty menší, ale přesto byly zjištěny vyšší hodnoty u variant se zapraveným kompostem (var. 2, 3) ve srovnání s kontrolní variantou.

**Tab. 4: Vodostálost půdních agregátů – Velešovice 2013**

varianta	hloubka (m)	vodostálost (%)		
		začátek vegetace	konec vegetace	průměr
kontrola	0-0,15	46,24	50,90	48,57
	0,15-0,30	51,62	62,66	57,14
	průměr	48,93	56,78	52,86
kompost 1	0-0,15	61,77	66,85	64,31
	0,15-0,30	70,22	68,25	69,23
	průměr	66,00	67,55	66,77
kompost 2	0-0,15	65,99	60,00	63,00
	0,15-0,30	68,60	58,64	63,62
	průměr	67,30	59,32	63,31

V roce 2014 (tab. 5) došlo k mírnému snížení vodostálosti půdních agregátů u všech hodnocení variant pokusu oproti roku 2013. Nejvyšších průměrných hodnot vodostálosti půdních agregátů bylo dosaženo u varianty s vyšší dávkou kompostu (var. 3), nejnižší hodnoty byly zjištěny u varianty kontrolní. Jarní odběry dosahovaly vyšších hodnot vodostálosti půdních agregátů než podzimní, s výjimkou spodní části ornice u var. 3. U variant ošetřených kompostem bylo dosaženo průměrně vyšších hodnot vodostálosti půdních agregátů ve srovnání s kontrolou.

Tab. 5: Vodostálost půdních agregátů – Velešovice 2014

varianta	hloubka (m)	vodostálost (%)		
		začátek vegetace	konec vegetace	průměr
kontrola	0-0,15	67,69	36,38	52,04
	0,15-0,30	49,20	49,97	49,59
	průměr	58,45	43,18	50,81
kompost 1	0-0,15	57,11	43,44	50,28
	0,15-0,30	60,27	50,09	55,18
	průměr	58,69	46,77	52,73
kompost 2	0-0,15	60,17	51,56	55,87
	0,15-0,30	40,71	71,54	56,12
	průměr	50,44	61,55	55,99

Průměrné hodnoty vodostálosti půdních agregátů v roce 2015 jsou uvedeny v tab. 6. V tomto roce došlo ke zvýšení vodostálosti půdních agregátů u všech variant pokusu oproti předešlému roku. Nejvyšších průměrných hodnot vodostálosti půdních agregátů bylo dosaženo u varianty s vyšší dávkou kompostu (var. 3), nejnižší hodnoty byly zjištěny u varianty kontrolní. Podle klasifikační stupnice zastoupení vodostálosti půdních agregátů byly zjištěné hodnoty na vysoké úrovni. Jarní odběry dosahovaly nižších hodnot vodostálosti



půdních agregátů než podzimní, a to v ornici i podorničí. U variant se zapraveným kompostem bylo dosaženo průměrně vyšších hodnot vodostálosti půdních agregátů ve srovnání s kontrolou.

Tab. 6: Vodostálost půdních agregátů – Velešovice 2015

varianta	hloubka (m)	vodostálost (%)		
		začátek vegetace	konec vegetace	průměr
kontrola	0-0,15	46,35	63,47	54,91
	0,15-0,30	64,65	64,94	64,80
	průměr	55,50	64,21	59,85
kompost 1	0-0,15	62,95	68,42	65,69
	0,15-0,30	57,79	61,96	59,88
	průměr	60,37	65,19	62,78
kompost 2	0-0,15	62,58	73,18	67,88
	0,15-0,30	69,92	71,97	70,95
	průměr	66,25	72,58	69,41

V tab. 7 jsou uvedeny hodnoty vodostálosti půdních agregátů v roce 2016. Z tabulky je patrné, že hodnoty na začátku vegetace byly na obdobné úrovni u všech variant, na konci vegetace byly hodnoty vodostálosti u variant s aplikovaným kompostem vyšší oproti kontrolní variantě.

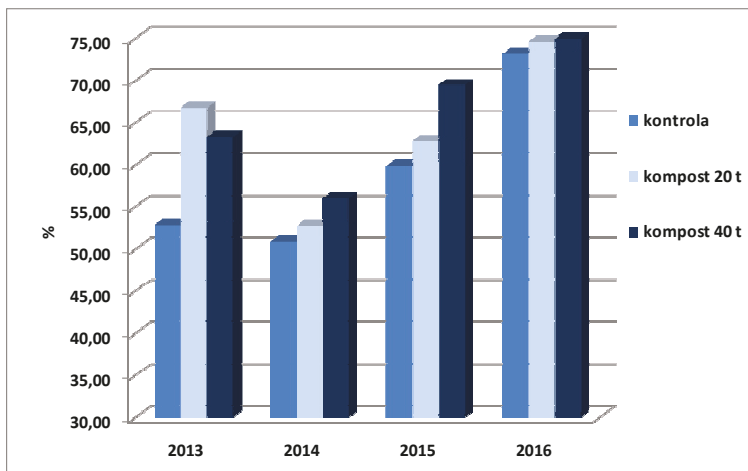
Tab. 7: Vodostálost půdních agregátů – Velešovice 2016

varianta	hloubka (m)	vodostálost (%)		
		začátek vegetace	konec vegetace	průměr
kontrola	0-0,15	69,32	69,11	69,22
	0,15-0,30	77,53	76,59	77,06
	průměr	73,43	72,85	73,14
kompost 20 t	0-0,15	67,36	71,95	69,65
	0,15-0,30	79,22	79,63	79,43
	průměr	73,29	75,79	74,54
kompost 40 t	0-0,15	64,03	74,12	69,07
	0,15-0,30	81,80	79,73	80,76
	průměr	72,91	76,92	74,92

Graf 5 prezentuje zprůměrované hodnoty vodostálosti půdních agregátů na lokalitě Velešovice za jarní a podzimní období. Od roku 2014 se hodnoty vodostálosti zvyšovaly sice u všech variant, ale nejvíce u varianty s nejvyšší dávkou zapraveného kompostu. Je tedy patrný pozitivní vliv kompostu i na tuto půdní vlastnost. Stabilita půdních agregátů je jedním z rozhodujících faktorů ovlivňujících odolnost půdy vůči vodní erozi (Hammad et al., 2005).

z rozhodujících faktorů ovlivňujících odolnost půdy vůči vodní erozi (Hammad et al., 2005). V půdním profilu se liší v závislosti na výskytu odlišných forem CaCO_3 , na přítomnosti oxidů železa, přítomnosti jílu a pH_{KCl} (Kodešová et al., 2009).

Graf 5: Průměrné hodnoty vodostálosti půdních agregátů – Velešovice 2013 – 2016



V tab. 8 je uvedeno vyhodnocení kvality půdní struktury ve vztahu s vodostálosti (Bartlová a kol., 2015).

Podle tabulky je kvalita půdní struktury na lokalitě Velešovice střední až vysoká, v roce 2016 u var. 3 až velmi vysoká. Koeficient strukturnosti zjištěný proséváním není sice nad hodnotu 1, ale musíme zohlednit, že struktura je závislá na půdním typu a druhu, na obsahu organických látek, na zpracování půdy a další.

