**Organická hmota, meziplodiny, fyzikální vlastnosti půdy**

Badalíková, B.

Správné hospodaření na daném pozemku je na prvním místě pro zemědělce. Pro odolnost půdy proti různým vnějším vlivům, včetně vodní eroze, je nutné pravidelné dodávání organické hmoty do půdy, která přetvářením na humus zlepšuje fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy jako je půdní struktura, snižování zhutnění půdy, zlepšení infiltrační schopnosti a další (Stalker, 2010). Pokud není k dispozici organické hnojivo ve formě hnoje, je třeba využít náhradních zdrojů organické hmoty – kompost, zelené hnojení, posklizňové zbytky, meziplodiny apod.

Úbytek organické hmoty můžeme nahradit zapravováním kvalitního kompostu do půdy, aby se z této organické hmoty získal kvalitní humus (Badalíková a kol., 2016; Pospíšilová, Tesařová, 2009) s postupným uvolňováním živin. 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).

Jednou z perspektivních metod úhrady organické hmoty v půdě je produkce a využití faremního kompostu. Kompostováním vzniká organické hnojivo s pomalu uvolnitelným dusíkem, má vysoký obsah organické hmoty, přispívá k nárůstu stability půdních agregátů vůči degradaci deštěm, zlepšuje odolnost půdy proti erozi a zhutnění. Pro výrobu faremního kompostu se jeví jako nejvhodnější využití nejdostupnější zbytkové zemědělské biomasy - tj. travní hmoty a slámy. Výsledkem kompostování travní hmoty a slámy je kompost bez registrace. Lze ho využívat pro vlastní potřebu zemědělského podniku na hnojení a zlepšení bilance organické hmoty v půdě. Množství travní hmoty a slámy pro produkci kompostu však je limitovány některými faktory:

- při dodržení doporučené surovinové skladby je produkce faremního kompostu ve výrobní oblasti obilnářské i bramborářské omezena množstvím travní produkce

- v pícninářské výrobní oblasti je naopak produkce faremního kompostu limitována plochou pro jeho aplikaci (tj. plochou orné půdy)

Náklady na produkci faremního kompostu a jeho aplikaci na ornou půdu závisí výrazně na možnostech využití plošných dotací a v současné době se pohybují okolo 400 Kč na 1 t, to znamená při aplikaci 25 t jednou za 5 let roční náklady cca 2000 Kč na 1 ha orné půdy. Zájem o produkci a aplikaci faremního kompostu se v poslední době zvyšuje, ale přesto vzhledem k výše uvedeným faktorům lze očekávat, že z celkového množství produkce slámy a travní hmoty bude jako surovina pro faremní kompost využito do 20 % celkové produkce (Abrham a kol., 2017).

Z mnoha pokusů bylo zjištěno, že zapravení kompostu má pozitivní vliv na udržitelnost půdní úrodnosti a na ochranu půdy před vodní erozí, a to jak u vyšší, tak i u nižší dávky kompostu. Kompost zajistil vyšší infiltrační schopnost půdy a lepší hospodaření s půdní vodou.

Půdoochranné technologie jsou nezbytné pro zmírnění degradačních účinků vodní eroze (Badalíková a kol, 2016).

Především za účelem uchování vláhy v půdě se rozšiřují minimalizační a půdoochranné technologie, které se v současné době využívají na cca 250 tis. ha. Při nich dochází ke snížení intenzity a hloubky zpracování půdy a zároveň je efektivně využívána organická hmota (Houšť et al. 2012). Ta se buď mělce zapravuje do půdy, nebo slouží k zakrytí jejího povrchu v podobě mulče z posklizňových zbytků předplodin nebo ze strniskových meziplodin (Javůrek et al. 2011).

