

*Realizační výstup výzkumného projektu č. TH02030467 pod názvem
„Vývoj a ověření zařízení pro hloubkové zapravení organické hmoty do půdy
ve vinicích a sadech“
Financovaného Technologickou agenturou ČR - Program na podporu aplikovaného výzkumu
a experimentálního vývoje EPSILON*

Řešitelské organizace:

Zemědělský výzkum, spol. s r. o. Troubsko
Mendelova univerzita v Brně, ZF Lednice
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha

Uplatněná certifikovaná metodika

Metodika 46/2020

**Vyhodnocení vlastností půdy při použití hloubkové aplikace
organické hmoty ve vinicích a sadech**

Autorský kolektiv:

Ing. Barbora Badalíková, Mgr. Martin Vašínska,
prof. Ing. Patrik Burg, Ph.D., Ing. Vladimír Mašán, Ph.D.,
doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc., Ing. Amitava Roy, Ph.D.

Metodika byla schválena MZe ČR, Odborem rostlinných komodit
pod č.j. 58310/2020-MZE-18145, ze dne 12. 11. 2020

© Zemědělský výzkum, spol. s r. o., 2020
© Mendelova univerzita v Brně, ZF Lednice, 2020
© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. Praha, 2020

ISBN 978-80-88000-27-3

1. vydání



Obsah

Úvod	4
I. Cíl metodiky	6
II. Vlastní popis metodiky	6
1. Materiál a metody	6
1.1. Charakteristika lokalit	6
1.2. Metodika pokusů	7
1.3. Metodika půdních analýz	9
2. Výsledky	11
2.1. Půdní vlastnosti	11
2.1.1 Fyzikální vlastnosti půdy	11
2.1.2 Chemické vlastnosti půdy	28
2.1.3. Biologické vlastnosti půdy	36
3. Výnosy pěstovaných plodin	39
4. Závěr	40
III. Srovnání novosti postupů	41
IV. Popis uplatnění certifikované metodiky	41
V. Ekonomické vyhodnocení	42
VI. Seznam použité související literatury	42
VII. Seznam publikací předcházejících metodice	43
VIII. Jména oponentů	45
IX. Dedikace	45
X. Přílohy – fotodokumentace	46



Abstrakt

Metodika „Vyhodnocení vlastností půdy při použití hloubkové aplikace organické hmoty ve vinicích a sadech“ popisuje vliv zapravování kompostů o odlišné surovinové skladbě (odpovídající normě Průmyslové komposty) pomocí nově vyvinutého zapravovače organických hmot do příkmenných pásů vinic a sadů na půdní vlastnosti. V metodice jsou uvedeny čtyřleté výsledky fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy a současně produkce hroznů a jablek. Bylo zjištěno, že zapravování kompostů různého složení má pozitivní vliv na půdní vlastnosti i výnosy ovoce. Metodika je určena pracovníkům zemědělské praxe, pěstitelům vína a ovoce a všem dalším subjektům využívajících aplikaci kompostů v řádkových kulturách. Lze ji také využít i v oblasti poradenství a v pedagogické oblasti.

Klíčová slova: půdní vlastnosti, zapravování kompostu, vinice, sady

Abstract

The methodology "Evaluation of soil properties by using deep application of organic matter in vineyards and orchards" describes the effect of incorporating of composts various (conforming to the Industrial Compost standard) using a newly developed organic matter transporter into the vineyard and orchard trunk belts on the soil properties. The methodology presents four-year results of the physical, chemical and biological soil properties and at the same time the production of grapes and apples. It was found that the incorporation of various compositions composts has a positive effect on the soil properties and fruit yields. The methodology is suitable for agricultural workers, wine and fruit producers and all others who apply compost in lines in their praxis. Moreover, it can be used in the field of advice and educating.

Keywords: soil properties, compost incorporation, vineyards, orchards



Úvod

Půdní organická hmota je jedním z hlavních faktorů kvality půdy. Její složení i obsah v půdě ovlivňují místní podmínky a antropogenní vlivy. Organické a minerální hnojení ovlivňují obsah půdní organické hmoty odlišným způsobem – pravidelná aplikace statkových hnojiv přispívá k akumulaci organického uhlíku v půdě, zatímco samotné minerální hnojení dusíkem může podpořit procesy rozkladu a vést k postupnému zmenšování zásob půdního uhlíku (Bruun a kol., 2010).

Půdní organická hmota (POM) zahrnuje všechny organické sloučeniny přítomné v půdě včetně rostlinných zbytků v různém stupni dekompozice, mikroorganismy, různé metabolity a huminové látky. Nedostatek organické hmoty v orných půdách patří mezi hlavní hrozby pro kvalitu půdy. Použití tzv. exogenní organické hmoty, jako jsou např. čistírenské kaly, vedlejší produkty z potravinářského průmyslu, komposty z průmyslové výroby nebo komunálního odpadu, představuje jeden ze způsobů, jak zvýšit obsah organické hmoty v půdě (Malý S., 2015). Zapravení kompostů do půdy vytváří podmínky pro rozvoj mikroorganismů a zároveň pozitivně ovlivňuje fyzikální vlastnosti půdy. Pro uplatnění všech efektů je však nutné do půdy aplikovat vyšší dávky kompostů než je běžně obvyklé. Z hlediska zvýšení zasakovacích schopností půd jsou za efektivní považovány aplikace kompostů v dávkách vyšších než 50 tun na hektar (Burg, Zemánek, 2015).

V souvislosti s řešením otázek udržitelného zemědělství je v posledních letech stále častěji věnována pozornost využití odpadních produktů, jejich efektivní přeměně na kompost a jeho opětovné aplikaci na půdu (Manios, 2004; Goulding a kol., 2008). Této problematice se ve vztahu pěstování révy vinné věnovalo pouze několik studií s hlavním zaměřením na růst vinné révy, výnos, kvalitu hroznů (Mugnai a kol., 2012; Pinamonti, 1998) a na senzorické vlastnosti vína (Korboulewsky a kol., 2004).

Také v ovocných výsadbách byla realizována řada experimentů spojených s aplikací kompostu za účelem zlepšení půdních vlastností i kvality a výnosu plodů. Např. Baldi a kol. (2010) uvádí, že dávky kompostu nad 10 t.ha⁻¹ mohou u produkčních ovocných výsadeb pozitivně ovlivnit výnos plodů. Lee a kol. (2009) uvádí, že aplikace kompostu u hrušní zvýšila půdní obsah organických látek, množství mikrobiální biomasy a měla pozitivní vliv na velikost listových i květních pupenů, ranější termín sklizně i vyšší jakost plodů.

Obsah půdní organické hmoty je základní parametr, který ovlivňuje fyzikální, chemické a biologické funkce a vlastnosti půd, jako je úrodnost, sorpce, pufovací schopnosti, vodní kapacita či odolnost nebo náchylnost k degradaci (Stevenson, 1994).



Půdní organická hmota zlepšuje úrodnost, zvyšuje výnosy plodin a zprostředkovává mnoho procesů a funkcí v půdě. Nicméně její obsah v orné půdě se postupně snižuje, a to v důsledku změn ve využívání půdy, hospodaření a změně klimatu. Dokonce i malá ztráta půdní organické hmoty může způsobit degradaci půdní struktury. Proto je obsah půdní organické hmoty klíčovým parametrem kvality půdy. Organická hmota spolu s látkami mikrobiálního původu působí jako určitý vazebný prvek, který stabilizuje agregaci půdy a systém pórů a tím zlepšuje fyzikální vlastnosti půd. Ve srovnání s hnojením průmyslovými hnojivy je hnojení organickými hnojivy náročnější na nakládací techniku i na celkový objem hmoty. Aplikuje se hlavně hnůj s měrnou hmotností $450\text{--}1\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ nebo komposty o měrné hmotnosti $400\text{--}800\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Rozšiřuje se také, zejména pro hloubkovou aplikaci, využití jemných kompostů nebo granulátů. Stroje pro aplikaci hnojiv se běžně nazývají rozmetadla a liší se objemem ložného prostoru, tedy i jeho rozměry a rozmetacím ústrojím (Kovaříček a kol., 2005). Vývoj v oblasti techniky pro zapravení kompostů je veden snahou tuto operaci zásadním způsobem zefektivnit. Je upřednostněna aplikace do vytvořené brázdy s dávkováním kompostu v potřebném rozsahu dávek, při současném zakrytí a urovnání brázdy. Stroje mají umožnit provedení této operace jedním průjezdem (Zemánek P., Burg P. a kol., 2020).

Důležitým aspektem v úrodnosti půdy je mikrobiální aktivita. Mikrobiální parametry půd jsou vůči změnám ve způsobu obhospodařování a změnám environmentálních podmínek stejně citlivé jako parametry chemické a fyzikální, nicméně na tyto změny reagují rychleji. Pokud jde o schopnost ekosystémů reagovat na měnící se environmentální podmínky je analýza biologické diverzity nezbytná, neboť změny ve složení mikrobiálních společenstev jsou pro funkční integritu půdy zásadním parametrem. A proto je ochrana půdní mikrobiální diverzity důležitým předpokladem pro trvale udržitelný environmentální management (Frąc M. a kol., 2015).



I. Cíl metodiky

Cílem metodiky je seznámení odborné veřejnosti s možností použití nově vyvinutého stroje se zapravovacím ústrojím pro hloubkovou aplikaci organické hmoty využitelného pro hnojení vinic a sadů. Dálším cílem je ověření možnosti zvyšování obsahu stabilní organické hmoty v půdě a podpora zachování produkčních schopností půd i v období sucha. Pravidelné dodávání organické hmoty do půdy formou kompostu je jedním z faktorů stabilizujících půdní vlastnosti, což vede ke zlepšení strukturního stavu půdy, snížení technogenního zhutnění půd, zvýšení infiltrační a retenční schopnosti půdy a zvyšování odolnosti půdy proti degradačním činitelům. Tato metodika vede k lepší ekonomické soběstačnosti pěstitelů.

II. Vlastní popis metodiky

Pokus probíhal v letech 2017 – 2020 na třech pokusných plochách, a sice ve dvou vinicích a v jednom jabloňovém sadu.

Zvolené experimentální lokality: A) meziřadí vinice ve Velkých Bílovicích (Jižní Morava), B) meziřadí vinice v Lednici (Jižní Morava), C) meziřadí jabloňového sadu v Žabonosích (Střední Čechy).

1. Materiál a metody

1.1. Půdní a klimatická charakteristika lokalit

Lokalita Velké Bílovice – jedná se o vinici situovanou v Jihomoravském kraji, okrese Břeclav, v obci a k. ú. Velké Bílovice. Vinice se nachází ve viniční trati Úlehle. Z hlediska zemědělského je lokalita zařazena do kukuřičné výrobní oblasti s nadmořskou výškou 190 m. Řadí se do klimatického regionu velmi teplého, suchého, s dlouhodobou průměrnou roční teplotou 9⁰C, s dlouhodobým průměrným množstvím srážek 519 mm za rok. Geologicky se řadí stanoviště k neogénu vídeňské pánve. Půdy jsou zde černozemního typu na spraších, zrnitostně převážně hlinité s výrazným zastoupením prachových, jílnatých částic, středně těžké s hloubkou ornice 0,4 m. Viniční trať se nachází na rovině.

Lokalita Lednice – jedná se o vinici situovanou v Jihomoravském kraji, okrese Břeclav, v obci a k. ú. Lednice na Moravě. Vinice se nachází ve viniční trati Na Valtické, která je obhospodařována Zahradnickou fakultou, Mendelovy univerzity v Brně. Z hlediska zemědělského je lokalita zařazena do výrobního typu kukuřičného, subtýpu kukuřično-ječného,



s nadmořskou výškou 186 m. Řadí se do klimatického regionu velmi teplého, suchého, s dlouhodobou průměrnou roční teplotou 9°C , s dlouhodobým průměrným množstvím srážek 500 mm za rok. Z geografického hlediska se pokusný pozemek nachází v Dolnomoravském úvalu v povodí řeky Dyje. Převažujícím půdním typem jsou černozemě modální a černozemě karbonátové, matečným substrátem je spraš. Půdní druh je hlinitopísčitý, jedná se o půdy středně těžké bez skeletu, velmi hluboké s převážně příznivým vodním režimem. Hloubka ornice se pohybuje v rozmezí 0,3 – 0,4 m. Hladina podzemní vody se pohybuje v rozmezí 0,9 – 1,2 m pod půdním povrchem. Viniční trať se nachází na rovině.

Lokalita Žabonosy – jedná se o jabloňové sady situované ve Středočeském kraji, v okrese Kolín, v obci Žabonosy. Z hlediska zemědělského je lokalita zařazena do řepařské výrobní oblasti s nadmořskou výškou 219 m. Řadí se do klimatického regionu teplý, mírně vlhký, dlouhodobá průměrná roční teplota $8,5^{\circ}\text{C}$, dlouhodobé průměrné množství srážek 575 mm za rok. Z hlediska geomorfologického členění se Žabonosy nacházejí v subprovincii České tabule. Spadají do oblasti Středočeské tabule, do celku Středolabské tabule a na přechodné zóně Českobrodského a Polabského bioregionu. Půdy jsou zde převážně černozemního typu na spraších, zrnitostně jílovitohlinité, středně hluboké až hluboké, středně až dobře odvodněné, s obsahem skeletu do 10 %. Sledovaná lokalita se nachází na rovině.

1.2. Metodika pokusů

Na vybraných lokalitách byly na začátku vegetace v roce 2017 založeny následující varianty s aplikací různých druhů kompostu na podzim.

Varianty pokusů:

Vinice: 1. kontrola – bez kompostu,

2. kompost směsný (30t/ha),

3. kompost + Lignohumax 20 (30t/ha+0,4 l/ha)

Sad: 1. kompost – separovaný digestát, kravský hnůj, tráva (celkem 30t/ha)

2. kompost – separovaný digestát, rybníční bahno, tráva (celkem 30t/ha)

3. kompost – separovaný digestát, Lignohumax 20 (0,4 l/ha), tráva (celkem 30t/ha)

4. kontrola bez kompostu

Lignohumax 20 je koncentrovaný vodný roztok přípravku získaného hydrolyticko-oxidačním rozkladem technických lignosulfonátů. Představuje směs huminových a fulvových kyselin a



jejich solí, kde fulvové kyseliny a jejich soli převažují. Obsahuje malé množství síry z použitých surovin. Lignohumax 20 je hnědočerná kapalina, která má příznivý a komplexní vliv na rostliny. Dochází ke zvýšení aktivity fotosystému a tvorby chlorofylu, zvyšuje se využití živin obsažených v půdě, dochází k lepšímu příjmu doplňkové výživy listem, podporuje rozvoj kořenového systému, rostlina je odolnější vůči stresům, přípravek zlepšuje celkový stav rostliny a zvyšuje odolnost vůči vnějším vlivům, pomáhá zvyšovat výnosy a kvalitu sklizně. Nenahrazuje základní hnojení.