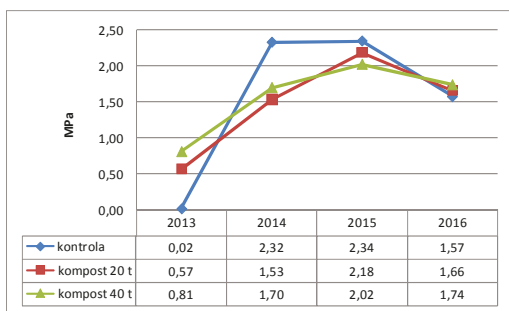
Tab. 8: Hodnocení kvality struktury podle vodostálosti agregátů

Vodostálost (%)	Kvalita struktury
pod 18	velmi nízká
18,1–34,0	nízká
34,1–50,0	střední
50,1–66,0	vysoká
nad 66,1	velmi vysoká

(Bartlová a kol., 2015)

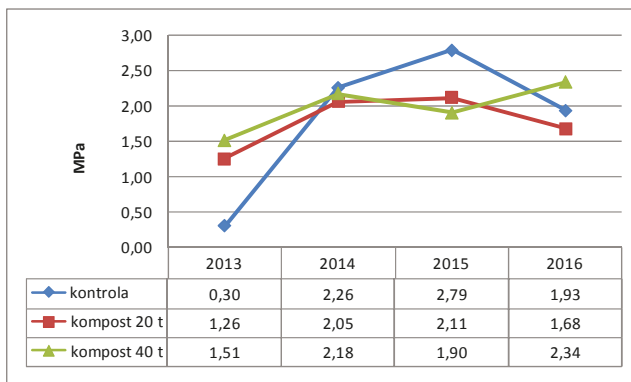
Penetrometrický odpor půdy (POP) byl měřen v pěti opakováních na všech sledovaných lokalitách. Graf 6 ukazuje průběhy penetrometrických odporů v jednotlivých letech. Hodnoty v hloubce 0-15 cm se pohybují od 0,02 po 2,34 MPa, v hloubce 15-35 cm pak od 0,30 po 2,79 MPa (graf 7). Z výsledků je patrné, že v žádném roce ani variantě nedošlo k překročení kritického odporu 3,5 MPa podle Lhotského (2000).

**Graf 6: Průměrné hodnoty penetrometrického odporu půdy – hloubka 0 – 15 cm
Velešovice 2013 – 2016**



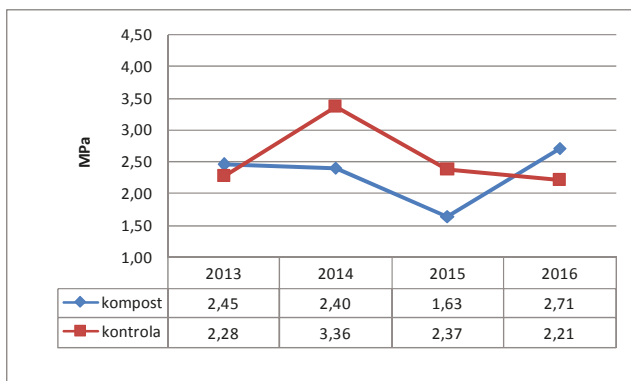
Rozdíl POP v hloubkách orničního profilu ukazuje na významný vliv používaných technologií na kvalitu půdy. Dříve se předpokládalo, že k tvorbě pedokompakcí dochází především v podorničí (30 – 40 cm), a to z důvodu stejné hloubky orby. Dnes, pravděpodobně v důsledku mělkého zpracování půdy, se hloubka postupného zhoršování fyzikálních vlastností posouvá do orniční vrstvy. Pokud by proces pokračoval, bude snižována mocnost orničního profilu s nepříznivými důsledky, jako je: větší závislost pěstovaných plodin na meteorologických podmínkách, zvyšování výnosové variability, zvýšení vodní eroze atd.

**Graf 7: Průměrné hodnoty penetrometrického odporu půdy – hloubka 15 – 35 cm
Velešovice 2013 – 2016**

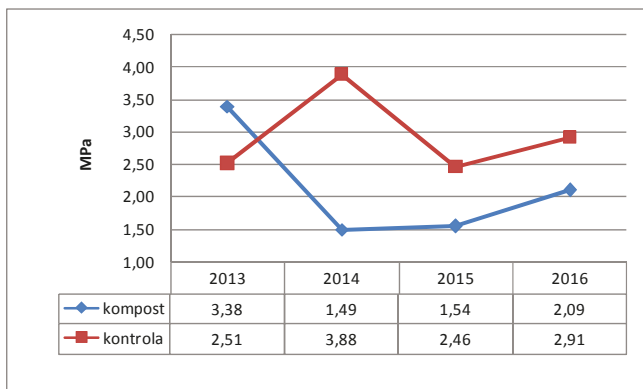


Porovnání průměrných výsledků POP na lokalitě Malonty představuje graf 8 a 9. Hodnoty v hloubce 0 – 15 cm se pohybují od 1,63 po 3,36 MPa (graf 8) a v hloubce 15 – 35 cm od 1,49 po 3,88 MPa (graf 9). Protože na této lokalitě jde o půdu písčitolinitou, kde kritická hranice POP je 4,5 MPa, nebyla kritická hodnota překročena.

**Graf 8: Průměrné hodnoty penetrometrického odporu půdy – hloubka 0 – 15 cm
Malonty 2013 – 2016**

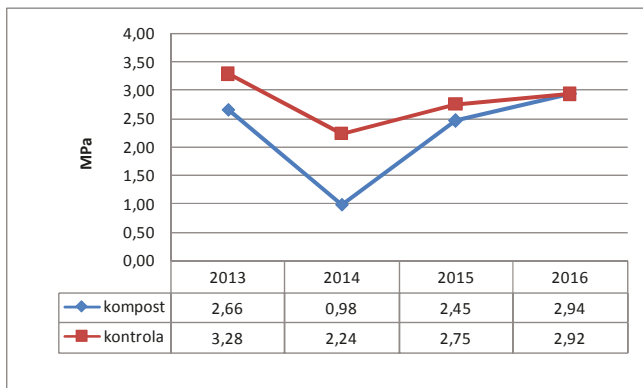


**Graf 9: Průměrné hodnoty penetrometrického odporu půdy – hloubka 15 – 35 cm
Malonty 2013 – 2016**

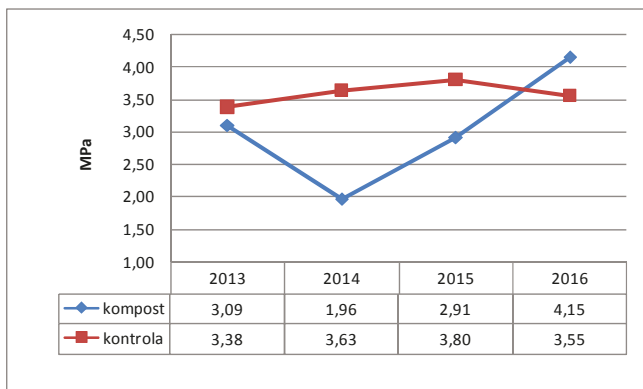


Porovnáním průměrných výsledků penetrometrických odporů z pozemku na lokalitě Desky (graf 10, 11) můžeme konstatovat, že v ornici i podorniči nedošlo k překročení kritické hodnoty POP. Přesto ale výsledky naznačují, že naměřené hodnoty POP byly celkově vyšší než na lokalitě Malonty.

**Graf 10: Průměrné hodnoty penetrometrického odporu půdy – hloubka 0 – 15 cm
Desky 2013 – 2016**

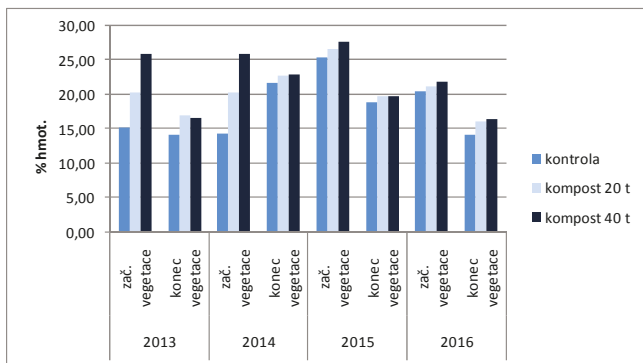


**Graf 11: Průměrné hodnoty penetrometrického odporu půdy – hloubka 15 – 35 cm
Desky 2013 – 2016**

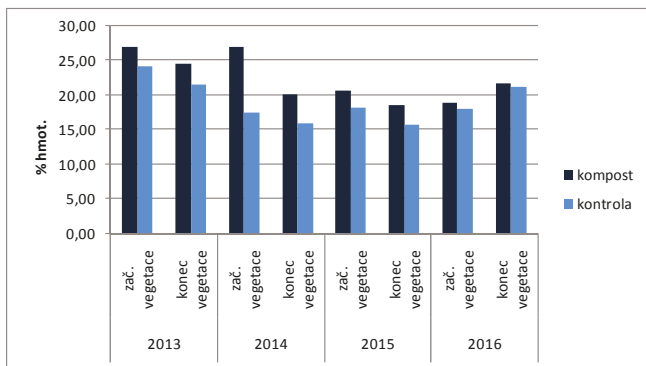


Vlhkosti půdy v hmotnostních %, naměřené ze sypaných vzorků půdy na sledovaných stanovištích odpovídaly klimatickým poměrům v daném roce. Hodnoty vlhkosti půdy zjišťované gravimetricky jsou uvedeny v grafech 12 – 14. Tyto hodnoty vesměs korelují s variantami na všech lokalitách. Tam, kde byl zapraven kompost, byly hodnoty půdní vlhkost vyšší ve srovnání s kontrolou bez kompostu. Celkové snížení nebo zvýšení hodnot vlhkosti bylo dáno množstvím srážek během vegetačního období. Na začátku vegetačního období byly většinou naměřeny vyšší hodnoty půdní vlhkosti než na konci vegetace.