Půdní organická hmota v agroekosystémech zahrnuje veškeré organické sloučeniny přítomné v půdě, je vystavena rozkladu a její nadměrný úbytek je jedním ze závažných degradačních faktorů. To je problém i České republiky, kde došlo k úbytku humusu o 5 – 15 % u odvodněných půd a dále u půd na zrnitostně lehčích substrátech, přičemž největším nebezpečím je nedostatečné doplňování kvalitní organické hmoty (Col., 2015). Proto jsou doporučovány takové způsoby obhospodařování, které povedou ke zvýšení obsahu uhlíku v půdě (van Camp 2004). Jednou z možností řešení je dodávka různých druhů exogenní organické hmoty (EOM), jako jsou např. vedlejší produkty z potravinářského průmyslu, kompostované odpady z průmyslové výroby nebo komunálního odpadu, digestáty, živočišné moučky a statková hnojiva (Diacona, Montemurra, 2010), která ovlivňují jak fyzikální, tak chemické i biologické vlastnosti. Biologické parametry půd jsou vůči změnám ve způsobu obhospodařování a změnám environmentálních podmínek citlivé obdobně jako parametry chemické a fyzikální, nicméně na tyto změny mnohdy reagují mnohem rychleji (Lynch a kol., 2004). Ačkoliv je vliv dodávky organické hmoty testován na půdní vlastnosti dlouhodobě, je na rozdíl od vlivu na fyzikální a chemické vlastností (Gong a kol., 2009; Guo a kol., 2012) na vlastnosti biologické méně prozkoumán. Skutečnost, že mikroorganismy jsou schopny velmi efektivně zajišťovat transformaci organických sloučenin, souvisí jejich činnost se schopností rychle reagovat na změnu vnějších podmínek, jako je například i vstup substrátu. Půdní mikroorganismy a jimi produkované enzymy přispívají k celkové biologické aktivitě, neboť jsou úzce zapojeny do katalytické reakce nezbytné pro stabilizaci půdní struktury a dekompozice organické hmoty (Allison, Vitousek, 2005), mineralizaci a koloběh živin (Tabatabai 1994;. Dick a kol*.*, 1994), přenos energie a kvalitu životního prostředí. Proto v půdách ovlivňují jak aktuální obsah přijatelných živin a chemické i fyzikální vlastnosti, tak i následně primární produkci (Rutigliano a kol., 2004).

Vedle kompostu lze při přípravě organických hnojiv a substrátů využít jako druhotnou surovinu i odpadní látky, které mohou vylepšit půdní vlastnosti. Mezi tyto odpady je možné zařadit kaly z čistíren odpadních vod a další odpadní látky vznikající při průmyslové výrobě jako je papírenský průmysl nebo z důlní činnosti. Jednou z možností, jak ekologicky zužitkovat odpadní látky vznikající při výrobě papíru a při těžbě hnědého uhlí připravit organický substrát na bázi kompostu a jako doplňkovou složku použít uhelný prach ve směsi se stabilizovaným papírenským kalem. Kvalita kalů se liší podle charakteru výroby a podle separace při čištění. Na rozdíl od kalů z čistíren odpadních vod nejsou papírenské kaly zatíženy hygienickými riziky a obvykle ani cizorodými látkami. Chong (2005) uvádí mezi řadou použitelných odpadů papírenské kaly jako vhodný přídavek pro výrobu kompostů často v množství vyšším než 50 % obj. Komerčně vyráběné organické substráty mohou vykazovat značné rozdíly ve schopnosti podpořit růst a/nebo výživu pěstovaných rostlin. Tyto rozdíly mohou být způsobeny různým složením mikrobiálních společenstev přítomných v substrátech, zejména pokud jsou k jejich přípravě použity kompostované organické materiály (Bukovská et al., 2016). Za účelem zlepšení biologické kvality a zvýšení využitelnosti v zemědělství i zahradnictví jsou specializovaná hnojiva a substráty připravené mícháním vyzrálého kompostu a odpadních látek možné oživit vybranými skupinami prospěšných půdních mikroorganismů.

Biochemické přeměny jsou v půdním prostředí závislé na přítomnosti odpovídajících enzymů a řada přeměn organické hmoty může být katalyzována enzymy, které se vyskytují mimo buňky mikroorganismů (Burnsa kol., 2013). Kořenový systém rostlin a každá půda tak mohou být charakterizovány unikátní sadou specifických enzymů (Marinari a kol., 2014) a enzymatické aktivity jsou pak vhodným nástrojem pro posuzování funkční rozmanitosti mikrobiálních společenstev (Kandeler a kol., 1999) a jedním z indikátorů kvality půdy (Kujur a kol., 2014)
v rámci rozkladných procesů půdní organické hmoty.

Ekosystémové funkce půdy zajišťují zmírňování dopadů povětrnostních extrémů. Jsou závislé na dodávce organické hmoty (dále jako OH), která zlepšuje jak biologické, chemické, tak i fyzikální vlastnosti půdy. Mezi funkce OH se řadí i retence vody, která je výrazně ovlivněna množstvím OH. V půdě je OH nedostatek v důsledku poklesu živočišné výroby a také absencí půdu zlepšujících plodin v osevních postupech. Vhodnou možností pro doplňování OH je tedy kompost. V souvislosti se získaným projektem byl sledován od roku 2013 po 4 roky vliv průmyslového kompostu o dávce 20 t.ha-1 na retenční vlastnosti půdy. Pokus se uskutečnil na pozemku s konvenčním hospodařením s orbou (Stehlík a kol., 2016). Byl zjištěn pozitivní vliv, a statisticky prokázán, zapravovaného kompostu na zadržování vody půdou z hlediska retardace ztráty vody. Dostatečný přísun organické hmoty pomáhá zmírňovat negativní jevy v půdním prostředí.