Po přidání do kompostu dojde k aktivaci mikroorganismů a tím k urychlení rozkladu organické hmoty a zrání kompostu.

Kompost byl k jednotlivým řadám zapraven po sklizni připraveným prototypem pro hloubkové zapravení organické hmoty do půdy do hloubky 0,25m.

Pro výrobu kompostu do vinic byly využity odpadní produkty založené na rostlinné bázi. Jednalo se o matoliny, zelinářský odpad, odpad z údržby trávníkových ploch, piliny a slámu, přípravek Lignohumax 20. Kompostování probíhalo technologií výroby kompostu v pásových hromadách. V tab. 1 jsou uvedeny vybrané parametry kompostu 2 a 3 aplikovaného ve vinicích.

Tab. 1: Vybrané parametry kompostu aplikovaného ve vinicích

Varianta	Ncelk. (%)	P (mg·kg ⁻¹)	K (mg·kg ⁻¹)	Mg (mg·kg ⁻¹)	Sušina (%)	pH _{KCL}
2 (kompost směsný)	0,15	192	953	302	69,0	7,3
3 (kompost + Lignohumax 20)	0,67	179	458	345	70,5	6,8

Hlavními surovinami do zakládek kompostu pro aplikaci v sadech byla posečená tráva z údržby areálu VÚRV a digestát. Další suroviny – rybníční bahno, kravský hnůj, přípravek Lignohumax 20 (kompost 1, 2, 3) – byly přidávány dle metodiky a zvolených variant (tab. 2).

Tab. 2: Vybrané parametry kompostu aplikovaného v sadu

Varianta	Ncelk.	P	K	Mg	Sušina	pH _{KCL}
----------	--------	---	---	----	--------	-------------------



	(%)	(mg·kg ⁻¹)	(mg·kg ⁻¹)	(mg·kg ⁻¹)	(%)	
1 (digestát, kravský hnůj)	0,86	224	253	509	59,5	7,0
2 (digestát, rybniční bahno, tráva)	0,98	364	234	500	60,2	7,6
3 (digestát, tráva + Lignohumax 20)	0,76	330	219	460	57,01	6,9

1.3. Metodika půdních analýz

Na začátku a na konci vegetace byly odebírány půdní vzorky pro stanovení vybraných fyzikálních a chemických vlastností půdy, včetně obsahu organického uhlíku s přepočtem na půdní humus a vyhodnocení jeho kvality. Současně byl vyhodnocen stupeň humifikace organického uhlíku. Pro stanovení biologických vlastností půdy byly odebrány vzorky půdy k zjištění obsahu půdní biomasy pro zhodnocení počátečního stavu půdy před aplikací kompostu a na podzim po aplikaci kompostu.

Po vytyčení pokusných řad (variant) byl proveden v sadu odběr vzorků půdy rovnoměrně od šesti stromků u každé varianty ve třech opakováních. Ve vinohradu byly prováděny odběry půdních vzorků na pokusných variantách v délce 15 m vždy ve třech opakováních.

Fyzikální vlastnosti půdy z půdních vzorků v neporušeném stavu dle Kopeckého byly odebrány jen jednou v roce na začátku vegetace v květnu z hloubek 0-0,10 m, 0,10-0,20 m, 0,20-0,30 m a zahrnují tato stanovení: objemovou hmotnost redukovanou, celkovou pórovitost, momentální obsah vody a vzduchu, maximální kapilární vodní kapacitu a minimální vzdušnou kapacitu.

Struktura půdy – byla stanovena proséváním suché zeminy na sítích o průměrných otvorech 0,25; 0,5; 2; 5; 10; 20 mm. Vzorky byly odebírány ze dvou hloubek, a sice 0-0,15; 0,15-0,30 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 vodostálosti půdních agregátů byly odebírány každý rok vždy na jaře na začátku vegetačního období a na podzim na konci vegetačního období. Odběr byl proveden vždy ze dvou hloubek 0-0,15 m (ornice) a 0,15-0,30 m (podorničí). Vodostálost půdních agregátů byla zjišťována metodou mokrého prosévání (Kandeler, 1996). Byl stanoven



procentický podíl nerozpuštěných agregátů z celkové navážky vzorku podle daného vzorce:

$$\% \text{ SAS} = (M_2 - M_3) / W - (M_3 - M_1) * 100.$$

Vlhkost půdy (hmotnostní %) v půdě byla zjišťována gravimetrickou metodou z hloubek 0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 a 0,20-0,30 m.

V roce 2019 bylo podle harmonogramu zařazeno měření infiltrační schopnosti půdy u různých variant s kompostem. Měření infiltrace na sledovaných lokalitách 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 zainfiletrovaných objemů vody. Měření bylo zaznamenáváno každých 30 s po dobu minimálně 0,5 hod., a to ve třech opakováních, uprostřed vegetačního období.

Chemické analýzy byly provedeny na základní obsah živin v půdě, a sice: výměnné pH_{KCl} , N_{celk} , P, K, Mg, Ca, C_{org} , humus, kvalita humusu (HK/FK) a stupeň humifikace z hloubek 0-0,15 m, 0,15-0,30 m. Vzorky byly odebírány současně se vzorky pro stanovení obsahu humusu. Výměnná půdní reakce pH byla stanovena z výluhu KCl potenciometricky, obsah přístupného fosforu, draslíku a hořčíku byl stanoven na spektrofotometru metodou podle Melicha III (vyjádřeno v mg na 1 kg půdy) a obsah celkového dusíku mineralizací, destilační metodou podle Kjedahla (vyjádřen v %). Celkový obsah organického uhlíku (C_{org}) byl stanoven oxidimetrickou titrací podle Nelson a Sommers (1982), humus byl přepočten daným koeficientem z C_{org} podle vzorce: $\text{Humus} (\%) = \text{C}_{\text{org}} \times 1,724$, (kde 1,724 je přepočítací koeficient za předpokladu, že humus obsahuje 58% uhlíku), humusové látky (HL) byly extrahovány směsí 0,1M pyrofosforečnanu sodného a 0,1M NaOH (Kononová a Bělčiková, 1963). Pro určení kvality humusu byl zjištěn poměr huminových kyselin k fulvokyselinám. Stupeň humifikace Sh byl určen dle vzorce: $\text{Sh} (\%) = \frac{100 \times \text{HK}}{\text{C}_{\text{org}}}$

Kde: Sh – stupeň humifikace, HK obsah uhlíku huminových kyselin (g/100g), C_{org} – celkový obsah organického uhlíku (%).

Biologické vlastnosti půdy – stanovení obsahu půdní biomasy bylo zjištěno jako kvantitativní obsah mikroorganismů Fumigačně-extrakční metodou (dle Vance et al.). U této metody se půdní vzorky fumigují chloroformem 24 hodin. Obsah C_{bio} byl stanoven z rozdílu mezi fumigovanými a nefumigovanými vzorky. Uhlík byl stanoven dichromanovou oxidací v přítomnosti silné kyseliny a následnou titrací Mohrovou solí, popř. spektrofotometricky.



Výnosy – Hodnocení parametrů sklizeného ovoce

Kvalitativní parametry hroznů byly hodnocené při ruční sklizni. Hodnocené byly základní kvalitativní parametry hroznů a výnos hroznů v kg na keř.

V období sklizně jablek byl proveden přesný odběr z jednotlivých stromů ve všech čtyřech řadách v délce 100 m. Z každého stromu byla zaznamenána hmotnost jablek a pro každou řadu vypočítána hmotnost sklizených jablek.

2. Výsledky

2.1. Půdní vlastnosti

2.1.1. Fyzikální vlastnosti půdy

V následujících tabulkách jsou uvedeny výsledky základních fyzikálních vlastností půdy na třech lokalitách během sledovaných let.

V tab. 3 – 6 jsou uvedeny výsledky na lokalitě Velké Bílovice ve vinicích. V roce 2017 (Tab. 3) byly odebrány vstupní vzorky směsné před aplikací kompostů ze dvou různých míst v pěti opakováních. Z výsledků je patrné, že utužení půdy – Objemová hmotnost redukováná (OHR) je na přibližně stejné úrovni. Tomu odpovídaly hodnoty pórovitosti a dalších parametrů. Podle výsledků můžeme konstatovat, že hodnoty se blíží kritické hranici $1,45 \text{ cm}^3$ (Lhotský, 1994).

Tab. 3: Fyzikální vlastnosti půdy – vstupní hodnoty – Velké Bílovice, 2017

odběrové místo	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,38	47,10	22,88	24,21	39,23	7,87
	0,1 - 0,2	1,48	43,21	24,45	18,75	34,36	8,84
	0,2 - 0,3	1,42	45,51	22,40	23,11	33,67	11,85
	průměr	1,42	45,27	23,25	22,02	35,75	9,52
2	0 - 0,1	1,19	54,74	27,25	27,49	46,25	8,49
	0,1 - 0,2	1,62	38,17	26,69	11,47	31,18	6,98
	0,2 - 0,3	1,53	41,70	25,07	16,63	33,85	7,85
	průměr	1,44	44,87	26,34	18,53	37,09	7,77

V Tab. 4 jsou uvedeny výsledky za rok 2018. Odběry vzorků zde již probíhaly dle zvolených variant pokusu, tedy po aplikaci kompostů. Z tabulky je patrné, že u variant s kompostem (var. 2, 3) se podstatně snížila OHR již po prvním zapravení kompostů. Zvýšila se tedy i pórovitost a minimální vzdušná kapacita. Momentální obsah vody (MOV) byl zhruba na stejné



úrovni. Max. kapilární kapacita byla snížena u var. 1, což může znamenat zhoršenou schopnost půdy hospodařit s vodou.

Tab. 4: Fyzikální vlastnosti půdy – Velké Bílovice, 2018

varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,04	59,83	14,91	44,92	39,86	7,8
	0,1 - 0,2	1,35	47,94	23,89	24,05	35,13	11,3
	0,2 - 0,3	1,32	49,40	22,56	26,84	34,98	11,0
	průměr	1,24	52,39	20,45	31,94	36,66	10,01
2	0 - 0,1	1,07	58,94	14,47	44,48	41,99	16,95
	0,1 - 0,2	1,24	52,28	21,54	30,74	37,35	14,93
	0,2 - 0,3	1,25	51,77	23,10	28,67	37,21	14,56
	průměr	1,19	54,33	19,70	34,63	38,85	15,48
3	0 - 0,1	1,07	58,83	18,10	40,73	42,07	16,75
	0,1 - 0,2	1,18	54,80	20,37	34,43	35,26	19,54
	0,2 - 0,3	1,28	50,77	22,09	28,68	36,05	14,72
	průměr	1,18	54,80	20,19	34,61	37,79	17,01

Tab. 5 uvádí fyzikální vlastnosti půdy v roce 2019. I zde byly zjištěny nejhorší hodnoty OHR (utužení) u kontrolní var. 1 bez zapraveného kompostu. Ostatní vlastnosti odpovídaly hodnotám utužení půdy. Nejlepší OHR a tedy nejnižší utužení bylo zjištěno u var. 2 se zapraveným kompostem.

Tab. 5: Fyzikální vlastnosti půdy – Velké Bílovice, 2019

varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,13	56,59	21,30	35,28	43,12	13,47
	0,1 - 0,2	1,38	46,73	25,70	21,04	34,37	12,36
	0,2 - 0,3	1,36	47,58	25,98	21,61	34,76	12,82
	průměr	1,29	50,30	24,33	25,98	37,42	12,89
2	0 - 0,1	1,09	58,21	21,55	36,66	42,94	15,27
	0,1 - 0,2	1,28	50,68	28,93	21,75	38,86	11,82
	0,2 - 0,3	1,36	47,76	25,46	22,30	35,36	12,39
	průměr	1,24	52,22	25,31	26,90	39,06	13,16
3	0 - 0,1	1,03	60,39	16,50	43,89	40,47	19,92
	0,1 - 0,2	1,20	53,91	31,54	22,37	38,78	15,13
	0,2 - 0,3	1,37	47,14	29,07	18,06	35,89	11,24
	průměr	1,20	53,81	25,70	28,11	38,38	15,43

V roce 2020 (Tab. 6) byly zjištěny nejvyšší hodnoty utužení půdy za celé sledované období. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny u var. 1 (kontrolní, bez kompostu). Hodnoty překročily u této



varianty limitní mez zhutnění, která činí dle Lhotského (1994) u hlinitých půd $1,45 \text{ cm}^{-3}$. Nejnižší hodnoty byly zjištěny u var. 3 (kompost+Lignohumax 20). U této varianty byla i nejlepší provzdušněnost půdy a momentální obsah vody.

Tab. 6: Fyzikální vlastnosti půdy – Velké Bílovice, 2020

varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,38	46,76	24,11	22,65	35,68	11,08
	0,1 - 0,2	1,46	43,98	19,64	24,34	33,71	10,27
	0,2 - 0,3	1,57	39,58	13,49	26,09	32,99	6,59
	průměr	1,47	43,44	19,08	24,36	34,13	9,31
2	0 - 0,1	1,40	46,03	11,95	34,07	32,40	13,62
	0,1 - 0,2	1,44	44,60	21,75	22,85	32,83	11,77
	0,2 - 0,3	1,44	44,75	23,79	20,96	34,86	9,89
	průměr	1,43	45,13	19,17	25,96	33,37	11,76
3	0 - 0,1	1,40	46,24	16,06	30,19	32,72	13,53
	0,1 - 0,2	1,45	44,19	23,90	20,30	31,76	12,43
	0,2 - 0,3	1,38	47,04	27,39	19,65	36,64	10,41
	průměr	1,41	45,83	22,45	23,38	33,71	12,12

Tabulky 7 – 10 představují základní fyzikální vlastnosti půdy na lokalitě Lednice ve vinicích. V roce 2017 byly odebrány vstupní směsné vzorky půd opět ze dvou míst (Tab. 7). Zde je patrný rozdíl ve zhutnění půdy, kdy hodnoty OHr jsou u druhého odběrového místa mnohem vyšší než odběrové místo první. Jsou zde patrné rozdíly v rámci pozemku. Tomu odpovídaly ostatní vypočítané parametry půdních vlastností.