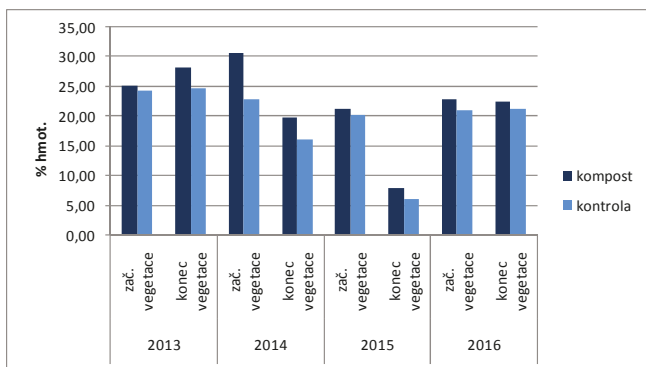
Graf 12: Průměrné hodnoty vlhkosti půdy z hloubek 0 – 30 cm, Velešovice 2013 – 2016



Graf 13: Průměrné hodnoty vlhkosti půdy z hloubek 0 – 30 cm, Malonty 2013 – 2016



Graf 14: Průměrné hodnoty vlhkosti půdy z hloubek 0 – 30 cm, Desky 2013 – 2016



2.2. Infiltrace

Infiltrační schopnost půdy představuje jeden z významných faktorů při ochraně půdy před vodní erozí. Nedostatečné infiltrační vlastnosti půdního povrchu omezují však vody do půdy, což v kombinaci s vysokou intenzitou dešťových srážek (nebo jejich delším trváním) může zapříčinit vznik povrchového odtoku a s ním spojené negativní erozní jevy.

Infiltrace byla zjišťována pouze na lokalitě Velešovice. Infiltrační hodnoty křivek byly přepočítány na hydraulickou nenasycenou vodivost (K_h), kterou přehledně uvádí tab. 9 za všechny sledované roky. Podle Gardnera a kol. (1999) byla infiltrační schopnost nenasyceného půdního profilu vodou nízká – velmi nízká ve všech letech i variantách. Výsledky odpovídají charakteristice půdy – těžší půda jílovitohlinitá. Lepší infiltrace byla zjištěna u varianty 2 (nižší dávka kompostu), což potvrdilo i statistické hodnocení v tab. 10.



Statisticky významný rozdíl byl zjištěn pouze mezi variantami, a to mezi var. 2 a var. 1 kontrolní.

Tab. 9: Hodnoty Kh - hydraulická nenasycená vodivost (mm/min.)

varianta	vegetační období	2013	2014	2015	2016
kontrola	A	0,07	0,20	0,09	0,05
	B	0,12	0,04	0,14	0,04
kompost 20 t	A	0,25	0,09	0,16	0,08
	B	0,18	0,11	0,35	0,08
kompost 40 t	A	0,15	0,08	0,02	0,07
	B	0,02	0,23	0,21	0,08

legenda: A - počátek vegetace; B- konec vegetace

Tab. 10: Jednorozměrný test významnosti pro Kh (mm.min)

varianta	Kh (mm/min)			
kontrola	0,097282	****		a
kompost 20 t	0,172412		****	b
kompost 40 t	0,106879	****	****	ab

Průměrné hodnoty indikované různými písmeny jsou statisticky rozdílné ($P = 0,01$)

2.3. Chemické vlastnosti půdy

Z chemických vlastností půdy byly sledovány základní živiny N, P, K, Mg, Ca podle Melicha III, pH_{KCl} – výměnné, obsah celkového C a kvalita humusu.

2.3.1. Obsah živin v půdě a půdní reakce

Obsah živin během sledovaných let na lokalitě Velešovice je uveden v tab. 11. Z výsledků je patrné, že pH se měnilo více u variant s kompostem, což mohlo být způsobeno složením kompostu. Půdní reakce se pohybovala v oblasti neutrální až slabě alkalická. Obsah celkového N (Nc) se zvyšoval během let nejvíce u varianty s vyšší dávkou kompostu. Obsah přístupného K byl v průměru vyšší u variant s kompostem, obsah přístupného Mg byl v průměru nejvyšší u varianty s nejvyšší dávkou kompostu, obsah přístupného P byl celkově velmi nízký u všech variant, nejvyšší byl u varianty s nejvyšší dávkou kompostu. Obsah přístupného Ca byl zjištěn nejvyšší u varianty kontrolní, což odpovídá vázání fosforu, který se stává méně přístupný pro rostliny. Obsah celkového uhlíku a kvalita humusu je hodnocena samostatně.



Tab. 11: Chemické analýzy půdních vzorků – Velešovice 2013 – 2016

varianta	roky	pH _{KCl}	Cox (%)	Nc (%)	K-p mg/kg	Mg-p mg/kg	P-p mg/kg	Ca-p mg/kg
kontrola	2013	7,5	1,12	0,163	228	243	30	15740
	2014	7,5	1,13	0,175	243	319	19	19651
	2015	7,3	1,80	0,185	339	306	29	17179
	2016	7,0	2,79	0,308	505	312	54	7419
kompost 20 t	2013	7,5	1,61	0,183	385	253	35	12635
	2014	7,5	1,53	0,195	326	331	28	16163
	2015	7,4	1,40	0,180	268	304	18	16483
	2016	7,0	2,98	0,305	495	336	77	7334
kompost 40 t	2013	7,6	2,20	0,180	460	304	56	13858
	2014	7,5	1,60	0,188	301	316	19	14874
	2015	7,4	1,85	0,200	365	316	30	16173
	2016	7,1	2,81	0,328	533	318	72	11193

Na lokalitě Malonty v tab. 12 jsou hodnoceny dvě varianty – s kompostem a kontrolní. Půdní reakce zde je hodnocena jako slabě kyselá. Obsah celkového N (Nc) byl zjištěn vyšší u varianty s kompostem, obsah přístupného K byl v průměru vyšší u varianty kontrolní, obsah přístupného Mg byl v průměru vyšší u varianty s kompostem, obsah přístupného P byl celkově vyšší oproti lokalitě Velešovice a byl u obou variant na stejné úrovni. Obsah přístupného Ca byl zjištěn vyhovující a příliš se nelišil mezi variantami.

Tab. 12: Chemické analýzy půdních vzorků – Malonty 2013 – 2016

varianta	roky	pH _{KCl}	Cox (%)	Nc (%)	K-p mg/kg	Mg-p mg/kg	P-p mg/kg	Ca-p mg/kg
kompost	2013	5,9	2,11	0,198	151	91	93	1768
	2014	5,8	1,93	0,173	163	132	76	1424
	2015	5,5	1,85	0,163	161	152	95	1726
	2016	5,6	1,70	0,173	149	106	92	1306
kontrola	2013	5,8	1,76	0,178	192	90	71	1389
	2014	5,7	1,57	0,158	165	138	77	1599
	2015	5,7	1,99	0,158	253	157	94	1775
	2016	5,9	1,88	0,198	360	118	118	1412

Na lokalitě Desky (tab. 13) byly dosaženy obdobné výsledky jako na lokalitě Malonty. V průměru vyšší hodnoty u varianty s kompostem byly zjištěny u celkového N.