Dalším faktorem ochrany půdy proti vodní erozi je setí meziplodin na konci vegetace po sklizni hlavní plodiny. Pokud jsou meziplodiny včas zasety a nárůst biomasy je dostatečný, spolehlivě ochrání povrch půdy před erozí. Je potřeba vybrat vhodnou meziplodinu pro danou oblast ať už vymrzající nebo nevymrzající, která bezpečně chrání povrch půdy až do setí hlavní plodiny (Badalíková, Novotná, 2017). Vhodnost využití meziplodin jako půdoochranného systému se osvědčila pro svůj ochranný efekt pokrytí půdy listovou plochou a během zimy vymrzlými rostlinnými zbytky, přičemž se významně ovlivňuje vodní režim půdy znamenající velký přínos z hlediska protierozní ochrany. Základem úspěchu pěstování meziplodin je zasetí v co nejkratší době po sklizni hlavní plodiny při kvalitní přípravě a setí (Vach a kol., 2004).

Vach a kol. (2005) zjistili, že charakteristickým znakem těchto technologií je, mimo jiné, ponechání zbytků předplodin nebo biomasy meziplodin na povrchu půdy nebo pouze mělké zapravení těchto rostlinných zbytků do půdy. Badalíková, Novotná (2016) uvádějí ve svých výzkumech vhodnost využití meziplodin jako půdoochranného systému, který se osvědčil ochranným efektem pokryvu půdy rostlinnými zbytky, přičemž se významně ovlivnil vodní režim půdy znamenající velký přínos nejen z hlediska protierozní ochrany, ale i v období nedostatku srážek. Uplatnění meziplodin setých na konci vegetace po sklizni hlavní plodiny je jedním z důležitých půdoochranných technologií. Pokud jsou meziplodiny včas zasety a nárůst biomasy je dostatečný, spolehlivě ochrání povrch půdy před vodní erozí (Vach a kol., 2005).

Dle Beedyho a kol. (2010) měla meziplodina v systému pěstování kukuřice pozitivní vliv na půdní organickou hmotu a její frakce. Jak meziplodiny, tak i zvýšení obsahu jílovitých částic byly spojeny s významným zvýšením kationtové výměnné kapacity (KVK). Meziplodina z rodu [*Fabaceae*](https://en.wikipedia.org/wiki/Fabaceae) udržela KVK v hrubozrnných půdách po dobu 14 let, což naznačuje roli luskovin při intenzivním obdělávání těchto půd.

Meziplodiny se také někdy označují jako „pomocné plodiny“. Jsou to rostliny, které jsou pěstovány souběžně s hlavní plodinou za účelem zlepšení podmínek pro vývoj hlavní plodiny. Zde se jedná o podsevy vikví v ozimé řepce, kdy podsev do jara vymrzne, nebo je umrtven herbicidem. Ověřováno je také souběžné pěstování fazolu a kukuřice (Paul, 2016). V těchto systémech luskovina zajišťuje zlepšení půdní struktury, eliminaci eroze, konkurenci vůči plevelům, optimalizaci funkce mikrobních společenstev a zároveň představuje zdroj dusíku, a to jak během jejich růstu, tak po odumření. Intenzivně se zkoumá využití luskovin, a to i hrachů, z hlediska zpřístupnění fosforu v půdě pro ostatní plodiny a jako samotného zdroje jeho dobře přístupných forem po odumření rostliny (např. Di Palo a Fornara, 2015, Alamgir a Marschner, 2016). Výše uvedených efektů luskovin jako pomocných plodin se začíná využívat i při pěstování hrachů jako meziplodin, a to jak prostorových monokultur, tak jejich směsí s jinými meziplodinami. V Evropě se ověřují především technologie tzv. setí do živého či čerstvého mulče (např. Ilgen, 2017; Böhler a Dierauer, 2017). Tyto systémy vycházejí z principů výsevu polních plodin do mechanicky umrtveného porostu meziplodiny. Porost meziplodin je pomocí řezných válců poválen nebo mulčovačem rozdrcen v rámci samostatné operace těsně před výsevem nebo při něm. Výsev probíhá pomocí strojů, které umožňují výsev do nezpracované půdy nebo konvenčními stroji pro výsev do částečně zpracované či zpracované půdy. Systémy jsou označovány jako „bio no-till“.