Tab. 7: Fyzikální vlastnosti půdy – vstupní hodnoty - Lednice, 2017

odběrové místo	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,18	55,52	18,65	36,87	39,28	16,24
	0,1 - 0,2	1,39	47,61	22,52	25,09	33,93	13,68
	0,2 - 0,3	1,55	41,61	23,96	17,65	31,01	10,60
	průměr	1,38	48,25	21,71	26,53	34,74	13,51
2	0 - 0,1	1,39	47,71	20,32	27,39	37,90	9,81
	0,1 - 0,2	1,56	41,34	23,71	17,64	32,15	9,20
	0,2 - 0,3	1,51	43,23	25,92	17,30	34,70	8,53
	průměr	1,49	44,09	23,32	20,78	34,92	9,18

V tab. 8 jsou uvedeny výsledky z roku 2018, tedy po aplikaci kompostů. V tomto roce byly zjištěny nejvyšší hodnoty utužení půdy (OHr) u var. 1, a to o $0,09 \text{ cm}^{-3}$ vyšší oproti kritické



hranici. Bohužel, zde došlo i k vysokému utužení u var. 2. Pravděpodobně nedošlo ještě ke správnému promísení kompostu a půdy. Ostatní parametry odpovídaly hlavnímu ukazateli OHR.

Tab. 8: Fyzikální vlastnosti půdy – Lednice, 2018

varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,66	36,06	11,48	24,58	21,11	6,7
	0,1 - 0,2	1,53	41,24	12,09	29,15	34,98	9,4
	0,2 - 0,3	1,42	45,30	14,22	31,08	34,14	10,0
	průměr	1,54	40,86	12,60	28,27	30,08	8,69
2	0 - 0,1	1,52	41,35	21,65	19,70	26,34	15,0
	0,1 - 0,2	1,55	40,46	20,11	20,35	32,45	10,6
	0,2 - 0,3	1,42	45,36	18,39	26,97	40,35	7,0
	průměr	1,50	42,39	20,05	22,34	33,05	10,89
3	0 - 0,1	1,23	52,75	18,29	34,47	39,95	11,7
	0,1 - 0,2	1,47	43,30	22,69	20,60	33,94	10,5
	0,2 - 0,3	1,39	46,59	20,05	26,55	39,07	12,4
	průměr	1,36	47,55	20,34	27,20	37,65	11,52

V roce 2019 (Tab. 9) byl zjištěn již nápadný rozdíl v hodnotách OHR mezi variantami. Nejvyšší hodnoty zhutnění půdy byly zjištěny u varianty kontrolní, i když nepřekročily kritickou hranici zhutnění. Mezi hodnotami s kompostem a kontrolou byl však velký rozdíl. Tomu odpovídal i pórovitost. U variant s kompostem byla mnohem vyšší provzdušněnost půdy i vyšší obsah vody.

Tab. 9: Fyzikální vlastnosti půdy – Lednice, 2019

varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,15	55,58	14,02	41,57	42,46	13,12
	0,1 - 0,2	1,40	46,26	25,46	20,81	36,48	9,78
	0,2 - 0,3	1,37	47,38	21,87	25,51	36,88	10,50
	průměr	1,31	49,74	20,45	29,29	38,61	11,14
2	0 - 0,1	1,07	59,03	20,94	38,09	42,95	16,08
	0,1 - 0,2	1,15	55,79	19,91	35,88	38,64	17,15
	0,2 - 0,3	1,30	50,03	23,37	26,66	36,08	13,96
	průměr	1,17	54,95	21,41	33,54	39,22	15,73
3	0 - 0,1	1,14	56,14	19,53	36,61	42,16	13,98
	0,1 - 0,2	1,09	57,93	19,49	38,43	39,97	17,96
	0,2 - 0,3	1,24	52,12	22,76	29,36	37,11	15,00
	průměr	1,16	55,39	20,59	34,80	39,75	15,65

V posledním roce sledování v roce 2020 (Tab. 10) byly hodnoty OHR u variant s kompostem opět nižší oproti var. 1 (kontrola). Půda byla také lépe provzdušněná a s vyšším obsahem vody (var. 3).



Tab. 10: Fyzikální vlastnosti půdy – Lednice, 2020

varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,18	54,49	24,36	30,13	43,28	11,21
	0,1 - 0,2	1,43	44,86	26,63	18,23	37,22	7,63
	0,2 - 0,3	1,47	43,31	26,75	16,56	35,74	7,57
	průměr	1,36	47,55	25,91	21,64	38,75	8,80
2	0 - 0,1	1,06	59,26	25,40	33,86	44,54	14,72
	0,1 - 0,2	1,33	48,93	24,82	24,12	38,23	10,71
	0,2 - 0,3	1,37	47,49	25,39	22,10	38,79	8,70
	průměr	1,25	51,90	25,20	26,69	40,52	11,38
3	0 - 0,1	1,19	54,14	22,93	31,21	40,32	13,82
	0,1 - 0,2	1,25	51,95	27,23	24,72	36,64	15,31
	0,2 - 0,3	1,37	47,37	28,30	19,07	36,60	10,77
	průměr	1,27	51,16	26,15	25,00	37,85	13,30

Výsledky základních fyzikálních vlastností půdy na lokalitě Žabonosy v sadech představují tabulky 11 – 14. V tab. 11 jsou vyhodnoceny výsledky z roku 2017. Vstupní hodnoty naznačují mírné zhuštění, které nepřekračuje kritickou hranici u hlinitých půd. Tomu odpovídaly hodnoty pórovitosti, obsahu vody a vzduchu. Vyšší výsledky byly zjištěny u max. kapilární kapacity, což odpovídá horšímu vsaku vody. U vzorku z odběrového místa 1 je také nižší minimální vzdušná kapacita, která byla zjištěna pod hodnotu 10. To opět naznačuje horší vsak vody.

Tab. 11: Fyzikální vlastnosti půdy - vstupní hodnoty – Žabonosy, 2017

odběrové místo	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,34	48,55	23,82	24,73	42,57	5,98
	0,1 - 0,2	1,42	45,32	20,13	25,20	38,55	6,78
	0,2 - 0,3	1,34	48,63	19,96	28,67	39,54	9,09
	průměr	1,36	47,50	21,30	26,20	40,22	7,28
2	0 - 0,1	1,32	49,22	18,29	30,93	41,99	7,23
	0,1 - 0,2	1,27	50,97	21,25	29,73	41,07	9,90
	0,2 - 0,3	1,19	54,29	21,63	32,66	41,42	12,87
	průměr	1,26	51,50	20,39	31,11	41,49	10,00

V roce 2018 byly zjištěny již rozdíly mezi jednotlivými variantami, kdy byla zapravena jiná varianta kompostu (Tab. 12). U všech variant s kompostem (var. 1 - 3) bylo naměřeno nižší zhuštění, čili OHr. Současně se zvýšila i pórovitost, obsah vody a min. vzdušná kapacita. Maximální kapilární vodní kapacita se ustálila na průměrných hodnotách.

Tab. 12: Fyzikální vlastnosti půdy – Žabonosy, 2018



varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,25	52,03	27,90	24,13	41,02	11,01
	0,1 - 0,2	1,40	46,17	23,87	22,30	37,89	8,28
	0,2 - 0,3	1,26	51,40	16,47	34,93	37,13	14,27
	průměr	1,30	49,87	22,75	27,12	38,68	11,19
2	0 - 0,1	1,31	49,69	23,32	26,37	39,71	9,98
	0,1 - 0,2	1,47	43,40	24,78	18,62	35,65	7,76
	0,2 - 0,3	1,36	47,65	21,72	25,93	37,41	10,23
	průměr	1,38	46,91	23,27	23,64	37,59	9,32
3	0 - 0,1	1,33	48,74	24,20	24,54	40,49	8,26
	0,1 - 0,2	1,34	48,52	22,86	25,66	37,78	10,74
	0,2 - 0,3	1,30	50,15	17,63	32,52	36,23	13,92
	průměr	1,32	49,14	21,56	27,57	38,16	10,97
4	0 - 0,1	1,53	41,31	21,45	19,85	36,81	4,50
	0,1 - 0,2	1,45	44,10	15,22	28,88	37,39	6,71
	0,2 - 0,3	1,39	46,37	13,84	32,53	36,86	9,51
	průměr	1,46	43,93	16,84	27,09	37,02	6,91

Tab. 13 představuje výsledné hodnoty za rok 2019. Zde bylo zjištěno nejnižší utužení půdy, tedy hodnoty OHr u var. 1 (digestát, kravský hnůj, tráva). Současně zde byly vypočteny nejvyšší hodnoty min. vzdušné kapacity. Momentální obsah vody byl zjištěn nejvyšší u var. 3 (kompost s Lignohumaxem 20) a současně i max. kapilární vodní kapacita. Při vyšší srážkové činnosti by mohlo tedy dojít k vyšší vododržnosti.

Tab. 13: Fyzikální vlastnosti půdy – Žabonosy, 2019

varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. vodní kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,12	56,79	21,33	35,46	40,44	16,35
	0,1 - 0,2	1,16	55,33	23,34	31,99	39,31	16,03
	0,2 - 0,3	1,12	56,80	18,78	38,01	37,63	19,17
	průměr	1,14	56,31	21,15	35,16	39,13	17,18
2	0 - 0,1	1,27	51,02	18,48	32,54	41,19	9,83
	0,1 - 0,2	1,29	50,48	19,41	31,07	37,89	12,60
	0,2 - 0,3	1,36	47,72	19,66	28,07	36,40	11,32
	průměr	1,31	49,74	19,18	30,56	38,49	11,25
3	0 - 0,1	1,11	57,26	23,40	33,86	42,67	14,59
	0,1 - 0,2	1,20	53,98	26,19	27,79	40,51	13,47
	0,2 - 0,3	1,32	49,41	23,87	25,54	36,86	12,55
	průměr	1,21	53,55	24,49	29,07	40,01	13,54
4	0 - 0,1	1,28	50,61	22,64	27,98	39,12	11,49
	0,1 - 0,2	1,44	44,66	26,29	18,37	37,82	6,84
	0,2 - 0,3	1,28	50,77	20,76	30,02	39,03	11,75
	průměr	1,33	48,68	23,23	25,46	38,66	10,03



Výsledky základních fyzikálních vlastností půdy v roce 2020 jsou uvedeny v tab. 14. V posledním roce sledování bylo zjištěno, že nejvyšší zhutnění půdy bylo u var. 4 – kontrolní bez přidávaného kompostu, kdy hodnoty OHR překročili mezní hranici $1,45 \text{ cm}^{-3}$. Druhé nejvyšší zhutnění bylo zjištěno u var. 2 (kompost s digestátem), a to téměř na hranici kritické meze. Může to být způsobeno přidávaným digestátem do půdy, který částečně způsobuje peptizaci půdních koloidů, což může zapříčinit vyšší utužení půdy. Odpovídají tomu i další parametry jako je snížení pórovitosti a provzdušněnosti.

Tab. 14: Fyzikální vlastnosti půdy – Žabonosy, 2020

Varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm ⁻³)	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				%obj.		%obj.	
1	0 - 0,1	1,31	49,70	27,94	21,76	36,50	13,20
	0,1 - 0,2	1,32	49,38	18,77	30,61	35,43	13,95
	0,2 - 0,3	1,28	50,70	17,83	32,87	35,28	15,42
	průměr	1,30	49,93	21,51	28,41	35,74	14,19
2	0 - 0,1	1,35	47,96	23,77	24,19	36,70	11,26
	0,1 - 0,2	1,47	43,62	19,89	23,74	32,16	11,47
	0,2 - 0,3	1,50	42,48	17,74	24,74	29,56	12,93
	průměr	1,44	44,69	20,47	24,22	32,80	11,88
3	0 - 0,1	1,32	49,04	22,56	26,49	36,47	12,58
	0,1 - 0,2	1,37	47,47	14,19	33,28	29,85	17,61
	0,2 - 0,3	1,40	45,99	13,88	32,11	31,27	14,71
	průměr	1,37	47,50	16,87	30,62	32,53	14,97
4	0 - 0,1	1,55	40,53	22,03	18,50	31,20	9,33
	0,1 - 0,2	1,49	42,81	17,31	25,50	30,95	11,86
	0,2 - 0,3	1,51	41,96	13,39	28,56	30,98	10,98
	průměr	1,51	41,77	17,58	24,19	31,04	10,72

Vlhkost půdy

Obsah půdní vody – vlhkost půdy byl sledován jednak gravimetrickou metodou a jednak z neporušených vzorků Kopeckého válečků. Hodnoty z Kopeckého válečků můžeme vyčíst z předchozích tabulek základních fyzikálních vlastností půdy.

V následujících tabulkách jsou vyhodnoceny výsledky půdní vlhkosti získané gravimetrickou metodou. Hodnoty jsou zprůměrovány ze třech opakování a za vegetaci (začátek a konec vegetačního období).

Vlhkové podmínky na lokalitě vinice ve Velkých Bílovicích jsou uvedeny v tab. 15. Z výsledků je patrné, že hodnoty jsou proměnlivé jednak mezi variantami a jednak mezi sledovanými roky podle průběhu srážek. Vždy nejnižší hodnoty byly zjištěny u varianty kontrolní bez



zapraveného kompostu (var. 1). Nejvyšší vlhkost půdy byla naměřena u var. 3, a to téměř ve všech letech.

Tab. 15: Vlhkosti půdy v % hmot. – Velké Bílovice (průměr za vegetaci)

Varianta	Hloubka (m)	2017	2018	2019	2020
1	0,0-0,10	16,95	14,62	23,83	17,41
	0,10-0,20	16,30	18,45	23,53	13,48
	0,20-0,30	16,08	16,86	19,13	8,58
	průměr	16,44	16,64	22,17	12,97
2	0,0-0,10	21,22	18,66	23,99	8,52
	0,10-0,20	18,67	24,21	22,93	15,10
	0,20-0,30	18,49	21,23	22,58	16,57
	průměr	19,46	21,37	23,17	13,43
3	0,0-0,10	24,96	16,42	28,37	11,49
	0,10-0,20	22,95	14,22	21,97	16,47
	0,20-0,30	21,15	14,48	21,44	19,90
	průměr	23,02	15,04	23,93	15,94

Na lokalitě vinice v Lednici byly naměřeny hodnoty půdní vlhkosti obdobné jako ve Velkých Bílovicích, i když nižší. Opět nejnižší hodnoty byly zjištěny u var. 1 a nejvyšší u var. 3. Vlhkost půdy se odvíjela od dešťových srážek, takže u variant s kompostem (var. 2, 3) byly hodnoty vlhkosti půdy většinou nejvyšší ve střední vrstvě půdy 0,10 – 0,20 m a u varianty bez kompostu (var. 1) mimo rok 2020 ve spodní vrstvě půdy 0,20 – 0,30 m.