Tab. 13: Chemické analýzy půdních vzorků – Desky 2013 – 2016

varianta	roky	pH _{KCl}	C _{ox} (%)	N _c (%)	K-p mg/kg	Mg-p mg/kg	P-p mg/kg	Ca-p mg/kg
kompost	2013	5,6	2,09	0,190	226	108	36	1328
	2014	6,4	2,40	0,218	390	161	140	2013
	2015	6,2	2,35	0,220	357	150	154	1896
	2016	5,3	1,33	0,205	228	123	30	942
kontrola	2013	6,4	1,83	0,185	238	96	99	2208
	2014	5,6	1,85	0,185	305	154	75	1415
	2015	5,8	1,80	0,173	329	148	100	1415
	2016	6,4	2,02	0,223	447	137	187	2091

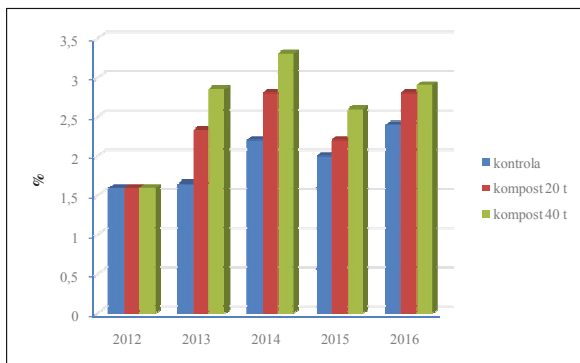
2.3.2. Obsah organického uhlíku a kvalita humusu

Množství a kvalita půdní organické hmoty patří k důležitým indikátorům kvality/zdraví půdy. Obsah humusu v půdě se hodnotí podle celkového obsahu organického uhlíku. Kvalita humusových látek (HL) se posuzuje podle frakčního složení a podle poměru huminových a fulvokyselin (HK/FK). Frakcionace humusových látek zahrnuje stanovení jejich celkového obsahu a stanovení obsahu huminových kyselin. Obsah fulvokyselin se dopočítává (Kononová, Bělčíková, 1963). Poměr HK/FK má u kvalitních půd hodnoty větší než 1. Dále lze kvalitu HL hodnotit podle jejich optických vlastností (např. UV-VIS spektra).

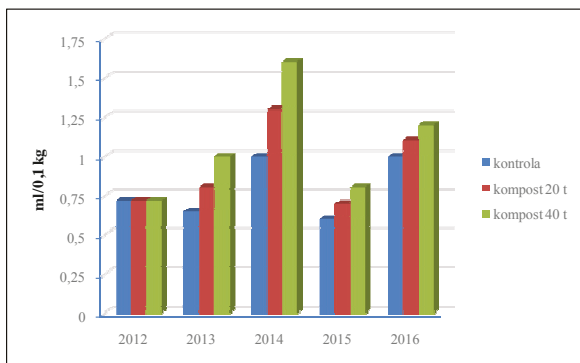
Lokalita Velešovice

V grafu 15 je uvedena dynamika C_{org} v průběhu pokusu. Nebyly zjištěny statisticky průkazné rozdíly u obsahu C_{org} za roky 2013 – 2016 u žádné aplikační dávky (D1 = 20t/ha, D2 = 40 t/ha). V grafu 16 je uvedena dynamika obsahu humusových látek (HL) v průběhu pokusu. Statisticky průkazné rozdíly u obsahu HL nebyly rovněž zjištěny u žádné aplikační dávky. Lze konstatovat, že tendence růstu obsahu humusu a jeho kvality je patrná, ale statistické zpracování vyžaduje data za delší období sledování. Stupeň humifikace byl vysoký v průběhu celého pokusu (> 40 %). UV-VIS spektra HL naměřená v roce 2016 jsou uvedena v grafu 17. Patrná je vysoká absorpance v celém rozsahu vlnových délek po aplikaci kompostu.

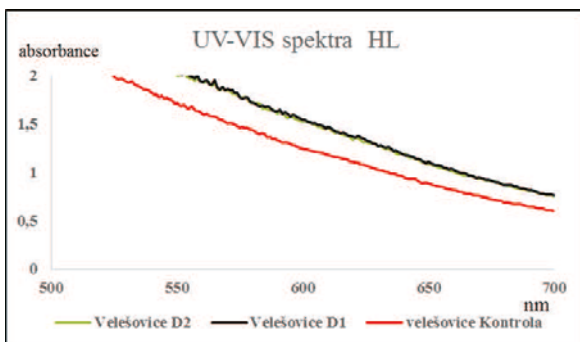
Graf 15: Průměrné hodnoty obsahu C_{org} – Velešovice, 2012 – 2016



Graf 16: Průměrné hodnoty obsahu HL – Velešovice, 2012 – 2016



Graf 17: UV-VIS spektra HL – Velešovice, 2012 – 2016

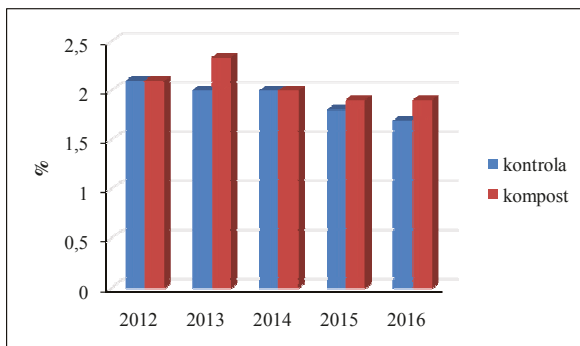


Legenda: D1 = var.2-kompost 20 t, D2 = var.3-kompost 40 t

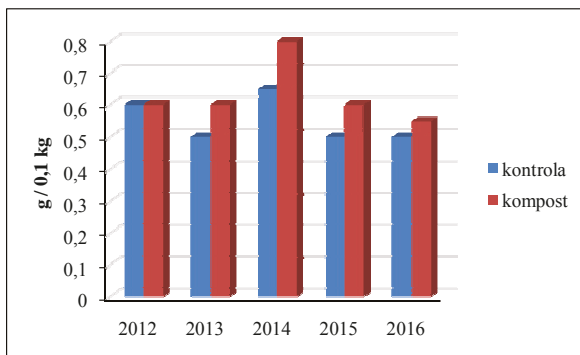
Lokalita Malonty

Celkový obsah C_{org} je střední (2 - 3 %). Dynamika obsahu C_{org} v průběhu pokusu je uvedena v grafu 18. Dynamika obsahu HL v průběhu pokusu je uvedena v grafu 19.

Graf 18: Průměrné hodnoty obsahu C_{org} – Malonty, 2012 – 2016

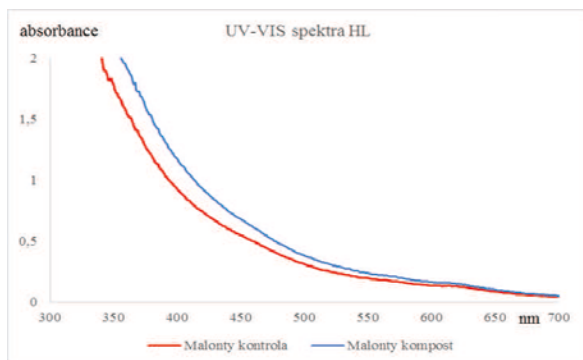


Graf 19: Průměrné hodnoty obsahu HL – Malonty, 2012 – 2016



Krátkou frakcionací byla zjištěna nízká kvalita HL a poměr HK/FK byl menší než 1 (rok 2012). Po aplikaci kompostu došlo ke zvýšení kvality HL. Hodnoty obsahu C_{org} a HL po aplikaci kompostu jsou statisticky neprůkazné. Lze konstatovat, že tendence růstu obsahu humusu a jeho kvality je patrná, ale vyžaduje delší období sledování. UV-VIS spektra HL naměřená v roce 2016 je uvedena v grafu 20. Patrné jsou rozdíly v kvalitě HL po aplikaci kompostu.