Další oblast, kde se využívají meziplodiny nebo jejich směsky jsou vinice. Je to z důvodu jak ochrany půdy proti vodní erozi na svahových terénech, tak omezení kultivace v meziřadí vinic proti plevelům, což přináší úsporu časovou i ekonomickou. V posledních letech prodělává pohled na ošetřování půdy ve vinicích snad nejvýznamnější změny, kdy se v současnosti ve vinicích nejčastěji používá spontánní ozelenění vinic. Snahou zde, je začít systematicky pracovat s půdou ve vinicích, směřovat k podpoře biodiverzity a tím tak podporovat produkci kvalitních hroznů. Směsi sestavené pro ozeleňování vinic by měly být druhově pestré s obsahem maximálně deset procent lipnicovitých trav, aby nedocházelo ke konkurenci révě vinné. Jak uvádí ve své práci Šindelková a kol. (2016) ozelenění vinic zabezpečuje prokořenění půdního profilu a zlepšuje strukturu půdy. Postupným nárůstem nových kořenových vlásků je umožněna lepší komunikace rostlin s půdním prostředím. Tak dochází i k vzájemnému ovlivňování rhizosféry kořenovými výměšky, které pak ovlivňují v půdě intenzitu aktivity půdních mikroorganismů a rozpustnost některých minerálních sloučenin. Podporou aerobních mikroorganismů dochází k optimalizaci, vyvážené distribuci a využitelnosti živin v půdním prostředí. Proto všechny aktivity, které podpoří půdní biologii, jsou maximálně žádoucí.

Meziplodiny jsou také schopny vázat do organické hmoty většinu dusíku, takže nedochází k vyplavování do spodních vod a navíc jej následná plodina kukuřice (brambory, cukrovka) využije v období své zvýšené potřeby. V každém ohledu se potvrzuje prospěšnost využití meziplodin po mnoha stránkách v pěstitelském mezidobí hlavních plodin (Badalíková, Hrubý, 2010).

Každá změna způsobu zpracování půdy nutně vede i ke změnám půdního prostředí. Rozsah těchto změn závisí na stupni redukce hloubky a intenzity zpracování půdy, na množství rostlinných zbytků ponechaných na povrchu nebo ve svrchní vrstvě půdy a také na době, po kterou změna technologie trvá. V mnoha pracích bylo zjištěno, že přínos organické hmoty příznivě ovlivňuje fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy a využitelnost živin. Umožňuje tak vázat živiny v půdě a je tudíž základním faktorem půdní úrodnosti (Badalíková a kol. 2016). Díky postupnému nárůstu nových kořenových vlásků je umožněna lepší komunikace rostlin s půdním prostředím, dochází tím ke zlepšení půdních vlastností a výživy rostlin.

V práci Pranagala a Podstawka-Chmielewskeho (2012) bylo zjištěno, že u půdy ponechané 10 let ladem po konvenčním hospodaření došlo k výraznému zlepšení jejího fyzikálního stavu. Po 6 letech zde došlo ke snížení OHr a ke zvýšení celkové pórovitosti, provzdušněnosti, polní kapacity a vodní retenci.

Dle Hůly a kol. (2010) je dokázáno, že při nadměrném zhutnění půdy nad hodnotu OHr 1,6 g.cm-3 se již značně snižuje efektivnost minerálního hnojení, zejména dusíkem, k čemuž u našeho pokusu došlo v roce 2013 u varianty diskování.

Podle Cunha a kol. (2011) dochází při zpracování půdy, ve srovnání s půdou ponechanou ladem, k redukci půdní organické hmoty, která ovlivňuje fyzikální vlastnosti, jako je zvýšení OHr a penetračního odporu půdy, snižuje makroporozitu, pórovitost půdy atd.

Ve studii Cercioglu (2017) byly zkoumány různé druhy organického materiálu zapravené do půdy a jejich vliv na fyzikální vlastnosti půdy a výnos kukuřice. Podle získaných výsledků všechny typy organického hnojení zvýšily pórovitost, zlepšily stabilitu struktury, výnosnost, polní kapacitu, odolnost proti suchu, schopnost půdy zadržet vodu v půdním profilu, snížily objemovou hmotnost půdy ve srovnání s kontrolou bez organického hnojení. Dále bylo zjištěno, že tyto fyzikální změny pozitivně ovlivnily výnos zrna kukuřice.