Tab. 16: Vlhkosti půdy v % hmot. – Lednice (průměr za vegetaci)

Varianta	Hloubka (m)	2017	2018	2019	2020
1	0,0-0,10	15,02	11,54	11,63	20,59
	0,10-0,20	15,27	13,43	15,27	18,57
	0,20-0,30	16,07	13,59	16,99	18,15
	průměr	15,45	12,85	14,63	19,00
2	0,0-0,10	15,64	12,91	12,35	23,98
	0,10-0,20	15,81	14,96	15,46	18,69
	0,20-0,30	17,28	15,57	15,94	18,60
	průměr	16,24	14,48	14,59	20,15
3	0,0-0,10	18,63	17,56	16,95	19,23
	0,10-0,20	17,51	16,68	18,25	21,80
	0,20-0,30	17,01	16,36	14,93	20,68
	průměr	17,72	16,87	16,71	20,59

V tab. 17 jsou vyhodnoceny vlhkosti půdy na lokalitě Žabonosy v sadech. Zde bylo zjištěno, že nejnižší hodnoty půdní vlhkosti byly u var. 4 (kontrolní) a v průměru nejvyšší u var. 3 (kompost+Lignohumax 20) a následně var. 1 (kompost+kravský hnůj). Co se týče půdního profilu, většinou nejvyšší půdní vlhkost byla naměřena ve svrchní vrstvě půdy do hloubky 0,10 m.

**Tab. 17: Vlhkosti půdy v % hmot. – Žabonosy (průměr za vegetaci)**

Varianta	Hloubka (m)	2017	2018	2019	2020
1	0,0-0,10	19,33	21,40	17,43	16,37
	0,10-0,20	16,45	14,11	20,33	12,31
	0,20-0,30	17,07	13,41	15,84	11,86
	průměr	17,62	16,31	17,87	13,52
2	0,0-0,10	16,80	19,88	19,91	13,06
	0,10-0,20	17,93	16,05	15,47	10,08
	0,20-0,30	18,31	15,09	13,21	12,83
	průměr	17,68	17,00	16,20	11,94
3	0,0-0,10	20,95	16,82	21,53	14,25
	0,10-0,20	18,92	13,95	18,33	13,64
	0,20-0,30	20,56	13,31	16,83	11,99
	průměr	20,14	14,69	18,90	13,29
4	0,0-0,10	16,73	23,82	20,80	10,68
	0,10-0,20	19,19	13,63	14,27	10,39
	0,20-0,30	18,42	12,51	13,61	8,88
	průměr	18,11	16,65	16,23	9,98

Půdní struktura

Kvalita půdní struktury je vyjadřována jako vypočítaná hodnota koeficientu strukturnosti (KS). Hodnoty KS jsou uvedeny v tabulkách 18 – 20. Hodnoty půdní struktury na lokalitě Velké Bílovice (Tab. 18) za sledované roky ukazují postupné zvyšování KS u variant s kompostem (var. 2, 3). Kvalita půdní struktury u varianty 1 se snižovala nebo stagnovala. Ve spodní vrstvě půdy 0,15 – 0,30 m byly hodnoty KS většinou vyšší, a to u všech variant.

Tab. 18: Půdní struktura (koeficient strukturnosti) – Velké Bílovice (průměr za vegetaci)

varianta	hloubka (m)	2017	2018	2019	2020
1	0,00-0,15	0,98	1,49	1,35	1,38
	0,15-0,30	1,07	1,92	1,00	1,37
	průměr	1,03	1,70	1,17	1,38
2	0,00-0,15	1,87	2,29	2,31	3,65
	0,15-0,30	2,11	2,27	3,28	4,57
	průměr	1,99	2,28	2,79	4,11
3	0,00-0,15	1,87	2,80	2,17	3,09
	0,15-0,30	2,11	2,56	2,77	4,32
	průměr	1,99	2,68	2,47	3,71

Na lokalitě Lednice (Tab. 19) bylo opět zjištěno, že u variant se zapraveným kompostem byla půdní struktura kvalitnější. Na této lokalitě byly však hodnoty nižší oproti lokalitě Velké Bílovice. Bylo to dáno horšími půdními podmínkami. Hodnoty KS se zvyšovaly u variant 2, 3 během sledovaných let. Na této lokalitě byly vypočítány většinou vyšší hodnoty KS ve svrchní vrstvě půdy (0 – 0,15 m).

**Tab. 19: Půdní struktura (koeficient strukturnosti) – Lednice
(průměr za vegetaci)**

varianta	hloubka (m)	2017	2018	2019	2020
1	0,00-0,15	1,19	1,41	2,66	1,47
	0,15-0,30	0,84	1,38	1,13	1,42
	průměr	1,02	1,39	1,90	1,44
2	0,00-0,15	1,44	2,13	2,46	2,55
	0,15-0,30	1,32	1,94	1,60	1,76
	průměr	1,38	2,04	2,03	2,16
3	0,00-0,15	1,18	2,09	2,53	2,69
	0,15-0,30	1,69	2,08	2,06	1,66
	průměr	1,44	2,08	2,30	2,17

Kvalita půdní struktury na lokalitě Žabonosy (Tab. 20) byla zjištěna opět vyšší u variant se zapraveným kompostem (var. 1 – 3). U var. kontrolní bez kompostu (var. 4) byly hodnoty KS až o polovinu nižší oproti ostatním variantám.

**Tab. 20: Půdní struktura (koeficient strukturnosti) – Žabonosy
(průměr za vegetaci)**

varianta	hloubka (m)	2017	2018	2019	2020
1	0,00-0,15	1,08	3,74	2,40	3,60
	0,15-0,30	1,54	3,71	3,20	3,41
	průměr	1,31	3,73	2,80	3,51
2	0,00-0,15	1,99	2,97	2,13	1,60
	0,15-0,30	2,68	2,82	2,84	3,18
	průměr	2,34	2,89	2,48	2,39
3	0,00-0,15	2,06	4,06	2,38	3,09
	0,15-0,30	3,30	5,24	3,20	3,78
	průměr	2,68	4,65	2,79	3,44
4	0,00-0,15	0,58	2,39	1,71	1,27
	0,15-0,30	1,07	1,52	2,44	2,32
	průměr	0,82	1,95	2,07	1,79

Mnohými autory bylo zjištěno, že lepší půdní agregace zajišťuje větší možnost zachycení srážek, a tím zlepšuje produktivitu obdělávané půdy, stejně jako poskytuje určitou ochranu organického uhlíku proti mikrobiálnímu rozkladu (Kaczyński R., Siebielec G., 2015).

Vodostálost půdních agregátů

Vodostálost půdních agregátů (VPA) úzce souvisí se strukturou a dalšími fyzikálními vlastnostmi. Získané hodnoty vodostálosti za čtyřleté období jsou vyhodnoceny v tab. 21 – 23.



Hodnoty VPA na lokalitě Velké Bílovice jsou uvedeny v tab. 21. Podle zjištěných hodnot se dá konstatovat, že postupně během let se zlepšovala VPA u var. se zapraveným kompostem (2 -3), zatímco u varianty bez kompostu (var. 1) docházelo ke zhoršení vodostálosti. U var. 2, 3 můžeme hodnotit VPA v posledním roce sledování jako středně dobrou, u var. 1 nízkou.

Tab. 21: Vodostálost půdních agregátů – Velké Bílovice (průměr za vegetaci)

Varianta	Hloubka (m)	2017	2018	2019	2020
1	0-0,15	26,69	24,20	13,16	16,03
	0,15-0,30	35,53	26,65	17,85	24,86
	průměr	31,11	25,42	15,50	20,45
2	0-0,15	30,90	40,66	24,74	39,53
	0,15-0,30	31,38	28,96	22,78	43,87
	průměr	31,14	34,81	23,76	41,70
3	0-0,15	27,35	42,23	21,46	33,96
	0,15-0,30	26,73	30,77	31,74	33,83
	průměr	27,04	36,50	26,60	33,90

V tab. 22 jsou uvedeny výsledky VPA na lokalitě Lednice. I zde je patrné, že hodnoty VPA se během čtyř let zvyšovaly u variant se zapraveným kompostem oproti var. bez kompostu, kde naopak došlo ke snížení hodnot VPA. Podle klasifikační tabulky jsou v průměru nejlepší výsledky u var. 3 (kompost+Lignohumax20) a podle procentického zastoupení VPA jsou hodnoceny jako středně dobré.

Tab. 22: Vodostálost půdních agregátů – Lednice (průměr za vegetaci)

Varianta	Hloubka (m)	2017	2018	2019	2020
1	0-0,15	21,70	23,54	23,05	13,98
	0,15-0,30	23,58	25,68	21,70	17,01
	průměr	22,64	24,61	22,37	15,49
2	0-0,15	17,40	32,08	20,83	21,83
	0,15-0,30	27,59	27,09	22,14	22,98
	průměr	22,49	29,59	21,49	22,41
3	0-0,15	19,30	35,41	23,31	25,90
	0,15-0,30	26,54	29,44	62,39	52,24
	průměr	22,92	32,43	42,85	39,07

Hodnoty VPA na lokalitě Žabonosy jsou uvedeny v tab. 23. Podle zjištěných výsledků se dá konstatovat, že u všech variant s kompostem se hodnoty VPA během let zvyšovaly oproti variantě kontrolní bez kompostu (var. 4). Variant 1 dle kvalifikační stupnice se zařazuje



v posledním roce řešení do kvality vysoké, var. 2 do kvality střední, var. 3 do kvality velmi vysoké a kontrolní var. 4 do kvality nízké. Z výsledků plyne, že digestát spolu s rybníčním bahnem přidáný do kompostu u var. 2 zhoršuje kvalitu kompostu a tím ovlivňuje kvalitu půdní struktury. Nejlépe zde vychází varianta kompost s Lignohumaxem 20, takže tato forma kompostu příznivě ovlivňuje VPA a tím půdní strukturu, jak je i patrné z hodnocení KS u struktury půdy (viz tab. 20).

Tab. 23: Vodostálost půdních agregátů – Žabonosy (průměr za vegetaci)

Variantá	Hloubka (m)	2017	2018	2019	2020
1	0-0,15	46,96	40,10	53,09	60,50
	0,15-0,30	41,58	48,28	56,50	50,26
	průměr	44,27	44,19	54,79	55,38
2	0-0,15	53,88	43,26	40,28	36,54
	0,15-0,30	37,76	42,76	44,84	46,38
	průměr	45,82	43,01	42,56	41,46
3	0-0,15	34,42	55,07	57,63	73,96
	0,15-0,30	33,96	56,60	54,35	67,14
	průměr	34,19	55,83	55,99	70,55
4	0-0,15	34,11	41,59	44,41	29,52
	0,15-0,30	32,98	43,97	46,93	41,63
	průměr	33,55	42,78	45,67	35,58

Infiltrace

Infiltrační schopnost půdy představuje jeden z významných faktorů při ochraně půdy před degradací půdních procesů. Nedostatečné infiltrační vlastnosti půdního povrchu omezují vsak vody do půdy, což v kombinaci s vysokou intenzitou dešťových srážek (nebo jejich delším trváním) může zapříčinit vznik povrchové krusty a tvorbu vodních lagun. Jednou z příčin je nedostatek organické hmoty v půdě.

V následujících grafech jsou vyhodnoceny hydraulické schopnosti půdy v podobě infiltračních křivek. Toto měření bylo zařazeno do posledních dvou roků řešení projektu, aby byl zjištěn efekt zapravování různých kompostů do půdy po delší době působení v orničním profilu na vsak vody a její udržitelnost. Rychlost infiltrace byla vypočtena z množství vsáklé vody na jednotku plochy pro každé opakování a pak následně zprůměrována za jednotlivá měření. Z výpočtů byly vyneseny křivky kumulativní infiltrace.

Výsledky infiltrace na lokalitě Velké Bílovice jsou graficky znázorněny v grafech 1 – 6. U var. 1 je patrné (graf 1, 2), že kumulativní infiltrace se sice zvýšila v roce 2020 oproti

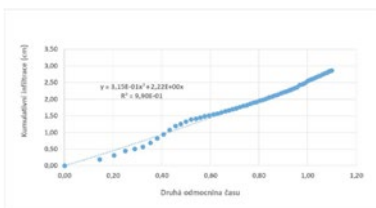
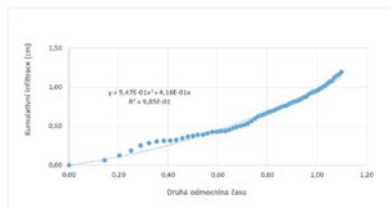


předchozímu roku, ale přesto je infiltrační schopnost nižší než u var. 2 a 3 se zapraveným kompostem.

Graf 1: Infiltrace – Velké Bílovice, 2019

Graf 2: Infiltrace – Velké Bílovice, 2020

varianta 1

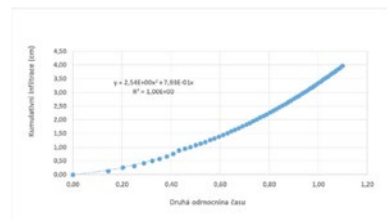
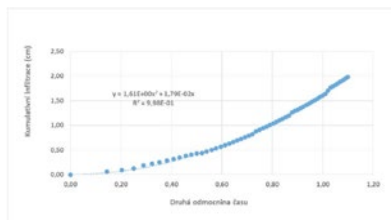


U var. 2 (graf 3, 4) je již patrná zvýšená infiltrace v roce 2020, kdy již patrně ovlivnil infiltraci zapravený kompost. Kumulativní infiltrace se zvýšila z hodnoty 1,98 na 3,96 za stejnou dobu měření.

Graf 3: Infiltrace – Velké Bílovice, 2019

Graf 4: Infiltrace – Velké Bílovice, 2020

varianta 2



Ještě vyšší zvýšení infiltrace bylo naměřeno u var. 3. Za stejnou dobu měření se zvýšil kumulativní však vody z 2,45 na 5,28.