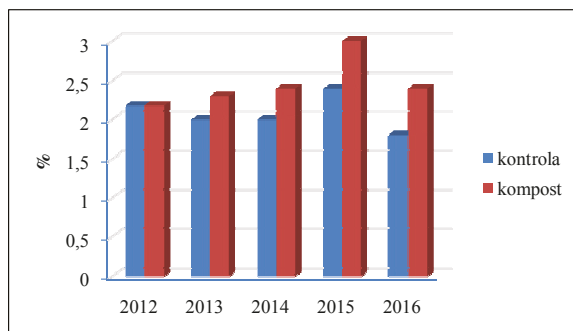
Graf 20: UV-VIS spektra HL – Malonty, 2012 – 2016



Lokalita Desky

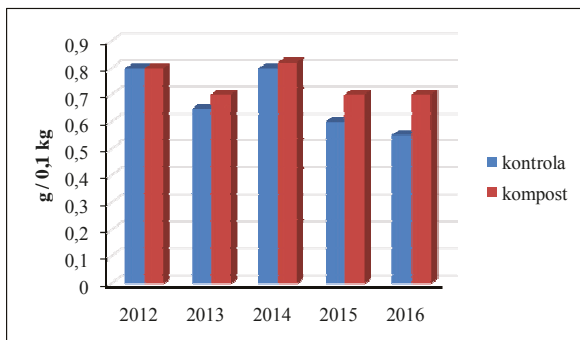
Celkový obsah uhlíku je střední (2 - 3 %). Dynamika obsahu C_{org} v průběhu pokusu je dána v grafu 21. Dynamika obsahu HL v průběhu pokusu je uvedena v grafu 22.

Graf 21: Průměrné hodnoty obsahu C_{org} – Desky, 2012 – 2016

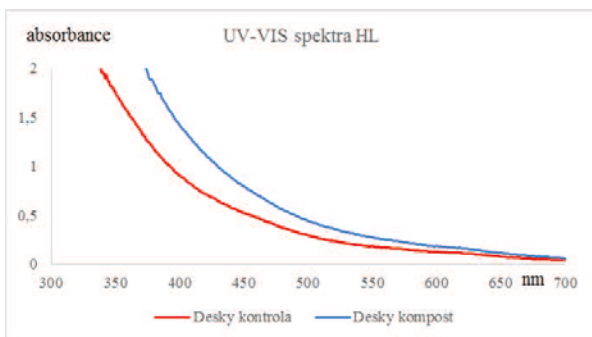


Po aplikaci kompostu došlo ke zlepšení kvality humusu a poměr HK/FK je vyšší v porovnání s kontrolou. Stupeň humifikace je střední (20 – 30 %). Po aplikaci kompostu průměrný obsah C_{org} vzrostl a rozdíly jsou statisticky průkazné – viz tab. 14. Obsah HL byl statisticky neprůkazný a vyžaduje data za delší období sledování. UV-VIS spektra HL naměřená v roce 2016 jsou uvedena v grafu 23, kde jsou patrné rozdíly v kvalitě HL po aplikaci kompostu.

Graf 22: Průměrné hodnoty obsahu HL – Desky, 2012 – 2016



Graf 23: UV-VIS spektra HL – Desky, 2012 – 2016



Tab. 14: Statisticky průkazné rozdíly u obsahu C_{org} – Desky

Anova: jeden faktor						
Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl		
C _{org} (Desky, kontrola)	8	15,25	1,90625	0,156026786		
C _{org} (Desky, kompost)	8	19,33	2,41625	0,203255357		
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	1,0404	1	1,0404	5,791548624	0,030483184	4,6001099
Všechny výběry	2,514975	14	0,1796411			
Celkem	3,555375	15				

3. Erozní smyv půdy

3.1. Hodnocení pokryvnosti povrchu půdy

Pokryvnost půdy byla hodnocena vizuálně a podle počtu zbylých rostlin na jaře na lokalitě Velešovice. Byly hodnoceny pouze varianty s meziplodinou svazenkou vratičolistou, setou na podzim. Z tabulky 15 vyplývá, že pokryvnost rostlinnými zbytky v roce 2013 byla v průměru stejná u všech variant.

Tab. 15: Procentické hodnocení pokryvnosti povrchu půdy - Velešovice, jaro 2013

varianta	opakování				Průměr
	A	B	C	D	
4	65	75	75	65	70
5	75	65	65	65	68
6	65	55	65	65	63

Varianta 4: kontrola - bez kompostu, koncem srpna setí meziplodiny, na jaře přímé setí kukuřice

Varianta 5: koncem srpna zapravení 20 t / ha kompostu + setí meziplodiny, na jaře přímé setí kukuřice

Varianta 6: koncem srpna zapravení 40 t / ha kompostu + setí meziplodiny, na jaře přímé setí kukuřice

V tab. 16 je uvedena pokryvnost povrchu půdy v roce 2014. Zde je patrná nejvyšší ochrana povrchu půdy organickými zbytky u varianty s nejvyšší dávkou kompostu.

Tab. 16: Procentické hodnocení pokryvnosti povrchu půdy - Velešovice, jaro 2014

varianta	opakování				Průměr
	A	B	C	D	
4	55	65	75	65	65
5	75	85	85	75	80
6	85	100	100	85	93

Z výsledků pokryvnosti povrchu půdy uvedené v tabulkách 17 a 18 vyplývá, že v následujících letech 2015 a 2016 není rozdíl v pokryvnosti povrchu půdy mezi variantami. Znamená to, že v těchto letech nárůst nadzemní hmoty na podzim a zbytky vymrzlé meziplodiny v jarním období byl na obdobné úrovni.



Tab. 17: Procentické hodnocení pokryvnosti povrchu půdy - Velešovice, jaro 2015

varianta	opakování				Průměr
	A	B	C	D	
4	30	30	30	30	30
5	20	20	20	20	20
6	30	30	30	30	30

Tab. 18: Procentické hodnocení pokryvnosti povrchu půdy - Velešovice, jaro 2016

varianta	opakování				Průměr
	A	B	C	D	
4	20	20	20	20	20
5	20	20	20	20	20
6	20	20	20	20	20

Smyv půdy během sledovaných let je uveden v tab. 19. Z tabulky vyplývá, že nejvyšší smyv půdy byl zaznamenán u varianty kontrolní, a to i u varianty s mezplodinou svazanka. U varianty s nižší dávkou kompostu (var. 2) byl zaznamenán smyv půdy nižší, a to v roce 2013 a 2014 po prudkých dešťových srážkách. V roce 2015, kdy byl extrémně suchý rok, nebyly zaznamenány erozní události u žádné varianty. Nejvyšší smyv půdy celkem za sledované období byl zaznamenán u varianty bez kompostu a bez mezplodiny, a sice v přepočtu na ha 1,36 t.

Tab. 19: Celkový smyv půdy za roky 2013 – 2016, Velešovice

varianta	2013	2014	2015	2016	suma
kontrola	0,59	0,38	0	0,39	1,36
kompost 20 t	0,38	0,11	0	0	0,49
kompost 40 t	0	0	0	0	0
kontrola + mezplodina	0,58	0,26	0	0,17	1,01
kompost 20 t + mezplodina	0	0	0	0	0
kompost 40 t + mezplodina	0	0	0	0	0



V tabulkách 20 – 22 je uveden obsah živin ve smytých půdách. Z těchto analýz je patrné jak velký obsah živin uniká z ornice při půdní erozi, včetně organické hmoty, která pak chybí při tvorbě pozitivních vlastností půdy a tím zachování půdní úrodnosti. K největší ztrátě živin došlo v roce 2014, kdy docházelo k opakovanému smyvu půdy na třech variantách.