U Fyzikálních vlastností se sledují, mimo jiné, půdní hydrolimity, které lze definovat jako hraniční hodnoty vlhkosti a kterými jsou vzájemně odděleny jednotlivé kategorie vody v půdním prostředí. Hranice u jednotlivých kategorii nejsou ostré, mají mezi sebou určitý interval, ve kterém přecházejí mezi sebou v určitém intervalu vlhkosti (Jandák, a kol. 2007).

Prostory v půdě, které nejsou zaplněny pevnou fází, se označují jako půdními póry. Liší se tvarem, velikostí a různým způsobem jejich vzájemného propojení. Póry umožňují v půdě proudění vody a vzduchu, probíhají v nich látkové přeměny a výměnné reakce mezi mikroorganismy a kořenovým systémem rostlin. V kapilárních pórech (s průměrem menším než 0,2 mm) může voda proudit proti působení gravitace, v nekapilárních (s průměrem větším než 0,2 mm) se voda pohybuje vlivem přitažlivosti do spodních vrstev půdy a na její místo se dostává vzduch. Objemová hmotnost, je hmotnost objemové jednotky půdy v neporušeném stavu. Její hodnota je závislá na měrné hmotnosti, na podílu pórů v půdě a míře jejich zaplnění vodou. Je to hodnota nestálá, která se mění během roku v závislosti na vlhkostních poměrech v půdě. Vzduch v půdě tvoří plynnou fázi půdy, významnou pro biologické i chemické pochody probíhající v půdě a je jednou z nezbytných podmínek života rostlin. Vzdušné poměry v půdě závisí na její schopnosti přijímat, obsahovat a zadržovat vzduch, s pohyblivostí vzduchu v půdě a s výměnou vzduchu mezi půdou a atmosférou (Jandák, a kol. 2007).

V rámci zjišťování zachování vhodných fyzikálních parametrů půdy jsou ověřovány systémy diferenciovaného zpracování půdy a hnojení. Jejich principem je především optimalizace podmínek pro cílený rozvoj kořenového systému či omezení negativního vlivu zhutněných vrstev půdy na jeho pronikání do půdy za současné eliminace rizika vodního stresu a infiltračních vlastností půdy.

Herman a kol. (2012) spatřují výhody pásového zpracování půdy ve zlepšení fyzikálních vlastností půdy pro vývoj plodin v řádku. K podobným závěrům a výsledkům došel také Brant et al. (2016). Lal (2002) zahrnuje objemovou hmotnost půdy do skupiny minimálních dat pro monitorování kvality půdy, jako indikátor jak půdní struktury, tak pevnosti půdy. Změna objemové hmotnosti reflektuje změny v celkové pórovitosti. Hůla et al. (2008) popisuje jako optimální objemovou hmotnost v rozmezí 1,2-1,5 t.m-3.

Různé technologie zpracování půdy ovlivňují půdní prostředí, následně úrodnost a je na konkrétním zemědělci, zda bude hospodařit na půdě takovým způsobem, aby co nejméně docházelo k poškozování půdy a nevratným degradačním procesům.

Obděláváním půdy se především mění fyzikální stav půdy, na němž je bezprostředně závislý vodní, vzdušný, biologický a tepelný režim půdy. Je také významným prostředkem boje proti plevelům, škůdcům a chorobám. Má pomáhat zvyšovat úrodnost půdy a vytvářet optimální podmínky pro růst a vývoj rostlin. Názory na obdělávání půdy se liší z hlediska přesvědčení, ale jsou dány i možnostmi stanovištními. Základní zpracování půdy se tedy diferencuje podle půdních a klimatických podmínek. Motivací k zavádění snižování hloubky zpracování půdy nebo vypouštění některých operací byla především nutnost obměny běžného zpracování půdy u půd vystavených větrné a vodní erozi, nedostatek času ke zvládnutí sledu všech kultivačních operací či bylo k dispozici málo výkonné techniky. Při zavádění těchto minimalizačních technologií je však nutné dodržovat určitý řád a řešit celou agrotechniku v komplexu, tzn. včetně promyšlené ochrany proti plevelům, chorobám a škůdcům. Zvláště výskyt plevelů je u těchto technologií četnější a proto jen nutná znalost účinnosti a aplikace herbicidů v dané oblasti, aby nedocházelo ke zbytečnému zvýšení nákladů (Badalíková, Novotná; 2015).

**Použitá literatura:**

Abrham Z., Andert D., Herout M., 2017: Možnosti energetického využití biomasy s ohledem

na potřebu dodávky organické hmoty do půdy. Agritech Science [online], roč.11, č. 1, s. 1-5.