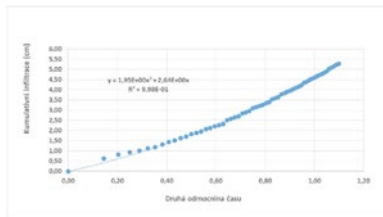
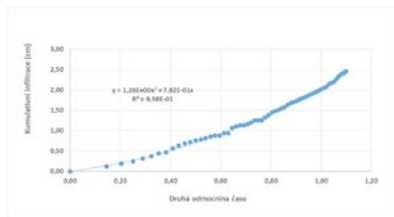
Infiltrace je klíčovou vlastností pórovitého prostředí z hlediska proudění vody a transportu rozpuštěných látek. Infiltrační schopnost (propustnost) je zásadním parametrem ovlivňujícím vodní režim půd. Závisí především na textuře, na množství a rozložení dutin, které se vytvoří na místech po odumřelých a rozložených kořenech bylin či dřevin. Důležitou roli hraje též množství a kvalita organickém materiálu ve svrchním horizontu.



Graf 5: Infiltrace – Velké Bílovice, 2019

Graf 6: Infiltrace – Velké Bílovice, 2020

varianta 3

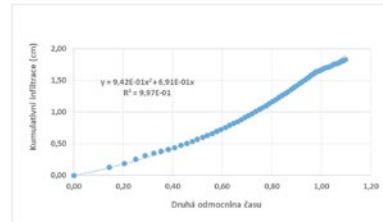
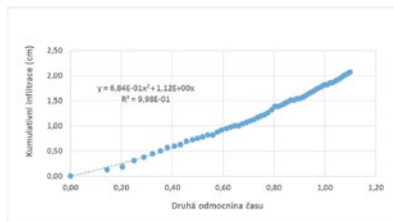


Na lokalitě Lednice (grafy 7 – 12) byly naměřeny hodnoty u var. 1 na stejné úrovni po oba roky (graf 7, 8). V roce 2020 měla infiltrace zpočátku rychlejší nárůst, ale ke konci měření se zpomalila.

Graf 7: Infiltrace – Lednice, 2019

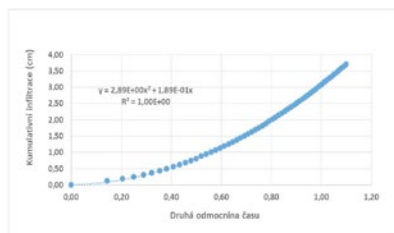
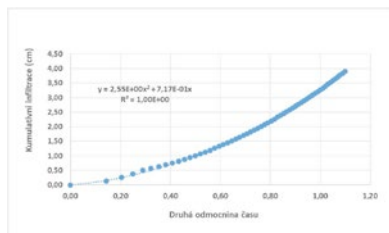
Graf 8: Infiltrace – Lednice, 2020

varianta 1



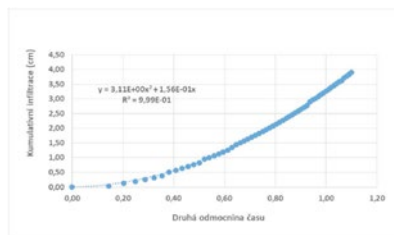
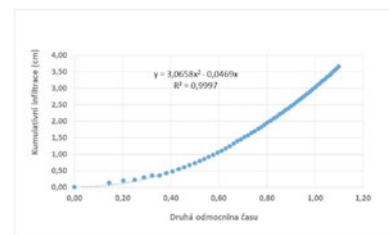
U var. 2 (graf 9, 10) byla infiltrační schopnost půdy vyšší oproti var. 1, mezi roky nebyly významné rozdíly. Z výsledků je patrné, že dodaný kompost ovlivňuje stabilitu makro a mikroagregátů půdní struktury, což zpětně pozitivně působí na půdní infiltraci.

Existují různé způsoby hodnocení infiltrace vody do půdy, jako je měření dešťovým simulátorem deště, měření infiltrace pomocí dvou soustředných válců (Obr. 2), měření a vyhodnocování infiltrace modré vody do půdy a měření infiltrace pomocí infiltrometru – Mini disku. Mini disk infiltrometr je velice jednoduchý a malý s nízkou náročností na obsluhu (Obr. 1).

**Graf 9: Infiltrace – Lednice, 2019****Graf 10: Infiltrace – Lednice, 2020****varianta 2**

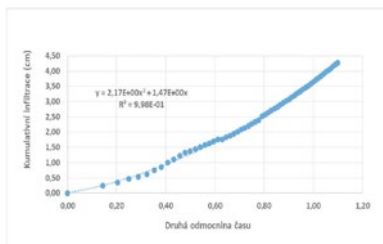
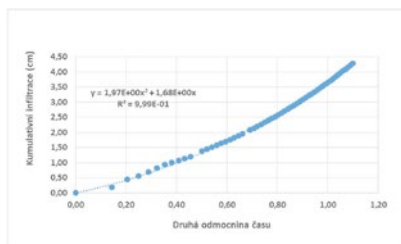
U var. 3 (graf 11, 12) jsou výsledky obdobné jako u var. 2 a mezi sledovanými roky téměř na stejné úrovni. Oproti var. 2 byla infiltrační schopnost o málo vyšší.

Pohyb vody v půdě, infiltrace, je pozitivně ovlivňován zapravením kompostu, což má souvislost s dobrou půdní strukturou.

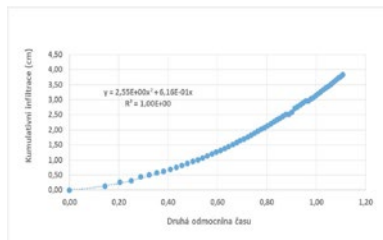
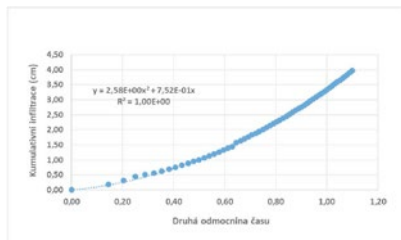
Graf 11: Infiltrace – Lednice, 2019**Graf 12: Infiltrace – Lednice, 2020****varianta 3**

Infiltrační schopnost půdy na lokalitě Žabonosy je graficky znázorněna v grafech 13 – 20.

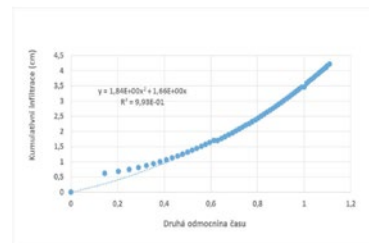
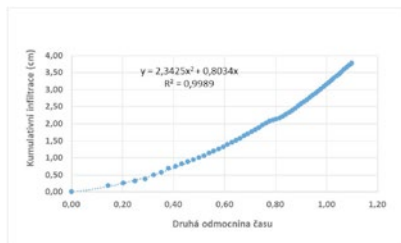
U var. 1 a 3 (graf 13, 14 a 17, 18) je infiltrace téměř na stejné úrovni v obou letech, i když je patrné zvýšení infiltrační schopnosti půdy v roce 2020.

**Graf 13: Infiltrace – Žabonosy, 2019****Graf 14: Infiltrace – Žabonosy, 2020****varianta 1**

U var. 2 (graf 15, 16) jsou naměřené hodnoty infiltrace o něco nižší oproti var. 1 a 3. Mohlo to být způsobeno směsí rybníčního bahna zamíchaného do kompostu.

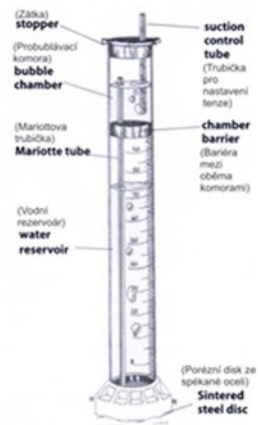
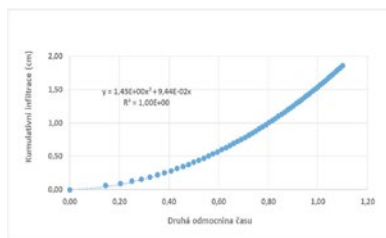
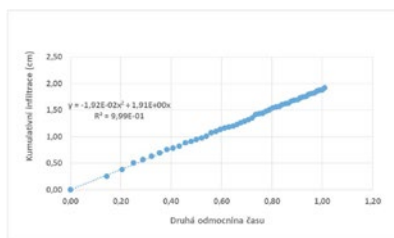
Graf 15: Infiltrace – Žabonosy, 2019**Graf 16: Infiltrace – Žabonosy, 2020****varianta 2**

U var. 3 mohl ovlivnit zlepšení infiltrace druh kompostu s Lignohumaxem 20, který dobře působí na rozklad organické hmoty, a tedy na lepší provzdušněnost a nasáklivost půdy.

Graf 17: Infiltrace – Žabonosy, 2019**Graf 18: Infiltrace – Žabonosy, 2020****varianta 3**



U kontrolní var. 4 (graf 19, 20) byla infiltrace naměřena mnohem nižší oproti variantám se zapraveným kompostem. Kumulativní infiltrace byla řádově o 2 cm nižší za stejný časový úsek. Opět se potvrdil význam zapravování organické hmoty do půdy u předešlých variant.

Graf 19: Infiltrace – Žabonosy, 2019**Graf 20: Infiltrace – Žabonosy, 2020****varianta 4****Obr. 1: Minidiskový infiltrometr****Obr. 2: Měření infiltrace pomocí dvou soustředných válců**



2.1.2. Chemické vlastnosti půdy

Obsah živin v půdě a půdní reakce

Z chemických vlastností půdy byly sledovány základní živiny N, P, K, Mg, Ca, výměnné pH_{KCl} . Obsah živin během sledovaných let na lokalitě Velké Bílovice je uveden v tab. 24 – 27. Z výsledků je patrné, že hodnoty celkového dusíku (Nc) se zvyšovaly u variant se zapraveným kompostem. Vyšší hodnoty byly zaznamenány vždy ve svrchní hloubce ornice do hloubky 0,15 m. V roce 2018 byly hodnoty nejvyšší u var. 3 (kompost s Lignohumaxem 20). Podle procentického množství se řadí obsah Nc v půdě jako střední, v roce 2018 jako dobrý u var. 2 a 3. Obsah přístupného P byl v roce 2017 nízký u všech variant, v dalších letech se zvýšil na obsah dobrý až vysoký. V roce 2018 byl zaznamenán nejvyšší obsah u var. 3 a byl na úrovni velmi vysoký. Vždy vyšší obsah byl zjištěn ve svrchní vrstvě půdy. Obsah přístupného K byl v průměru vyšší u variant s kompostem. V roce 2017 byl zjištěn na úrovni vysoký u všech variant, v dalších letech velmi vysoký, opět u všech variant. Nejvyšší obsah K byl naměřen obou hloubkách u var. 3, a to více jak 1 tis. mg/kg. Obsah přístupného Mg se v průměru nelišil mezi variantami a byl na úrovni vysoké, dle tabulek kritérií hodnocení. V roce 2018 a 2020 byl dokonce obsah Mg zjištěn velmi vysoký. Obsah přístupného Ca byl zjištěn opět na obdobné úrovni mezi variantami i roky a byl zjištěn velmi vysoký. Půdní reakce (pH) se pohybovala v oblasti alkalické u všech variant, pouze v roce 2019 byl zaznamenán pokles pH na reakci neutrální u všech variant.

Tab. 24: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Velké Bílovice – 2017

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH_{KCl}
1	0 - 0,15	0,11	63	409	265	6711	7,4
	0,15-0,30	0,17	35	252	281	8537	7,4
	průměr	0,14	49	331	273	7624	7,4
2	0 - 0,15	0,11	65	424	270	7096	7,4
	0,15-0,30	0,18	37	311	257	8109	7,5
	průměr	0,15	51	368	264	7603	7,5
3	0 - 0,15	0,12	51	382	261	6785	7,4
	0,15-0,30	0,16	42	266	256	7740	7,5
	průměr	0,14	47	324	259	7263	7,5

**Tab. 25: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Velké Bílovice – 2018**

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,18	184	680	364	6010	7,5
	0,15-0,30	0,18	93	390	343	8411	7,6
	průměr	0,18	138	535	353	7211	7,5
2	0 - 0,15	0,25	149	723	319	7549	7,5
	0,15-0,30	0,20	95	511	283	6989	7,4
	průměr	0,22	122	617	371	7269	7,4
3	0 - 0,15	0,29	213	1159	365	8441	7,5
	0,15-0,30	0,26	172	1162	389	9114	7,5
	průměr	0,27	192	1161	377	8778	7,5

Tab. 26: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Velké Bílovice – 2019

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,20	115	601	230	6446	7,2
	0,15-0,30	0,17	105	585	221	6264	7,2
	průměr	0,19	110	593	225	6355	7,2
2	0 - 0,15	0,19	109	666	215	6336	7,1
	0,15-0,30	0,18	113	515	232	6283	7,1
	průměr	0,19	111	591	224	6310	7,1
3	0 - 0,15	0,18	112	644	259	5699	7,0
	0,15-0,30	0,18	116	590	255	5402	7,1
	průměr	0,18	114	617	257	5551	7,1

Tab. 27: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Velké Bílovice – 2020

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,23	183	778	384	8457	7,4
	0,15-0,30	0,15	127	615	345	9010	7,3
	průměr	0,19	155	696	365	8733	7,4
2	0 - 0,15	0,20	179	548	382	7101	7,3
	0,15-0,30	0,17	112	475	303	6672	7,3
	průměr	0,19	146	512	343	6887	7,3
3	0 - 0,15	0,21	210	833	374	7353	7,2
	0,15-0,30	0,19	151	813	341	7338	7,3
	průměr	0,20	181	823	357	7346	7,3

Na lokalitě Lednice je vyhodnocen obsah živin v půdě v tab. 28 – 31. Obsah Nc byl zjištěn vždy vyšší u variant s kompostem. V roce 2018 byl nejvyšší obsah u var. 3. Obsah ostatních živin se přibližně nelišil mezi variantami ani sledovanými roky. Obsah přístupného P byl dle tabulkových kritérií velmi vysoký, obsah přístupného K vysoký až velmi vysoký, obsah přístupného Mg byl zjištěn v letech 2017 a 2018 dobrý, v roce 2019 vysoký, v roce 2020 velmi vysoký. Nejvyšší však u variant s kompostem. Obsah přístupného Ca byl zjištěn na stejné úrovni mezi variantami i roky a byl vysoký. Půdní reakce pH byla vyhodnocena jako neutrální a byla téměř na stejné



úrovni mezi variantami. Pokles pH byl zaznamenán v roce 2019, a to u všech variant. Mezi hloubkami nebyl zaznamenán žádný rozdíl.