Tab. 20: Obsah živin ve smyté půdě – Velešovice 2013

varianta	Měřené prvky					
	pH/ _{KCl}	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Nc (%)	Cox (%)
1	7,5	36	353	245	0,25	2,11
2	7,6	43	591	512	0,43	1,79

Tab. 21: Obsah živin ve smyté půdě – Velešovice 2014

varianta	Měřené prvky					
	pH/ _{KCl}	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Nc (%)	Cox (%)
1	7,3	108	520	527	0,43	1,81
2	7,5	95	558	491	0,47	0,99
4	7,5	143	1014	530	0,60	1,08

Tab. 22: Obsah živin ve smyté půdě – Velešovice 2016

varianta	Měřené prvky					
	pH/ _{KCl}	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Nc (%)	Cox (%)
1	7,2	174	704	312	0,39	3,79
4	7,2	184	727	319	0,38	3,54

4. Výnosy kukuřice

Výnosy sledované monokultury kukuřice na siláž na lokalitě Velešovice jsou uvedeny v tabulce 23. Z tabulky vyplývá, že nejvyšších výnosů bylo dosaženo vždy u varianty s nejvyšší dávkou kompostu 40 t/ha (var. 3). U varianty kontrolní byl nejnižší výnos v roce 2015. U var. 2 a 3 zde hrál významnou roli zapravený kompost, který měl vliv na zvýšení obsahu organických látek v půdě. Ten zásobil rostliny dusíkem a dalšími živinami. Lze tedy předpokládat, že limitním faktorem se stanou organické látky v půdě a při jejich postupném



snížování dojde k poklesu výnosů. K udržení těchto výnosů bude třeba stále většího množství živin dodávaných v průmyslových hnojivech.

Tab. 23: Průměrné výnosy kukuřice na siláž za sledované roky - Velešovice
(v suš. t.ha⁻¹)

varianta	2013	2014	2015	2016
kontrola	11,69	10,40	8,31	19,07
kompost 20 t	12,36	14,96	11,01	19,80
kompost 40 t	14,81	16,52	14,47	22,82

IV. Závěr

Na základě pětiletých výsledků byly zjištěny změny půdních vlastností a výnosů mezi variantami s odlišnou dávkou zapraveného kompostu a kontrolou. Zjištěné výsledky definují pozitivní význam zapravení kompostu u všech vlastností půdy. Zapravením kompostu došlo ke snížení utužení půdy a zvýšení její pórovitosti, ke zlepšení kapilární kapacity, zlepšení vodostálosti půdních agregátů na většině lokalit. Z chemických vlastností se zvýšil obsah humusu i jeho kvalita a obsah dusíku. Aplikace kompostu se projevila různě u odlišných půdních typů. Výsledky byly ovlivněny nejen výškou aplikační dávky, ale i způsobem zpracování půdy a ročníkem (teplota, vlhkost).

Kambizemě pozitivně reagovaly již na menší dávky kompostu a došlo k průkaznému zvýšení obsahu C_{org} v půdě. U černozemí se pozitivní vliv více projevil až u vyšších dávek kompostu, nízké dávky byly statisticky neprůkazné. U kambizemí došlo ke zvýšení obsahu a kvality humusových látek a poměr HK/FK u vyšších aplikačních dávek byl > 1 . U černozemí byl nárůst obsahu HL nižší a rozdíl statisticky neprůkazný.

Projevil se také pozitivní vliv zapravení kompostu na ochranu půdy před vodní erozí, a to jak u vyšší, tak i u nižší dávky kompostu. Kompost zajistil vyšší infiltrační schopnost půdy a tím i lepší ochranu před vodní erozí. Jednou z dalších možností ochrany půdy proti vodní erozi je setí mezplodin na konci vegetace po sklizni hlavní plodiny. Pokud jsou mezplodiny včas zasety a nárůst biomasy je dostatečný, spolehlivě ochrání povrch půdy před erozí.

Obecně lze konstatovat, že efekt aplikace kompostu souvisí jak s půdním, typem, tak s aplikační dávkou kompostu, se způsobem zpracování půdy, osevním postupem a ročníkem.



Proto je nutné uvážlivě hnojit dusíkem a pravidelně dodávat organickou hmotu do půdy, aby nedocházelo k rychlému úbytku organické hmoty.

V. Srovnání novosti postupů

Získané výsledky vhodně doplňují stávající poznatky o využití kompostů a jeho pozitivního vlivu při hospodaření. Novost postupů je obsažena v možnosti řešení půdoochranných technologií při pěstování širokořádkových plodin na svazích a eliminaci ztráty živin včetně humusu z povrchové vrstvy půdy.

V metodice jsou uvedeny výsledky z fyzikálních a chemických hodnocení půd, výsledky smyvu půdy vlivem vodní eroze a úniku živin při erozních událostech a jejich ovlivnění výnosů hlavní plodiny. Tyto výsledky jsou použitelné v podmínkách ČR.

VI. Popis uplatnění certifikované metodiky

Uplatnění výsledků této metodiky je možné v komerční i ekologické sféře. Vzhledem k tomu, že organická hmota je schopná zadržovat vodu o zhruba šestinásobku své vlastní hmotnosti je uplatnění kompostů vysoce pozitivní. Půdy obsahující organickou hmotu mají lepší strukturu, která zvyšuje infiltraci vody, retenční schopnost a snižuje náchylnost půdy ke zhutnění, erozi, desertifikaci a sesuvu. Uplatněním kompostů bude zajištěna stálá půdní úrodnost a tím i stabilní výnosy pěstovaných plodin.

Česká republika ročně produkuje cca 1500 tisíc tun biologicky rozložitelných komunálních odpadů (BRKO). I když je v rámci EU nařízeno toto množství vyvezené na skládky neustále snižovat, přes to se v současné době děje v ČR pravý opak a ČR je za tento stav ohrožena sankcemi.

VII. Ekonomické vyhodnocení

Realizační ceny kompostů v ČR jsou variabilní, bez přímé vazby na ukazatele vyjadřující hnojivý potenciál a hodnotu kompostu pro půdní prostředí. Přesto jsou lokality, kde se jakostní komposty vyrábějí a jsou obchodovány za tržní ceny.

Cena kompostu je zpravidla navázána na aktuální tržní cenu minerálních hnojiv. Doposud hodnotu kompostu, jako nosiče externí organické hmoty aplikované na půdu, zatím v ceně producenti ani uživatelé kompostů nezdůrazňují.

Při finančním hodnocení ztrát půdy na pozemku je možné odnesený objem půdy vynásobit cenou ornice na trhu (průměrně 350 Kč/m³), cena se odvíjí od ceny půdy podle BPEJ, množství odnosu půdy, zmenšení půdního profilu až po odkrytí půdotvorného substrátu.

Předpokládané ekonomické přínosy představují u podniků využívajících komposty z odpadní biomasy cca 12.000,- Kč v průběhu pěti let v důsledku zvýšení výnosů a tržeb o 2 % v souvislosti se zlepšením struktury půdy a zvýšením retenční schopnosti půdy pro vodu. Dalším přínosem je snížení rizika vodní eroze půdy. Zvýšení dávek organické hmoty do půdy povede ke zlepšení strukturního stavu a zvýšení úrodnosti půdy, zvýšení produkce a zisku však nelze spolehlivě odhadnout.

Do nákladů je třeba zahrnout další provozní náklady, vzdálenosti dojezdu, využívání různé mechanizace atd. Podle obsahu živin v kompostu (tab. 24) se ušetří náklady na minerální hnojiva, ale je těžké přesně kalkulovat náklady, cena všech ukazatelů se velmi různí a každoročně mění.

Tab. 24: Obsah živin v kompostu

Ukazatel	dušík	fosfor	draslík	spalitelné látky	sušina	C:N	pH
	% v sušině	g/kg v sušině	g/kg v sušině	% v sušině	%		
min	1,50	3,48	9,97	68,7	23,59	16	7,32
max	2,55	5,50	24,7	85,2	53,89	25	9,05
průměr	1,95	4,75	16,52	76,56	33,28	20	8,35

U výsledku na lokalitách Novohradské Hory (Malonty, Desky) snížením objemu přepravovaných tkm na polovinu optimalizací logistiky svozu ($L_d=15$ na $L_d=8$ km, 5655 t/rok, doprava 10 Kč/tkm) se za sledovanou dobu ušetří 1980 tis. Kč.