Allison S., Vitousek P., 2005: Responses of extracellular enzymes to simple and complex

nutrient inputs. Soil Biology and Biochemistry, 37: 937–944.

Badalíková B., Hrubý J., 2010: Sledování erozního smyvu půdy u variant s různýmiv

meziplodinami. (Following of erosive wash of soil in variants with different intercrops). In:v

ACTA Universitatis Agriculturae et Silvicultarae Mendelianae Brunensis, roč. LVIII, č. 2,v

2010, s. 27-33

Badalíková B., Novotná J., 2015: Proměnné vlastnosti půdy v posledních letech. In CD Úrodav

12/2015, vědecká příloha časopisu, s.21-26

Badalíková B., Novotná J., 2016: Vliv organické hmoty v půdě na její retenční schopnost. In

Sb.: Půda a zemědělské sucho, 28. – 29. 4. 2016, Kutná Hora, s. 292-297.

Badalíková B., Novotná J., 2017: Vliv meziplodiny a aplikace kompostu na omezení vodní

eroze. Úroda 12, roč. LXV, vědecká příloha, s. 375-378.

Badalíková B., Novotná J., Pospíšilová L., 2016: Badalíková B., Novotná J., Pospíšilová L.,

2016: Vliv zapravení organické hmoty na půdní vlastnosti a snížení vodní eroze. Uplatněná

certifikovaná metodika 33/16, 41 s.

Beedy T. L., Snapp S. S., Akinnifesi F. K., Sileshi G. W., 2010: Impact of Gliricidia sepium

intercropping on soil organic matter fractions in a maize-based cropping system. Agriculture,

Ecosystems & Environment, 138 (3-4): 139-146.

Böhler, D., Dierauer, H, 2017: Messerwalze statt Glyphosat. LOP Landwirtschaft ohne Pflug.

5. 39 – 43.

Brant, V. et al., 2016: Pásové zpracování půdy (strip tillage) klasické, intenzivní a

modifikované. 1. vyd. Praha: ProfiPress s.r.o., 2016. 136 s. ISBN 978-80-86726-76-2.

Bukovská P., Püschela D., Hršelová H., Jansa J., Gryndler M., 2016: Can inoculation with

living soil standardize microbial communities in soilless potting substrates? Applied Soil

Ecology, 108, 278-287.

Burns R.G., DeForest J.L., Marxsen J., Sinsabaugh R.L., Stromberger M.E., Wallenstein M.D.,

Weintraub M.N., Zoppini A., 2013: Soil enzymes in a changing environment: current

knowledge and future directions. Soil Biol. Biochem., 58: 216–234.

Cercioglu M., 2017: The role of organic soil amendments on soil physical properties and yield

of maize (*Zea mays* L.), Communications in Soil Science and Plant Analysis, 48:6, 683-691

Col., 2015: Situační a výhledová zpráva – Půda. Ministry of Agriculture, 134 pp. (In Czech).

Cunha E. Q., Stone L. F., Moreira J. A. A., Ferreira E. P. D., Didonet A. D., Leandro W. M.,

2011: Soil tillage systems and cover crops in organic produstion of common bean and corn. I –

Soil physical properties. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, 35 (2): 589-602.

Cusack D.F., Silver W.L., Torn M.S., Burton S.D., Firestone M.K., 2011: Changes in microbial

community characteristics and soil organic matter with nitrogen additions in two tropical

forests. Ecology, 92: 621–632.

DeForest J.L., Smemo K.A., Burke D.J., Elliott H.L., Becker J.C., 2012): Soil microbial

responses to elevated phosphorus and pH in acidic temperate deciduous forests.

Biogeochemistry, 109: 189–202.

Diacono M., Montemurro F., 2010: Long-term effects of organic amendments on soil fertility.

A review, Agron Sustain Dev, 30: 401–422.

Dick R.P., Sandor J.A., Eash N.S., 1994: Soil enzyme activities after 1500 years of terrace

agricultural in the Colca valley. Peru. Agricultural Ecosystem Environment, 50: 123–131.

Di Palo, F., Fornara, D., 2015: Soil fertility and the carbon:nutrient stoichiometry of herbaceous

plant species. Ecosphere, 6(12): 1 – 15.

Fan F., Li Z., Wakelin S.A., Yu W., Liang Y., 2012: Mineral fertilizer alters cellulolytic

community structure and suppresses soil cellobiohydrolase activity in a long-term fertilization

experiment. Soil Biol. Biochem., 55: 70–77.

García-Ruiz R., Ochoa V., Hinojosa M.B., Carreira J.A., 2008): Suitability of enzyme activities

for the monitoring of soil quality improvement in organic agricultural systems. Soil Biol.