Tab. 28: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Lednice – 2017

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,12	181	427	283	3014	6,7
	0,15-0,30	0,13	190	325	281	3054	6,8
	průměr	0,13	186	376	282	3034	6,8
2	0 - 0,15	0,14	189	468	274	3058	7,0
	0,15-0,30	0,14	175	257	286	3417	6,9
	průměr	0,14	182	363	280	3238	7,0
3	0 - 0,15	0,15	181	630	252	3599	7,1
	0,15-0,30	0,13	189	566	236	3329	7,2
	průměr	0,14	185	598	244	3464	7,2

Tab. 29: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Lednice – 2018

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,19	249	605	363	4863	7,0
	0,15-0,30	0,15	239	435	311	4018	7,0
	průměr	0,17	244	520	337	4441	7,0
2	0 - 0,15	0,19	321	648	325	3936	7,0
	0,15-0,30	0,17	208	356	301	3264	7,0
	průměr	0,18	264	502	313	3600	7,0
3	0 - 0,15	0,22	275	1144	271	2999	6,8
	0,15-0,30	0,20	295	678	297	3440	7,0
	průměr	0,21	285	911	284	3220	6,9

Tab. 30: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Lednice – 2019

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,12	261	442	192	3266	6,7
	0,15-0,30	0,12	196	383	268	3422	6,6
	průměr	0,12	228	412	230	3344	6,7
2	0 - 0,15	0,18	262	636	223	3817	6,8
	0,15-0,30	0,13	244	417	202	3201	6,6
	průměr	0,15	253	527	212	3509	6,7
3	0 - 0,15	0,18	229	613	223	3938	6,5
	0,15-0,30	0,12	227	304	193	3562	6,6
	průměr	0,15	228	459	208	3750	6,6

**Tab. 31: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Lednice – 2020**

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,13	300	725	451	4395	7,0
	0,15-0,30	0,11	353	651	408	3798	7,0
	průměr	0,12	326	614	392	4211	7,1
2	0 - 0,15	0,18	336	747	546	4380	6,9
	0,15-0,30	0,15	329	684	406	2539	7,0
	průměr	0,17	334	648	429	3885	7,0
3	0 - 0,15	0,20	196	612	555	1462	6,9
	0,15-0,30	0,16	241	418	499	2765	6,6
	průměr	0,17	243	465	527	2688	6,7

V tab. 32 – 35 jsou vyhodnoceny živiny v půdě na lokalitě Žabonosy. Z tabulek je patrné, že Nc byl ve všech letech nejnižší u varianty kontrolní, bez kompostu (var. 4). Hodnoty Nc byly zjištěny vždy vyšší ve vrchní vrstvě půdy. U var. 1 byly v průměru let zjištěny nejvyšší hodnoty Nc. Obsah přístupného P byl proměnlivý během let u jednotlivých variant, ale průkazné rozdíly nebyly zaznamenány. Dle tabulkových hodnocení byl obsah P v roce 2017 – 2019 na úrovni vyhovující až dobrý u všech variant. V roce 2020 byly hodnoty obsahu P mezi variantami rozdílné. Nejvyšší obsah P byl zjištěn u var. 1 a 3 a nejnižší u var. 4 (kontrolní). Obsah přístupného K nebyl významně rozdílný ani mezi variantami ani mezi roky a byl v průměru na úrovni vysoké. Obsah přístupného Mg se také příliš nelišil mezi variantami a roky a byl zjištěn na úrovni dobré. Obsah přístupného Ca byl zjištěn ve všech letech a u všech variant velmi vysoký. K mírnému poklesu došlo v roce 2020 u všech variant, nejvíce u var. 4 (kontrolní). Půdní reakce pH se pohybovala v letech 2017, 2019 na úrovni neutrální u všech variant a v roce 2018 a 2020 u všech variant na úrovni alkalické. Může to být dáno celkově vysokým obsahem vápníku u těchto variant.

Tab. 32: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Žabonosy – 2017

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,22	105	506	180	6394	7,2
	0,15-0,30	0,18	54	284	154	9997	7,3
	průměr	0,20	80	395	167	8196	7,3
2	0 - 0,15	0,25	81	435	167	6379	7,1
	0,15-0,30	0,15	52	255	153	6523	7,1
	průměr	0,20	67	345	160	6451	7,1
3	0 - 0,15	0,20	84	420	160	6469	7,2
	0,15-0,30	0,16	51	272	153	6386	7,4
	průměr	0,18	68	346	157	6428	7,3
4	0 - 0,15	0,22	45	419	165	6860	7,1
	0,15-0,30	0,15	29	211	151	7356	7,2
	průměr	0,19	37	315	158	7108	7,2

**Tab. 33: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Žabonosy – 2018**

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,23	94	479	245	7410	7,3
	0,15-0,30	0,24	41	264	175	8894	7,4
	průměr	0,23	67	371	210	8152	7,4
2	0 - 0,15	0,24	101	501	208	7538	7,4
	0,15-0,30	0,19	39	263	192	8667	7,4
	průměr	0,21	70	382	200	8103	7,4
3	0 - 0,15	0,21	73	363	195	7258	7,4
	0,15-0,30	0,18	67	317	183	7224	7,4
	průměr	0,19	70	340	189	7241	7,4
4	0 - 0,15	0,21	161	573	241	7184	7,3
	0,15-0,30	0,20	53	344	194	7413	7,4
	průměr	0,20	107	458	217	7299	7,3

Tab. 34: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Žabonosy – 2019

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,20	150	511	190	7627	7,1
	0,15-0,30	0,16	56	303	155	8546	7,1
	průměr	0,18	103	407	173	8087	7,1
2	0 - 0,15	0,18	177	602	265	7035	7,0
	0,15-0,30	0,17	56	294	174	7005	7,1
	průměr	0,17	117	448	220	7020	7,1
3	0 - 0,15	0,18	68	359	179	6341	7,1
	0,15-0,30	0,19	172	535	188	6322	7,1
	průměr	0,18	120	447	184	6331	7,1
4	0 - 0,15	0,15	126	617	221	6002	7,0
	0,15-0,30	0,14	73	427	184	5950	7,1
	průměr	0,14	100	522	203	5976	7,1

Tab. 35: Obsah živin v půdě a půdní reakce, Žabonosy – 2020

varianta	hloubka (m)	Nc (%)	P - p mg/kg	K - p mg/kg	Mg - p mg/kg	Ca - p mg/kg	pH _{KCl}
1	0 - 0,15	0,22	175	544	245	6902	7,3
	0,15-0,30	0,17	124	249	188	7222	7,3
	průměr	0,19	150	396	216	7062	7,3
2	0 - 0,15	0,18	185	462	235	7067	7,2
	0,15-0,30	0,16	103	317	220	7253	7,3
	průměr	0,17	144	390	228	7160	7,3
3	0 - 0,15	0,22	174	488	210	6037	7,4
	0,15-0,30	0,17	117	255	173	6140	7,3
	průměr	0,20	146	372	192	6089	7,4
4	0 - 0,15	0,18	114	420	180	5310	7,2
	0,15-0,30	0,14	81	250	209	6142	7,3
	průměr	0,16	98	335	194	5726	7,2



Obsah organického uhlíku, obsah humusu, kvalita humusu a stupeň humifikace

Z dalších chemických vlastností půdy byly sledovány obsah celkového organického uhlíku (C_{org}), z toho vypočítán obsah humusu v půdě, kvalita humusu a stupeň humifikace (Sh). Humus je tvořen zbytky rostlinných a živočišných organismů, které jsou v různém stupni rozkladu, nacházejících se na půdě nebo v půdě a s půdou v různém stupni smíšené. Po přidání kompostů o různé surovinové skladbě do půdy se změní obsah organické hmoty v půdě a dochází tak k teplotním a vláhovým změnám a tím ke změně rychlosti humifikace.

Na lokalitě Velké Bílovice (tab. 36–39) byl zjištěn obsah C_{org} ve všech letech nižší u varianty bez kompostu (var. 1). Nejvyšší obsah C_{org} byl zjištěn v roce 2019 u varianty s kompostem (var. 2, 3), kdy byl kompost naposledy aplikován. V roce 2020 došlo již k poklesu obsahu uhlíku, zvláště u var. 3. Zřejmě se zde projevila vynechaná aplikace kompostu a tím úbytek organické hmoty v půdě. Obsah humusu koreloval s obsahem organického uhlíku. Na základě toho lze vyhodnotit obsah humusu v roce 2017 u var. 1 jako nízký, u var. 2 a 3 jako střední. V roce již byl obsah humusu na střední úrovni u všech variant, v roce 2019 a 2020 u var. 1 zůstal obsah na střední úrovni, ale u var. 2 a 3 na vysoké úrovni. Kvalita humusu byla zjištěna v roce 2017 a 2018 u var. 1 vysoká, u var. 2 a 3 velmi vysoká. V roce 2019 a 2020 byl zaznamenán pokles kvality humusu u všech variant, nejvíce však u var. 1 (kontrolní). Stupeň humifikace určený podle obsahu uhlíku HK (huminových kyselin) a celkového obsahu organického uhlíku byl zjištěn od roku 2018 vyšší u var. 2 a 3 (varianty s kompostem). V roce 2020 došlo opět k poklesu humifikace.

Tab. 36: Velké Bílovice – 2017

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,13	1,95	1,83	14
	0,15-0,30	0,82	1,41	1,41	22
	průměr	0,98	1,68	1,62	18
2	0 - 0,15	1,25	2,16	3,20	18
	0,15-0,30	1,15	1,98	2,59	17
	průměr	1,20	2,07	2,90	18
3	0 - 0,15	1,36	2,34	2,84	17
	0,15-0,30	1,16	2,00	3,20	19
	průměr	1,26	2,17	3,02	18

Tab. 37: Velké Bílovice – 2018

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,71	2,95	1,21	14
	0,15-0,30	1,65	2,84	1,34	17
	průměr	1,68	2,90	1,27	16
2	0 - 0,15	1,78	3,07	1,39	19
	0,15-0,30	1,41	2,42	1,47	24
	průměr	1,59	2,75	1,43	22
3	0 - 0,15	2,13	3,67	1,69	20
	0,15-0,30	1,86	3,20	1,65	21
	průměr	1,99	3,44	1,67	20



Tab. 38: Velké Bílovice – 2019

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,12	1,93	0,60	19
	0,15-0,30	1,71	2,95	0,53	17
	průměr	1,42	2,44	0,57	18
2	0 - 0,15	1,83	3,15	0,72	22
	0,15-0,30	1,76	3,03	0,75	22
	průměr	1,80	3,09	0,74	22
3	0 - 0,15	2,17	3,75	1,48	25
	0,15-0,30	1,84	3,17	1,12	27
	průměr	2,01	3,46	1,30	26

Tab. 39: Velké Bílovice – 2020

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,47	2,54	0,76	12
	0,15-0,30	1,25	2,16	0,60	12
	průměr	1,36	2,35	0,68	12
2	0 - 0,15	1,99	3,43	1,08	14
	0,15-0,30	1,70	2,93	0,91	14
	průměr	1,84	3,18	1,00	14
3	0 - 0,15	1,97	3,40	1,09	16
	0,15-0,30	1,72	2,97	0,86	14
	průměr	1,85	3,18	0,98	15

V tab. 40 – 43 jsou uvedeny zjištěné hodnoty obsahu organického uhlíku, humusu, kvality humusu a stupeň humifikace na lokalitě Lednice. Na této lokalitě byly zjištěné nižší hodnoty C_{org} u všech variant a ve všech sledovaných letech. Mohlo to být dáno horšími půdními podmínkami. U var. 1 byl obsah C_{org} vždy nižší oproti variantám s kompostem (var. 2, 3). Tomu odpovídaly vypočtené hodnoty obsahu humusu. Podle obsahu uhlíku, a tedy humusu, lze hodnotit obsah u všech variant v roce 2017 a 2018 jako nízký, v dalších letech pak u var. 1 opět nízký, ale u variant s aplikovaným kompostem (var. 2, 3) již střední. Kvalita humusu byla zjištěna v letech 2017 – 2019 na vyšší úrovni u variant s kompostem, v roce 2020 klesla kvalita humusu u všech variant. To se potvrdilo i při humifikaci, kdy nejlepšího stupně bylo dosaženo v roce 2018 a 2019 u variant s kompostem. K největšímu poklesu stupně humifikace došlo v roce 2020 u var. 1 (kontrolní, bez kompostu). Je tedy patrné, že aplikace kompostu v předešlých letech sehrála pozitivní úlohu z hlediska chemických vlastností a procesů v půdě.

Tab. 40: Lednice – 2017

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	0,83	1,43	1,24	19
	0,15-0,30	0,91	1,57	0,97	21
	průměr	0,87	1,50	1,11	20
2	0 - 0,15	1,09	1,88	1,53	20
	0,15-0,30	1,06	1,83	1,73	21
	průměr	1,08	1,85	1,63	20
3	0 - 0,15	1,15	1,98	1,52	23
	0,15-0,30	1,09	1,88	1,31	21
	průměr	1,12	1,93	1,42	22

Tab. 41: Lednice – 2018

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,06	1,83	1,37	19
	0,15-0,30	1,01	1,73	1,07	18
	průměr	1,03	1,78	1,22	18
2	0 - 0,15	1,09	1,88	1,55	22
	0,15-0,30	1,01	1,74	1,34	19
	průměr	1,05	1,81	1,44	20
3	0 - 0,15	1,24	2,14	1,63	21
	0,15-0,30	1,07	1,84	1,33	18
	průměr	1,16	1,99	1,48	19



Tab. 42: Lednice – 2019

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,03	1,78	1,17	18
	0,15-0,30	0,94	1,63	0,86	17
	průměr	0,99	1,70	1,02	18
2	0 - 0,15	1,40	2,42	1,35	22
	0,15-0,30	0,95	1,63	1,34	25
	průměr	1,18	2,03	1,34	24
3	0 - 0,15	1,31	2,26	1,54	18
	0,15-0,30	0,94	1,63	1,70	21
	průměr	1,13	1,94	1,62	20

Tab. 43: Lednice – 2020

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,06	1,82	0,90	10
	0,15-0,30	0,84	1,45	0,43	10
	průměr	0,95	1,64	0,67	10
2	0 - 0,15	1,33	2,29	1,04	18
	0,15-0,30	1,13	1,95	0,66	15
	průměr	1,23	2,12	0,85	17
3	0 - 0,15	1,88	3,24	0,63	15
	0,15-0,30	1,34	2,32	0,28	20
	průměr	1,61	2,78	0,46	17

Tab. 44 – 47 představují hodnoty obsahu organického uhlíku, humusu, kvality humusu a stupeň humifikace na lokalitě Žabonosy v ovocném sadu. Z tabulky je patrné, že obsah Corg byl zjištěn nejnižší u var. 4 (kontrolní, bez aplikace kompostu) mimo roku 2018 ve všech letech. Tomu odpovídal i přepočtený obsah humusu. U var. 4 byl obsah humusu nízký, u ostatních variant střední. Vyšší obsah humusu byl zjištěn ve svrchní vrstvě půdy do 0,15 m. Kvalita humusu byla v prvních dvou letech na dobré úrovni u variant s aplikovaným kompostem (var. 1 – 3), u var. bez kompostu (var. 1) byla nízká, byla pod hodnotu 1. V letech 2019 a 2020 se kvalita humusu zhoršila u všech variant kvůli zvýšenému obsahu fulvokyselin. Stupeň humifikace (Sh) byl vyšší u variant s kompostem (var. 1 – 3), což odpovídá většímu obsahu dodané organické hmoty do půdy. Dle předpokladů byl Sh většinou vyšší ve svrchní vrstvě půdy do 0,15 m. Sh byl zjištěn u všech variant v rozmezí 10 – 20 %, takže lze hodnotit Sh jako nízký. Pod hodnotu 10 byl zjištěn Sh u var. 4 v roce 2020 ve spodní vrstvě půdy, což znamená proces humifikace velmi nízký.