Zdroje pro kompostování: hnůj 2700 t, kejda 8100 t, tráva 4000 t. Hmotnost vyrobeného kompostu je 5.655 t. Když je průměrná vzdálenost z místa zdrojů na hnojené pozemky 8 km, náklady na přepravu 10 Kč/tkm, pak úspora je celkem 500.760,- Kč. Navýšení objemu výroby kompostu z hnoje, kejdy a 700 ha nevyužitých luk dlouhodobě stabilizuje výnosy na orné půdě. Stabilizace struktury půdy použitou technologií se uplatní na 45 tis. ha/rok. Zlepšením distribuce vody v ornici lze předpokládat zvýšení výnosů a tržby o 3 %. Průměrná tržba v obilnářské výrobní oblasti je 30 000 Kč/ha.

VIII. Seznam použité související literatury

- Bartlová J., Badalíková B., Pospíšilová L., Pokorný E., Šarapatka B., 2015: Water stability of soil aggregates in different systems of tillage. *Soil and Water Research*, 10 (3): 147-154.
- Brown S., Cotton M., 2011: Changes in soil properties and carbon content following compost application: Results of on - farm sampling. *Compost Science and Utilization*, 19 (2): 87-96. ISSN 1065-657X
- Gardner C. M. K. a kol., 1999: Soil physical constraints to plant growth and crop production. *FAO publication, Land and Water Development Division, Rome*
- Hammad A., Børresen T., Haugen L. E., 2005: Effects of rain characteristics and terracing on runoff and erosion under the Mediterranean. *Soil and Tillage Research*, 87 (1): 39-47. ISSN 0167-1987
- Jandák J., Prax A., Pokorný E., 2001: *Půdoznalství*. MZLU Brno, 142 s.
- Kandeler E., 1996: Aggregate stability. In: Schiner et al. (Eds.): *Methods in Soil Biology*. Berlin, Springer-Verlag, 426 s.
- Kodešová R., Rohošková M., Žigová A., 2009: Comparison of aggregate stability within six soil profiles under conventional tillage using various laboratory tests. *Biologia, Section Botany*, 64 (3): 550-554. ISSN 1336-9563
- Kononová M. M., Bělčíková N. P., 1963: Uskorennij metod opredelenija sostava gumusa mineralnych počv. In: *Organičeskoje veščestvo počvy*. Moskva, 228–234.
- Lhotský J., 2000: Zhutnění půd a opatření proti němu. *Studijní zpráva UZPI Praha*, 61s.
- Moral, R., Paredes, C., Bustamante, M. A., Marhuenda-Ega, F., Bernal, M. P., 2009: Utilisation of manure compost by high-value crops: Safety and environmental challenges. *Bioresource Technology*, 100: 5454-5460. ISSN 0960-8524
- Ouattaraa K., Ouattaraa 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.
- Plíva P., Altmann V., Jelínek A., Kollárová M., Stolařová M., 2005: *Technika pro kompostování v pásových hromadách*. Praha: VÚZT, č. 1, 72 s. ISBN 80-86884-02-3
- Pokorný E., Brtnický M., Denešová O., Podešvová J., 2012: Charakteristika antropogenní degradace černozemí luvických v oblasti Hané. *Monografie, Mendelova univerzita v Brně*, 91s.
- Pospíšilová L., Tesařová M., 2009: Organický uhlík obhospodařovaných půd. *Acta Folia II. Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. Brno. 0-41.



- Sotáková S., 1982: Organická hmota a úrodnost pody, Příroda, Bratislava, 234s.
- Stalker B., 2010: Infiltration and water holding capacity of kompost. CA dept of Resources Recycling and Recovery, in www.CalRecycle.ca.gov
- 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.
- Vance E. D., Brookers P. C., Jenkinson D. S., 1987: An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology and Biochemistry 19: 703-707.
- Váňa J., 1994: Výroba a využití kompostů v zemědělství. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR v Praze, Příručka, 40 s. ISBN 80-7105-075-X
- Wang J., He, T., Chunyan Lv., Yonggi Ch., Wu J., 2010: Mapping soil organic matter based on land degradation spectral response units using Hyperion images. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 12, Supplement 2, s. 171-180.
- Whelan A., Kechavarzi C., Coulon F., Sakrabani R., Lord, R., 2013: Influence of compost amendments on the hydraulic functioning of brownfield soils. Soil Use and Management, 2013, 29 (2): 260-270. ISSN 0266-0032

IX. Seznam publikací předcházejících metodice

- Badalíková B., 2015: Ochrana půdy v souvislosti se změnou klimatu. (Soil protection in relation to climate change). Brožura MZe: Genetické zdroje rostlin a změna klimatu, s.13-17 ISBN 978-80-7434-249-3
- Badalíková B., Novotná J., 2016: Vliv organické hmoty v půdě na její retenční schopnost. (Influence of soil organic matter in the soil on its retention capacity). Konference "Půda a zemědělské sucho", 28. – 29. 4. 2016, Kutná Hora, s. 292-297 ISBN 978-80-87361-55-9
- Badalíková B., Novotná J., 2016: Vliv organické hmoty v půdě na zadržení vláhy. (Influence of organic matter in the soil for moisture retention). In Sb. Mezinár. konf. Choťovice u Žehuně, 30. 6. 2016, s. 4-11 ISSN 978-80-86884-96-7
- Badalíková B., Novotná J., 2016: Možnost snížení vodní eroze zapravením kompostu do půdy. Úroda 12, roč. LXIV, vědecká příloha, s. 321-324 ISSN 0139-6013
- Badalíková B., Bartlová J., 2015: Possibilities of elimination of water erosion on slopes. (Možnosti snížení vodní eroze na svazích). In Proc. 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM 2015, Albena 18-24 June, Bulgaria, pp. 255-262 ISBN 978-619-7105-37-7 ISSN 1314-2704



- Badalíková B., Novotná J., 2015: Proměnné vlastnosti půdy v posledních letech. Úroda 12/2015, roč. LXIII, vědecká příloha, s. 21-26 ISSN 0139-6013
- Badalíková B., Pospíšil J., 2015: Půdoochranné zpracování půdy. (Soil conservation tillage). Úroda 11/2015, roč. LXIII, s.44-46 ISSN 0139-6013
- Badalíková B., Bartlová J., 2014: Effect of soil tillage and digestate application on some soil properties. (Vliv zpracování půdy a aplikace digestátu na některé půdní vlastnosti). DOI: 10.12666/ Növénytermelés Vol. 63.2014.Suppl., Villach, Austria, s.157-160 ISSN 0546-8191
- Badalíková B., Bartlová J., 2014: Význam hnojení organickou hmotou. (The importance of fertilization with organic matter). Agromanuál 9/10, 2014, roč. 9, s. 50-51 ISSN 1801-7673
- Badalíková B., Bartlová J., 2014: Effect of various compost doses on the soil infiltration capacity. (Vliv různých dávek kompostu na půdní infiltraci). Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun. 2014, Volume 62, Issue 5, pp. 849-858. ISSN 1211-8516
- Badalíková B., Bartlová J., 2014: Setí do mulče meziplodin jako protierozní ochrana půdy. (Mulch crops as soil erosion kontrol). Úroda 12, roč. LXII, s.32-34 ISSN 0139-6013
- Bartlová J., Badalíková B., 2014: Water stability of soil aggregates under different compost doses. In CD: 7th International conference ISTRO, Soil management in sustainable farming systems, Křtiny, p.17-22. ISBN 978-80-86908-32-8
- Bartlová J., Badalíková B., Brtnický M., Hladký J., 2014: Effect of water erosion on water stability of soil aggregates. (Vliv vodní eroze na stabilitu vodotělnosti půdních agregátů). DOI: 10.12666/ Növénytermelés Vol. 63.2014.Suppl., Villach, Austria, s.165-168 ISSN 0546-8191
- Badalíková B., Bartlová J., 2013: Effect of compost application on preservation of positive physical properties of soil. (Vliv aplikace kompostu na zachování pozitivních fyzikálních vlastností půdy). In CD Növénytermelés, 2013, vol. 62., supplement: 12th Alps-Adria Scientific Workshop Opatija, Doberdò, Venezia – Croatia – Italy 2013, p. 297-300 ISSN 0546-8191
- Badalíková B., Bartlová J., 2013: Funkce meziplodin při ochraně půdy před vodní erozí. (Function of intercrops in soil protection before water erosion). In CD: Rožnovský, J., Litschmann, T. Středová, H., Středa, T. (eds): Voda, půda a rostliny, Křtiny, 29. – 30.5. 2013, s.1-6 ISBN 978-80-87577-17-2
- Badalíková B., Bartlová J., 2013: Stále aktuální ochrana před vodní erozí. (For ever actual protection against water erosion). Farmář 9/2013, s.30-33 ISSN 1210 -9789