Biochem., 40 (9): 2137–2145.

Gong W., Yan X.Y., Wang J.Y., Hu T.X., Gong Y.B., 2009: Long-term manure and fertilizer

effects on soil organic matter fractions and microbes under a wheat– maize cropping system in

northern China. Geoderma, 149: 318–324.

Guo S.L., Wu J.S., Coleman K., Zhu H.H., Li Y., Liu W.Z., 2012: Soil organic carbon dynamics

in a dryland cereal cropping system of the Loess Plateau under longterm nitrogen fertilizer

applications. Plant Soil, 353: 321–332

Hargreaves J. C., Adl M. S., Warman, P. R., 2008: A review of the use of composted municipal

solid waste in agriculture. Agriculture, Ecosystems & Environment, 123(1): 1–14.

Hermann, W., Bauer, B., Bischoff, J., 2012: Srip Till, Mit Streifen zum Erfolg, DLG-Verlag,

Frankfurt am Main. 120 s. ISBN 978-3-7690-2011-3.

Hernández T., Garcia E., Garcia C., 2015: A strategy for marginal semiarid degraded soil

restoration: A sole addition of compost at a high rate. A five-year field experiment. Soil

Biology and Biochemistry, 89: 61–71.

Houšť, M., Procházková, B., Hledík, P., 2012: Effect of different tillage intensity on yields and

yield-forming factors in winter wheat. *Acta Univ. Agric. Silvic. Mendelianae Brun.,*

LX (5):89-96.

Hůla J. a kol., 2010: Dopad netradičních technologií zpracování půdy na půdní prostředí.

Uplatněná certifikovaná metodika, VUZT Praha, 58 s.

Hůla, J., Procházková, B. et al., 2008: Minimalizace zpracování půdy. 1. vyd. Praha: Profi

Press s.r.o., 2008. 248 s. ISBN 978-80-86726-28-1.

Chong C., 2005: Experiences with wastes and composts in nursery substrates. HortTechnology,

15, 739-747.

Ilgen, B., 2017: Kein ackerbaulicher Weltuntergang. LOP Landwirtschaft ohnr Pflug. 6.

15 –19.

Jandák, J., Pokorný E., Prax, A., 2007: Půdoznalství. 2., přeprac. vyd. Brno: Mendelova

zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 978-80-7375-061-9.

Javůrek, M. et al., 2011: Hodnocení dlouhodobého efektu půdoochranných technologií

na výnosy ozimé pšenice a vlastnosti půdy typu luvisol: *Úroda*, 59 (12):355-358.

Kandeler E., Palli S., Stemmer M., Gerzabek M.H., 1999: Tillage changes microbial biomass

and enzymes activities in particle size fractions of a Haplic Chernozem. Soil Biology and

Biochemistry, 31: 1253–1264.

Kujur M., Kumar Patel A., 2014: Kinetics of soil enzyme activities under different

ecosystems: An index of soil quality. Chilean journal of agricultural research, 74(1): 96–104.

Lal, R. (ed.)., 2002: Encyclopedia of soil science. New York: Marcel Dekker, c2002: 1476 p.

Lynch J. M., Benedetti A., Insam H., Nuti M. P., Smalla K., Torsvik V., Nannipieri P., 2004:

Microbial diversity in soil: ecological theories, the contribution of molecular tech­niques and

the impact of transgenic plants and transgenic microorganisms. Biology and Fertility of Soils,

40: 363–385.

Marinari S., Moscatelli C., Grego S., 2014: Enzymes at Plant-Soil Interface. In: Gianfreda L.,

Rao, M.A. (eds.) Enzymes in agricultural sciences OMICS eBooks Group: 94–109.

Niedźwiecki J., Gałązka R., Smatanová M., Cigánek K., 2015: Uspořádání pokusů a

charakteristika exogenní organické hmoty In: Malý S., Siebielec G. (eds.): Testování

exogenní organické hmoty pro bezpečnou aplikaci na půdu, Ústřední kontrolní a zkušební

ústav zemědělský: 15–27.

Paul, N., 2016: Mais und Bohnen im Duett, dlz agrarmagazin, 74 – 77.

Plíva P., Altmann V., Jelínek A., Kollárová M., Stolařová M., 2005: Technika pro

kompostování v pásových hromadách. Praha: VÚZT, č. 1, 72 s.

Pospíšilová L., Tesařová M., 2009: Organický uhlík obhospodařovaných půd. Acta Folia II.

UniversitatisAgriculturae et SilviculturaeMendelianaeBrunensis. Brno. 0-41.