Tab. 44: Žabonosy – 2017

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,45	2,50	1,82	18
	0,15-0,30	1,24	2,14	1,94	19
	průměr	1,35	2,32	1,88	18
2	0 - 0,15	1,29	2,22	1,29	17
	0,15-0,30	1,13	1,95	1,37	19
	průměr	1,21	2,09	1,33	18
3	0 - 0,15	1,38	2,38	1,29	16
	0,15-0,30	1,09	1,88	1,23	18
	průměr	1,24	2,13	1,26	17
4	0 - 0,15	1,19	2,05	0,85	15
	0,15-0,30	1,04	1,79	0,92	16
	průměr	1,12	1,92	0,89	16

Tab. 45: Žabonosy – 2018

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,32	2,27	1,33	18
	0,15-0,30	1,11	1,91	1,15	18
	průměr	1,21	2,09	1,24	18
2	0 - 0,15	1,65	2,84	1,43	19
	0,15-0,30	1,13	1,94	1,16	19
	průměr	1,39	2,39	1,30	19
3	0 - 0,15	1,33	2,28	1,31	19
	0,15-0,30	1,17	2,01	1,06	17
	průměr	1,25	2,15	1,19	18
4	0 - 0,15	1,41	2,42	1,08	14
	0,15-0,30	1,13	1,95	0,72	13
	průměr	1,27	2,19	0,90	13



Tab. 46: Žabonosy – 2019

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,76	3,03	1,00	19
	0,15-0,30	1,68	2,90	0,52	14
	průměr	1,72	2,97	0,76	16
2	0 - 0,15	2,07	3,56	0,71	10
	0,15-0,30	1,26	2,17	1,16	20
	průměr	1,66	2,86	0,94	15
3	0 - 0,15	1,52	2,62	0,68	15
	0,15-0,30	1,24	2,14	0,60	17
	průměr	1,38	2,38	0,64	16
4	0 - 0,15	1,21	2,09	0,68	14
	0,15-0,30	1,11	1,92	0,58	13
	průměr	1,16	2,00	0,63	13

Tab. 47: Žabonosy – 2020

varianta	hloubka (m)	Corg (%)	humus %	HK/FK	Sh (%)
1	0 - 0,15	1,64	2,82	0,90	20
	0,15-0,30	1,22	2,10	0,90	19
	průměr	1,43	2,46	0,90	19
2	0 - 0,15	1,26	2,18	0,92	12
	0,15-0,30	1,27	2,18	0,75	11
	průměr	1,27	2,18	0,83	12
3	0 - 0,15	1,45	2,49	1,19	19
	0,15-0,30	1,50	2,59	1,39	18
	průměr	1,47	2,54	1,29	19
4	0 - 0,15	1,02	1,75	0,62	12
	0,15-0,30	1,17	2,01	0,65	8
	průměr	1,09	1,88	0,64	10

2.1.3. Biologické vlastnosti půdy

Biomasa je pro půdu definována jako žijící část organické hmoty. Její kvantitu stanovujeme jako obsah organického extrahovatelného uhlíku obsaženého v buňkách – C_{mic} .

Změny v kvalitě půdy byly zjišťovány změnou množství uhlíku mikrobiální biomasy (C_{mic}). Vyšší dostupnost uhlíku by mělo zvýšit možnost růstu mikroorganismů a tím by mělo dojít i k vyšším hodnotám množství mikrobiálního uhlíku.

Množství mikroorganismů určené na základě stanovení uhlíku vázaného v mikrobiální biomase jsou uvedeny v následujících grafech. V grafech 21 – 24 jsou uvedeny výsledky půdní biomasy na lokalitě Velké Bílovice. Vyšší množství uhlíku z mikrobiální biomasy (C_{mic}) bylo zaznamenáno postupně u variant se zapraveným kompostem. U varianty kontrolní (var. 1) byl zaznamenán postupný pokles C_{mic} .

Obsah půdní biomasy

Je známo, že přidání jak kompostů, tak přípravků ve formě huminových kyselin odvozených ze zeleného kompostu do písčité půdy trvale vykazuje pozitivní účinek na produktivitu rostlinné biomasy. To potvrzují i publikované výsledky (Chen, 1992; Valdrighi a kol., 1995). V případě řešení tohoto projektu se ukázal pozitivní vliv zapravené organické hmoty na aktivitu mikroorganismů.

Výsledky na lokalitě Velké Bílovice jsou shrnuty do grafů 21 – 24. Z grafů je patrné, že v roce 2017 nastal prudký nárůst obsahu půdní biomasy u var. 3 (kompost+Lignohumax20) oproti var. 1 a 2. V roce 2018 byl zjištěn nejvyšší obsah půdní biomasy u var. 2 (pouze kompost). V dalších letech pak byl patrný významný pokles obsah půdní biomasy u var. 1 (kontrolní). U variant



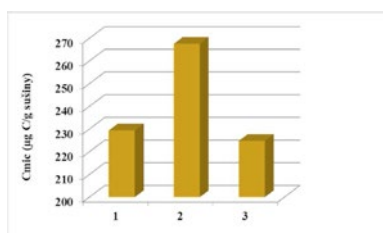
s kompostem došlo k vyššímu nárůstu půdní biomasy. Je tedy patrné, že každoroční aplikace kompostu různého složení pozitivně ovlivňuje mikrobiální činnost a dochází tak k lepšímu rozkladu organické hmoty v půdě.

Průměry obsahu půdní biomasy za vegetaci na sledovaných lokalitách

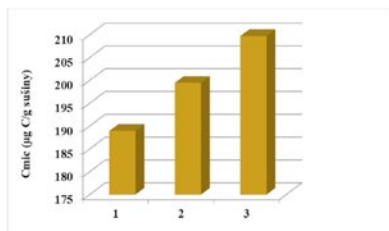
Graf 21: Velké Bílovice, 2017



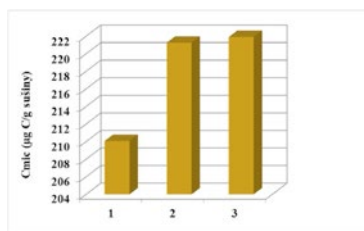
Graf 22: Velké Bílovice, 2018



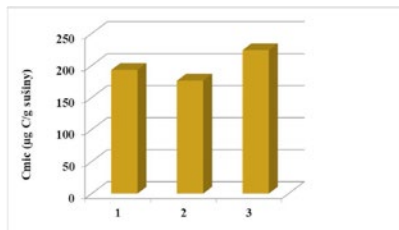
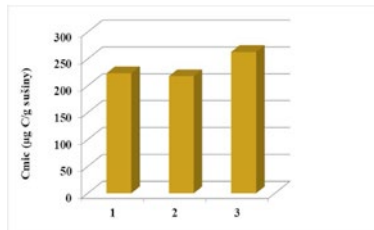
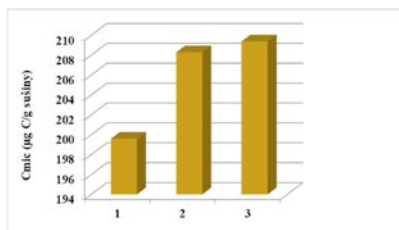
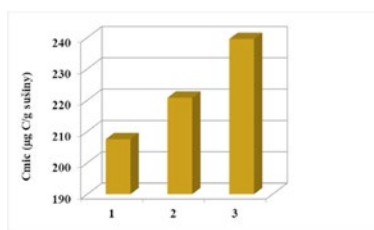
Graf 23: Velké Bílovice, 2019



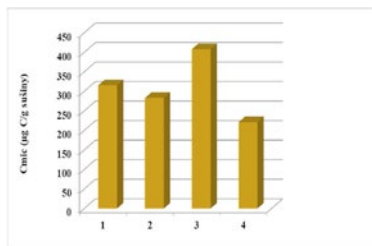
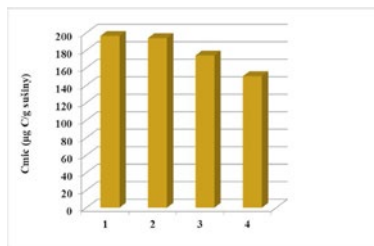
Graf 24: Velké Bílovice, 2020

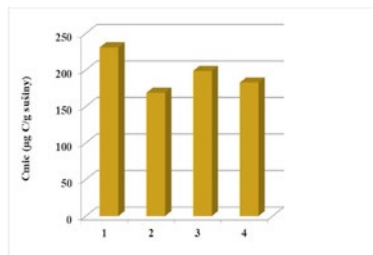
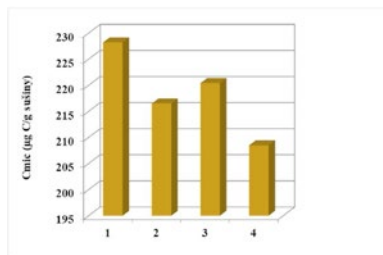


Výsledky půdní biomasy na lokalitě Lednice jsou uvedeny v grafech 25 – 28. Na této lokalitě se výrazně změnil obsah půdní biomasy u variant s kompostem až v posledních dvou letech 2019, 2020. Velký rozdíl v obsahu biomasy mezi variantou kontrolní a variantami s kompostem byl zjištěn v roce 2019. V tomto roce bylo větší množství srážek, které mohlo ovlivnit zvýšení kvantity organického uhlíku oproti roku 2018.

**Graf 25: Lednice, 2017****Graf 26: Lednice, 2018****Graf 27: Lednice, 2019****Graf 28: Lednice, 2020**

Výsledky obsahu biomasy na lokalitě v sadech Žabonosy jsou vyhodnoceny v grafech 29 – 32. Z grafů je patrné, že kontrolní varianta bez kompostu (var. 4) ve všech letech má nejnižší obsah C_{mic} . Z variant s aplikací různého kompostu má v průměru všech let nejvyšší obsah C_{mic} varianta 3 (kompost s Lignohumaxem 20). Opět se ukázal pozitivní vliv této pomocné půdní látky.

Graf 29: Žabonosy, 2017**Graf 30: Žabonosy, 2018**

**Graf 31: Žabonosy, 2019****Graf 32: Žabonosy, 2020**

3. Výnosy pěstovaných plodin

Hodnocení výnosů hroznů

Při sklizni byly hrozny z jednotlivých variant sklizeny odděleně a byl stanoven průměrný výnos hroznů (na 1 keř). Sklizeň hroznů probíhala většinou na konci září. V prvním roce řešení v roce 2017 byla provedena jedna sklizeň, protože zavedené varianty by se ještě neprojevyly. Růst bobule je zásadní faktor, který určuje výnos. Růst bobule je významně závislý na faktorech, které ovlivňují oplození, počty semen a dělení buněk v pletivech bobule a také zvětšování buněk v růstové fázi bobule (Bigard a kol., 2019).

Výnosy hroznů na lokalitě Velké Bílovice jsou uvedeny v tab. 48. Na této lokalitě byla hodnocena odrůda Rulandské šedé. Výnosy hroznů za sledované roky naznačují, že ve všech letech byl nejvyšší výnos u varianty 3 (kompost + Lignohumax 20). Je zde tedy patrný pozitivní vliv pomocného půdního přípravku. Nejnižší výnosy byly zjištěny ve všech letech u kontrolní varianty (var. 1). Nejvyšších výnosů u všech variant bylo dosaženo v roce 2018, kdy byl příznivý rok pro zrání a vývoj hroznů.

Tab. 48: Výnosy hroznů - Velké Bílovice, 2017 – 2020**Odrůda: Rulandské šedé**

varianta	2017	2018	2019	2020
	Průměrný výnos (kg.keř ⁻¹)			
1	1,99	4,19	1,54	1,58
2	0	4,21	2,17	2,00
3	0	5,19	3,00	2,11



Výnosy hroznů na lokalitě Lednice byly hodnoceny u odrůdy Sauvignon a jsou uvedeny v tab. 49. I na této lokalitě byly nejvyšší výnosy hroznů zjištěny u variant s aplikovaným kompostem. V roce 2019 a 2020 byl dosažen nejvyšší výnos u varianty s Lignohumaxem.

Tab. 49: Výnosy hroznů - Lednice, 2017 – 2020

Odrůda: Sauvignon

varianta	2017	2018	2019	2020
	Průměrný výnos na keř (kg)			
1	2,10	2,66	2,48	2,39
2	0	2,21	3,08	2,75
3	0	2,07	3,33	2,68

Výnosy jablek v sadech

Výnosy jablek jsou uvedeny v tab. 50. V jabloňovém sadu byla hodnocena odrůda Jonagold. Změny půdních podmínek ovlivněné zapravením kompostů různého složení se projeví i na výnosech jablek. Oproti kontrole došlo k navýšení hmotnosti sklizených plodů u všech variant se zapraveným různým kompostem. Nejvyšších výnosů v následných letech po aplikaci kompostů bylo dosaženo u var. 1 a 3. V roce 2020 byly zjištěny nejvyšší výnosy plodů jablek. Napomohly tomu příznivé vláhové podmínky v tomto roce.