- Bartlová J., Badalíková B., 2014: Water stability of soil aggregates under different compost doses. In CD: 7th International conference ISTRO, Soil management in sustainable farming systems, Křtiny, p.17-22. ISBN 978-80-86908-32-8
- Enev V., Pospíšilová L., Klučáková M., Liptaj T., Doskočil L., 2014: Spectral characterization of selected humic substances. *Soil and Water Research*. 2014. sv. 9, č. 1, 9-17. ISSN 1801-5395.
- Hábová M., Pospíšilová L., Novotná J., Badalíková B., Jurica J., 2016: Haplic chernozem properties as affected by different tillage systems. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.*, 2016, Volume 64, n. 1, p. 63-69. ISSN 1211-8516
- Hábová M., Pospíšilová L., Novotná J., Badalíková B., Jurica J., 2016: Haplic chernozem properties as affected by different tillage systems. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.*, 2016, Volume 64, n. 1, p. 63-69. ISSN 1211-8516
- Hábová M., Pospíšilová L., 2014: Vliv různých aplikačních dávek kompostu na obsah živin v půdě. *Úroda*. 2014. sv. 62, č. 12, 335-339. ISSN 0139-6013.
- Hábová M., Pospíšilová L., 2014: Forms of carbon in the soil and their influence on soil quality. In: *Proceeding of conference Mendel Net 2014*, 241-244.
- Hábová M., Pospíšilová L., Drápelová I., 2015: Obsah organických látek a živin v půdě po aplikaci vybraných kondicionérů. *Agrochémia/Agrochemistry* vol. XIX (55), 2015. 10-14. ISSN 1335-2415.
- Hábová M., Pospíšilová L., Jandák J., Drápelová I., Slimařík D., 2015: Effect of soil conditioners on biological properties of Arenic Regosol. *Episteme* 25, 2015 (III), 207-2014. ISSN 1895-4421.
- Hábová M., Pospíšilová L., 2015: UV-VIS spectral characteristics of humic substances in Chernozems. *Chemical papers Ser. 13, 2015, Czech Chem. Soc. Symp.* ISSN 0009-2770.
- Karabcová H., Pospíšilová L., Fiala K., Škarpa P., Bjelková M., 2015: Effect of organic fertilization on soil organic carbon and elements contents in soil under permanent grassland. *Soil and Water Research* 10 2015 (4). 228-235. ISSN 1801-5395.
- Pospíšilová L., 2013: Vliv aplikace kompostu na půdní reakci kambizemí. *Úroda*, 2013, roč. 61, č. 12, vědecká příloha CD Aktuální poznatky v pěstování, šlechtění, ochraně rostlin a zpracování produktů, s. 324-327. ISSN 0139-6013.
- Pospíšilová L., Drápelová I., Enev V., 2014: Characterization of compost and soil humic substances by fluorescence spectroscopy. *Journal of Life Sciences*. 2014. sv. 8, č. 4, 364-372. ISSN 1934-7391.



- Pospíšilová L., Habová M., Badalíková B., 2014: Quality of humic acids in Haplic Chernozem. (Kvalita huminových kyselin v černozemi). In: Book of abstracts from 17th Meeting of IHSS, Ioannina, Greece, Sept. 1-5, 19-20.
- Pospíšilová L., Hábová M., Drápelová I., Formánek P., 2014: Elements content and its relationship to different carbon forms in soil. In: Proceedings of 7th International ISTRO Conference, Křtiny 2014 - "Soil management in sustainable farming systems". Troubsko, VUPT. 121-124. ISBN 978-80-86908-32.
- Pospíšilová L., Formánek P., 2013: Chemické a biologické vlastnosti černozemě karbonátové po aplikaci kompostu. In.: Časové změny půdních vlastností a jejich predikce. 16. Pedologické dny 2013., sborník abstrakty a posterů, 4. - 6. 9. 2013, Milovy, s. 75. ISBN 978-80-7375-796-0
- Pospíšilová L. a kol., 2013: Charakteristika přírodních a půdních poměrů na vybraných lokalitách, které jsou součástí projektu NAZV QJ 1210263 - Agrochemická opatření ke snížení vodní eroze na orné půdě s využitím zapravení organické hmoty. Brno, Mendelova univerzita v Brně, 2013, 36 s. ISBN 978-80-7375-900-1.
- Pospíšilová L., Komínková M., Zítka O., Kizek R., Barančíková G., Litavec T., Lošák T., Hlušek J., Martensson A., Liptaj T., 2015: Fate of humic acids isolated from natural humic substances. *Acta Agriculture Scandinavica*, Section B – Soil and Plant Science. 65/6, 2015. 517-528. ISSN 0906-4710.
- Pospíšilová L., Vlček V., 2015: Chemické, biologické a fyzikální ukazatele kvality/zdraví půdy. *Folia Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendeliannae Brunensis VIII*, Brno, 2015. 86 s. ISBN 978-80-7509-244-1.
- Pospíšilová L., Vlček V., Hybler V., Hábová M., Jandák J., 2015: Application of soil conditioners in sandy soils. In: *15th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM*, Sofia, 35-40. ISSN 1314-2704.
- Pospíšilová, L., Vlček, V., Hábová, M., Hybler, V., Jandák, J., 2015: Půdní reakce a obsah humusových látek u regozemě arenické sedm let po aplikaci půdních pomocných látek. *Úroda 12/2015*. 303-306. ISSN 0139-6013.
- Pospíšilová, L., Hábová, M., Jurica, L., 2015: Infračervená spectra přírodních humusových látek. In: *Sborník z konference Pedologické dny 2015, ČPS, Deštné v Orlických horách*, s.81. ISBN 978-80-244-4802-2.
- Vlček, V., Hybler, V., Pospíšilová, L., Hábová, M., Jandák, J., 2015: Hydrofyzikální vlastnosti regozemě arenické sedm let po aplikaci půdních pomocných látek. *Úroda 12/2015*. 347-349. ISSN 0139-6013.

Živna T., Pospíšilová L., Drápelová I., 2013: Obsah labilních frakcí uhlíku ve vybraných přírodních humusových látkách. In.: Vliv biotických a abiotických stresorů na vlastnosti rostlin. VÚRV, Praha, 2013, 235-238. ISBN 978-80-7427-131-1.

X. Dedikace, jména oponentů

Certifikovaná metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu NAZV - KUS č. QJ1210263 pod názvem „Agronomická opatření ke snížení vodní eroze na orné půdě s využitím zapravení organické hmoty“, pod záštitou MZe ČR.

Oponenti

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

Ing. Květa Hejátková - ZERA-Zemědělská a ekologická regionální agentura, z.s.,
Náměšť nad Oslavou

Přílohy:



Obr. 1: Experimentální lokalita Velešovice



Obr. 2: Experimentální lokalita Malonty



Obr. 3: Experimentální lokalita Desky



Obr. 4: Půdní sonda – Velešovice



Obr. 5: Půdní sonda – Malonty



Obr. 6: Půdní sonda – Desky



Vydal: Zemědělský výzkum, spol. s r. o., Troubsko
Náklad: 300 výtisků
Tisk: REIS – reklamní studio, Traubova 12, Brno
Grafická úprava: Radomír Lejska
Autoři fotografií: Barbora Badalíková, Jaroslava Novotná

ISBN 978-80-88000-10-5

This image shows a single page 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.