Praganal, J., Podstawka-Chmielewska, E., 2012: Physical properties of a Rendzic Phaeozem

during a ten year period of fallowing under the cinditions of south-eastern Poland. Geoderma,

189-190: 262-267.

Rutigliano F. A., D’Ascoli R., De Santo A. V., 2004: Soil microbial metabolism and nutrient

status in a Mediterranean area as affected by plant cover. Soil Biol. Biochem., 36: 1719–1729.

Schinner F., von Mersi W., 1990: Xylanase, CM-cellulase and invertase activity in soil: An

improved method. Soil Biol Biochem, 22: 511–515.

Stalker B., 2010: Infiltration and water holding capacityof kompost. CA deptofResources

Recycling and Recovery, in [www.CalRecycle.ca.gov](http://www.CalRecycle.ca.gov)

Stehlík M., Kovaříček P., Vlášková M., Renčiuková V., 2016: Vliv kompostu na retenci vody

v konvenčním hospodaření s orbou. Úroda 12, roč. LXIV, vědecká příloha, s. 425-428.

Stone T.M., 2011: Effect of landscape position and dairy manure addition on bioavailable forms

of soil phosphorus using enzyme hydrolysis Dissertation University of Tennessee.

Šindelková I., Badalíková B., Kintl A., Novotná J., 2016: Ozeleňování vinic a jejich vliv na

vybrané živiny v půdě. Úroda 12, roč. LXIV, vědecká příloha, s. 449-452.

Tabatabai M. A., 1994: Soil enzymes. Methods of soil analysis. Part, 2(2): 775–833.

Vach, M., Haberle, J., Javůrek, M., Procházka, J., Procházková, B., [Wilson G. V](file:///C%3A%5CDokumenty%5CBarbora%5CRe%C5%A1er%C5%BEe%5Ceroze%5CCIW.cgi?SID=V2IH7JD5DfP8fAEaM@m&Func=OneClickSearch&field=AU&val=Wilson+GV&ut=000220551500014&auloc=1&curr_doc=19/53&Form=FullRecordPage&doc=19/53)., [Dabney S.](file:///C%3A%5C%5CDokumenty%5C%5CBarbora%5C%5CRe%C5%A1er%C5%BEe%5C%5Ceroze%5C%5CCIW.cgi?SID=V2IH7JD5DfP8fAEaM@m&Func=OneClickSearch&field=AU&val=Dabney+SM&ut=000220551500014&auloc=2&curr_doc=19/53&Form=FullRecordPage&doc=19/53" \o "one-click search)

[M](file:///C%3A%5C%5CDokumenty%5C%5CBarbora%5C%5CRe%C5%A1er%C5%BEe%5C%5Ceroze%5C%5CCIW.cgi?SID=V2IH7JD5DfP8fAEaM@m&Func=OneClickSearch&field=AU&val=Dabney+SM&ut=000220551500014&auloc=2&curr_doc=19/53&Form=FullRecordPage&doc=19/53" \o "one-click search)., [Mcgregor K. C](file:///C%3A%5CDokumenty%5CBarbora%5CRe%C5%A1er%C5%BEe%5Ceroze%5CCIW.cgi?SID=V2IH7JD5DfP8fAEaM@m&Func=OneClickSearch&field=AU&val=McGregor+KC&ut=000220551500014&auloc=3&curr_doc=19/53&Form=FullRecordPage&doc=19/53)., [Barkoll B. D](file:///C%3A%5CDokumenty%5CBarbora%5CRe%C5%A1er%C5%BEe%5Ceroze%5CCIW.cgi?SID=V2IH7JD5DfP8fAEaM@m&Func=OneClickSearch&field=AU&val=Barkoll+BD&ut=000220551500014&auloc=4&curr_doc=19/53&Form=FullRecordPage&doc=19/53)., 2004: Tillage and residue effects on runoff and erosion

dynamics. Amer soc agricultural engineers, Transactions of the asae 47 (1): 119–128

Vach M., Haberle J., Javůrek M. a kol., 2005: Pěstování meziplodin v různých půdně

klimatických podmínkách České republiky. Praha, ÚZPI 2005, 36 s.

van Camp L., Bujjarabal B., Gentile A-R., Jones R.J.A, Montanarella L., Olazabal C.,

Selvaradjou S.K., 2004: Reports of the Technical Working Groups Established under the

Thematic Strategy for Soil Protection. Office for Official Publications of the European

Communities, Luxemburg.

**Zpracoval**: Ing. Barbora Badalíková, Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko, badalikova@vupt.cz