Tab. 50: Výnosy jablek - Žabonosy, 2017 – 2020

Odrůda: Jonagold

varianta	2017	2018	2019	2020
	Průměrný výnos na jeden strom (kg)			
1	31,9	35,1	34,3	34,9
2	25,3	29,0	30,5	32,6
3	31,7	34,1	35,2	36,3
4	31,2	31,5	30,4	30,2

4. Závěr

Na základě čtyřletých výsledků byly zjištěny změny půdních vlastností a výnosů mezi variantami se zapraveným kompostem různého složení a kontrolou. Zjištěné výsledky definují pozitivní význam zapravení kompostu téměř u všech vlastností půdy. Výsledky byly ovlivněny nejen různým složením surovinové skladby kompostů, ale částečně i klimatickými podmínkami daného ročníku (teplota, srážky).

Zapravením kompostu došlo ke snížení technogenního zhutnění půdy, zvýšení její pórovitosti, ke zlepšení kapilární a vzdušné kapacity, zlepšení vodostálosti půdních agregátů, zlepšení půdní



struktury, k lepší vododržnosti a vyšší infiltrační schopnosti půdy, a to na lokalitách jak ve vinicích, tak i na lokalitě v jabloňovém sadu. Z chemických vlastností se zvýšil obsah C_{org} a tedy i humusu a jeho kvalita. Zapravením kompostu se zvýšil také stupeň humifikace. Obsah základních živin v půdách mezi variantami se významně neměnil na žádné z experimentálních lokalit. K určitému kolísání mezi roky a variantami došlo u výměnné půdní reakce. To mohlo být způsobené výskytem a aktivitou mikroorganismů, které způsobují rozklad organické půdní hmoty a tím i změnu pH. Na lokalitě vinice v Lednici a sady v Žabonosích byl zjištěn nepatrně vyšší obsah celkového dusíku u variant se zapraveným kompostem oproti variantě kontrolní. Obsah půdní biomasy byl pozitivně ovlivněn zapravenými komposty na všech lokalitách. U variant s kompostem došlo vždy k vyššímu nárůstu půdní biomasy. Je tedy patrné, že každoroční aplikace kompostu různého složení pozitivně ovlivňuje i mikrobiální činnost. Nejvyššího nárůstu obsahu půdní biomasy bylo dosaženo u varianty kompost s Lignohumaxem 20 na lokalitách ve vinicích. Na lokalitě v jabloňovém sadu byl zjištěn nejvyšší obsah půdní biomasy u variant kompost s chlévským hnojem a kompost s Lignohumaxem 20.

Výnosy hroznů i jablek byly rovněž pozitivně ovlivněny zapraveným kompostem, nejvíce v kombinaci kompost s Lignohumaxem 20, a to na všech sledovaných lokalitách. V průběhu let došlo k nárůstu výnosů jablek na lokalitě Žabonosy až o 15 %.

Aplikace a zapravení kompostu se vesměs projevila kladně jen s menšími rozdíly. Ve vinicích bylo zlepšení patrnější na lokalitě Velké Bílovice. Na lokalitě Žabonosy byly zjištěny větší rozdíly mezi variantami se zapraveným kompostem podle jednotlivých variant složení a kontrolou bez kompostu.

Z výsledků plyne, že obsah půdní organické hmoty je klíčovým parametrem kvality půdy a zemědělské produkce.

III. Srovnání novosti postupů

Novost metodiky spočívá ve vývoji komplexního technického systému pro hloubkovou aplikaci organické hmoty do vinic a sadů přispívající ke zlepšení kvality půdy a postupnému uvolňování minerálních hnojiv a dostupnosti vody pro pěstované plodiny, zvláště v období sucha. Cílené zapravování organické hmoty do půdy snižuje riziko vyplavování živin do větších hloubek a zvyšuje mikrobiální aktivitu. To se projevuje zlepšením půdních vlastností a zvýšením výnosů pěstovaného ovoce. Zvládnutí optimalizovaného systému hnojení organickými hnojivy s přihlédnutím k podmínkám stanoviště se může posílit konkurenceschopnost pěstitelů s trvalou udržitelností agroekosystémů a zlepšení ekonomických aspektů produkce.



IV. Popis uplatnění certifikované metodiky

Zařízení pro zapravování kompostu je plně komerčně využitelné a uplatnitelné na trhu. Dokladem je významná poptávka ze Svazu vinařů ČR, z Ovocnářské unie Čech a Moravy a také ze strany soukromých subjektů. Hlavním cílovým trhem jsou firmy ze sektoru vinohradnictví a ovocnictví a ze sektoru provádění zemědělských služeb. 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.

V. Ekonomické vyhodnocení

Současné náklady na řádkovou aplikaci organické hmoty prováděnou pomocí pluhů a rozmetadel dosahují úrovně 5500 Kč/ha. Navrhovaný systém hloubkové aplikace organické hmoty do řádku umožní snížit náklady na 3500 - 4000 Kč/ha. Úspora nákladů je 1500 Kč/ha, pro ČR celkem 28 500 tis. Kč ročně. Další přínos je ve zvýšení výnosu plodin o 10-15 %. Na příklad u jabloní je po přepočtení výnosu jablek na jeden hektar nárůst hmotnosti sklizených jablek 15573 Kg za tři roky sledování. To představuje při současné výkupní ceně netříděných jablek 15Kč za Kg 233610 Kč. Po započtení všech nákladů na pořízení a provoz zapravovacího zařízení je možné konstatovat, že návratnost investice do zapravovacího zařízení nepřesáhne čtyři roky. V technické a vědecko-výzkumné rovině se jedná o přínosy v získání nových poznatků v oblasti aplikace organické hmoty do půdy. Přínos aplikace organické hmoty pomocí rozmetadla přímo v příkmených páslech pěstovaných révových keřů nebo ovocných stromů se projeví i v sociálně-ekonomické rovině podporou podnikatelských subjektů v regionech.

VI. Seznam použité související literatury

- Baldi E., Toselli M., Marcolini G., Quartieri M., Cirillo E., Innocenti A., Marangoni B., 2010. Compost can successfully replace mineral fertilizers in the nutrient management of commercial peach orchard. *Soil Use and Management. Special Issue: Soil Quality*, Vol. 26, 3: 346–353.
- Bigard A., Romieu C., Sire Y., Veyret M., Ojéda H., Torregrosa L., 2019: The kinetics of grape ripening revisited through berry density sorting. *OENO One*, 53(4).
- Bruun S., Ågren G.I., Christensen B.T., Jensen L.S., 2010. Measuring and modeling continuous quality distribution of soil organic matter. *Biogeosciences* 7:27-41.
- Burg P., Zemánek P., 2012. Aplikace hnoje a kompostu ve vinicích. *Zahradnictví*. Praha: Profi Press. č. 7. roč. XI. s. 64-66



- Frąc M. a kol., 2015. In. Malý S., Siebielec G.: Testování exogenní organické hmoty pro bezpečnou aplikaci na půdu/Zkrácená verze. 14 s.
- Goulding K. W. L., Jarvis S., Whitmore A., 2008. Optimizing nutrient management for farm systems. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences*, 363(1491): 667–680.
- Chen, Y., 1992. Humic substances originating from rapidly de-composing organic matter: properties and effects on plantgrowth. In: N. Senesi (Editor), *Humic Substances in theGlobal Environment and Implications in Human Health*. Proc.6th IHSS (International Humic Substances Society) Meeting, Monopoli (Bad), Italy, 20-25 September, pp. 77-78.
- Kaczyński R., Siebielec G., 2015. In. Malý S., Siebielec G.: Testování exogenní organické hmoty pro bezpečnou aplikaci na půdu/Zkrácená verze. 14 s.
- Korboulewsky N., Robles Ch., Garzino S., 2004. Effects of Sewage Sludge Compost on Volatile Organic Compounds of Wine from *Vitis vinifera* cv. Red Grenache. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55(4): 412–416.
- Kováříček P. a kol., 2005. *Strojní linky pro hnojení*. Praha: VÚZT, 2005. 86 s. ISBN 80-86884-10-4
- Lee J., A., Kim W.S., Choi H.S., 2009. Effects of compost application on soil properties and leaf and bud characteristics of pear trees in orchard farms. *Korean Journal of Organic Agriculture*. Vol.17., 4:567–575.
- Lhotský J. a kol.: *Kultivace a rekultivace*. VÚMOP Praha 1994, 198 s.
- Malý S., 2015. Testování exogenní organické hmoty pro bezpečnou aplikaci na půdu/Zkrácená verze. 14 s.
- Manios T., 2004. The Composting Potential of Different Organic Solid Wastes: Experience from the Island of Crete. *Environmental International*, 29(8): 1079–1089.
- Mugnai S., Masi E., Azzarello E., Mancuso S., 2012. Influence of Long-Term Application of Green Waste Compost on Soil Characteristics and Growth, Yield and Quality of Grape (*Vitis vinifera* L.), *Compost Science & Utilization*, 20(1): 29–33.
- Stevenson F.J., 1994. *Humus chemistry*. Genesis, composition, reactions. Second ed. Wiley, New York.
- Pinamonti F. 1998. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51(3): 239–248.
- Valdrighi M.M., Pera A., Scatena S., Agnolucci M., Vallini G., 1995. Effects of humic acids extracted from mined ligniteor composted vegetable residues on plant growth and soilmicrobial populations. *Compost Sci. Util.*, 3(1): 30-3



Zemánek P., Burg P., Mašán V., Čížková A., Zatloukal P., Pavloušek P., Badalíková B., Jelínek A., 2020. Hloubková aplikace organické hmoty do příkmenných pásů vinic a sadů. Uplatněná certifikovaná metodika, č.j. 228700/2012-Mze-17221, 55 s.

VII. Seznam publikací předcházejících metodice

Badalíková B., 2017: Přednášky pro praxi proběhly v Troubsku. Agrární obzor 4/2017, s.26-27

Badalíková B., Novotná J., Burg P., 2018: Využití kompostů z matolin pro zlepšení půdních vlastností. Zahradnictví 2/2018, roč. XVII, s.16-17

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, 2018, s.64

Badalíková B., Novotná J., Burg P., Zemánek P., 2018: Dosavadní výsledky půdních analýz po hloubkové aplikaci organické hmoty ve vinicích. *AgritechScience* [online], 2018, roč.12, č. 3, s. 1-6. ISSN 1802-8942. Dostupné z: <http://www.agritech.cz/clanky/2018-3-2.pdf>

Badalíková B., Novotná J., 2018: Náchylnost k vodní erozi u zhutnělých půd. Úroda 12, roč. LXVI, 2018, vědecká příloha, s. 279-282 ISSN 0139-6013

Novotná J., Badalíková B., 2018: The soil structure changes under varying compost dosage. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 64 (4): 143-148

Badalíková B., 2019: Uplatnění mezplodin a jejich přínos pro zemědělství. Úroda 2/2019, roč. LXVII, s. 52-53

Badalíková B., Novotná J., 2019: Vliv aplikace různých druhů kompostů na utužení půdy a zásobu půdní vody ve vinicích a sadech. *Vinař-Sadař* 1/2019, s.82-83

Badalíková B., Vašínska M., 2019: Vyšší vododržnost půdy po aplikaci organické hmoty. (In Sb. CD: Hospodaření s vodou v krajině Třeboň 13. – 14. 6. 2019, vydal ČHMÚ Praha, s. 1-12.

Badalíková B., Vašínska M., 2019: Synergy of organic matter in soil, nutrients and biological activity. In Sb.: 8th International Symposium on Interactions of Soil Minerals with Organic Components and Microorganisms ISMOM2019, s.172

Badalíková B., 2019: Zvýšení obsahu organické hmoty pozitivně ovlivnilo půdní vlastnosti. *Zahradnictví*, 8/2019, roč. XVIII, Příloha: Sadařství a vinohradnictví, s.50-51

Badalíková B., Vašínska M., Jelínek A., Roy A., Burg P., Zemánek P., 2019: Vliv řádkové aplikace organické hmoty v mezířadí vinic a sadů na půdní vlastnosti. Úroda 12/2019, roč. LXVII, vědecká příloha, s.265-270



- Burg P., Mašán V., Čížková A., Badalíková B., 2019: Impact of compost application in vineyards on changes of physical properties of soil. In 18th International Scientific Conference, Engineering for Rural Development, 22.-24.05.2019 Jelgava, Polsko, p.576-582
- Burg P., Čížková A., Badalíková B., 2019: Hodnocení fyzikálních vlastností půd u vinic po aplikaci kompostu. Vinař-Sadař 5/2019. s.2-4
- Mašán V., Burg P., Zemánek P., Čížková A., Badalíková B., Křeček P., 2019: Funkční vzorek zařízení pro hloubkové zapravení organické hmoty do půdy. CTT MENDELU pod č.j. 23158/2019-953 Inter.č.: 21744/2018-956 číselná indentifikace: RIV/62156489;43510/18;43914230
- Badalíková B., Vašíňka M., Jelínek A., Roy A., Burg P., Zemánek P., 2020: Výživa jabloní a révy vinné. Zahradnictví 2/2020, roč. XXIX, s.10-11
- Badalíková B., Vašíňka M., 2020: Proč je důležitá organická hmota v půdě. Zemědělec, 17/2020, roč. XXVIII, s.9-10
- Badalíková B., Vašíňka M., 2020: Zlepšení půdních vlastností zapravováním kompostů v sadech. Vinař – sadař, 4/2020, s.56-58

VIII. Jména oponentů

Oponenti

Ing. Michaela Budňáková – MZe ČR – posudek pracovníka příslušného odborného orgánu

Ing. Květa Hejátková – ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, z.s.,

Náměšť nad Oslavou – oponentní posudek z oboru

IX. Dedikace

Certifikovaná metodika je výsledkem řešení výzkumného projektu č. TH02030467 pod názvem „*Vývoj a ověření zařízení pro hloubkové zapravení organické hmoty do půdy ve vinicích a sadech*“, financovaného Technologickou agenturou ČR - programem na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje EPSILON.



X. Přílohy – fotodokumentace



Obr. 1: Pokusné stanoviště – vinice Lednice na Moravě



Obr. 2: Pokusné stanoviště – vinice Velké Bílovice



Obr. 3: Pokusné stanoviště – sady Žabonosy



Obr. 4: Odběr půdních vzorků



Obr. 5: Vyhrnování kompostu z korby rozmetadla do dvou příkenných řádků



Obr. 6: Aplikace kompostu do meziřádků v sadu



Obr. 7: Aplikace kompostu do meziřádků ve vinicích



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

Náklad: 300 výtisků

Tisk: REIS – reklamní studio, Žatčany 135

Grafická úprava: Radomír Lejska

Autoři fotografií: Barbora Badalíková

ISBN 978-80-88000-27-3