

Půda a voda

Motto: Sucho nastává tam, kde končí půdní život, přičemž čas nutný na obnovu půdy přesahuje délku jedné generace.

Půda je oživený systém, který umožňuje existenci svým organismům díky určitému malému podílu organické hmoty, jenž obvykle nepřesahuje pět procent. Kvalita života v půdě a kvalita organické hmoty jsou spojitými nádobami. Části rostlin odebírané se sklizní úrody a živiny v nich obsažené je zapotřebí čas od času do půdy vrátit, jedinečné postavení v tomto směru má právě kompost vzhledem k tomu, že už jednou rostlinou byl ...



Obr. 1 – Mrtvá půda versus živá půda

Foto archiv BFA

Vzhledem k výzvám, před kterými současná společnost stojí – nedostatek kvalitní půdy, nedostatečné vsakování a zadržování vody v půdě, postupné vyčerpání přírodních zdrojů a nutnost jejich obnovy, nabízí technologie kompostování jedinečnou možnost přírodě blízkého způsobu recyklace živin a organické hmoty.

Aktuální výzvy a problémy

Agentura ZERA, z. s., se dlouhodobě profiluje v oblasti kompostování a nových technologií pro podporu recyklace surovin, návrat živin do půdy a soustavné zlepšování kvality půdy. ZERA spolupracuje s mnoha prestižními národními i zahraničními pracovišti a v tomto článku předkládá aktuální poznatky týkající se inovací technologií kompostování jako výsledky mezinárodního projektu INTEKO řešeného ve spolupráci se zahraničním partnerem. Právě jejich know-how týkající se moderní technologie pro hodnocení zralosti, bezpečnosti a kvality kompostu přinesla ZERA do ČR. Díky projektu INTEKO se může zemědělská praxe spolehnout na kvalitu kompostu jako nezpochybnitelného kvalitního hnojiva, které lze navíc využít v ochranných pásmech vod. Spolupracovník a expert Ing. Jaroslav Záhora,

z Mendelovy univerzity v Brně považuje kompost za hlavní stabilizátor trvalého humusu v půdě a za významného přispěvatele ke zlepšování půdní kvality díky prokázanému obsahu důležitých živin či jejich optimálního vzájemného poměru.

Právní úprava kompostování

Legislativní podmínky v současné době nestanovují zcela jasná pravidla charakterizující proces kompostování, proto v praxi často dochází k nesrovnalostem na straně uživatelů kompostu (zemědělců) a producentů kompostu (kompostáren). Protože je kompostování především biologický proces, byly projektem ověřeny další parametry jak procesu kompostování, tak výsledného kompostu, které by jednoznačně praxi pomohly deklarovat kvalitu výsledného produktu.

Současná legislativa v České republice nezná procesní rozlišení kompostování jako biologického procesu, při kterém vzniká kompost – organické hnojivo (legislativa hnojiv), ale jako základ zavedla definici o nakládání s biologicky rozložitelnými odpady (legislativa odpadů). Kompostárna je v ČR chápána vždy jako zařízení pro nakládání s odpady (mimo

komunitní kompostárny). Ale v podstatě jde jen o slovní klasifikaci využitelných zdrojů.

■ Zákon č. 61/2017 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech), kterým se mění zákon č. 156/1998 Sb.

– Vyhláška č. 237/2017 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, kterou se mění vyhláška č. 474/2000 Sb.

– Československá státní norma č. 46 5735 Průmyslové komposty

■ Zákon č. 184/2001, o odpadech

– vyhláška č. 341/2008, o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, – stabilizovaný výstup, – odpad, který projde kompostovacím procesem se stává materiálem, který je možno registrovat.

Podle stávající legislativy jsou hodnoceny parametry podle vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, a v případě, že je kompost využíván na zemědělskou půdu, musí splňovat limitní hodnoty rizikových prvků a látek skupiny 1, (tabulky 1–3).

Tab. 1 – Taxativní přehled současných a projektem doporučených kvalitativních znaků kompostu

Kritéria jakosti	Parametr	Jednotka
Základní vlastnosti	organická hmota	% v suš.
	C : N	
	vlhkost	%
Živiny	pH	
	dusík (N) celkový	% v suš.
	NH ₄ -N, NO ₃ -N	% v suš.
	fosfor (P) celkový	% v suš.
	draslík (K) celkový	% v suš.
	hořčík (Mg) celkový	% v suš.
Biologické parametry	aerobní biologická stabilita	

Tab. 2 – Kritéria kvality pro účinnost hygienizace technologie

Kritéria jakosti	Parametr	Mezní hodnoty / odkazy
Hygienická kritéria	Salmonella spp.	vyhláška č. 341/2008, tab. 4 a 5
	termotolerantní koliformní bakterie	
	enterokoky	
Nežádoucí vlastnosti	semena plevelů	dvě semena na litr
	nerozložitelné příměsi	max. 2 %

Tab. 3 – Limitní koncentrace vybraných rizikových prvků a látek

Sledovaný ukazatel	Jednotka	Skupina 1. (zákon o hnojivech č. 156/1998 Sb.)*	Skupina 2. (výstupy ze zařízení)			Skupina 3. (stabilizovaný biologicky rozložitelný odpad)
			třída I.	třída II.	třída III.	
As	mg/kg sušiny	20	10	20	30	40
Cd	mg/kg sušiny	2	2	3	4	5
Cr	mg/kg sušiny	100	100	250	300	600
Cu	mg/kg sušiny	150	170	400	500	600
Hg	mg/kg sušiny	1	1	1	2	5
Ni	mg/kg sušiny	50	65	100	120	150
Pb	mg/kg sušiny	100	200	300	400	500
Zn	mg/kg sušiny	600	600	1 200	1 500	1 800
Mo	mg/kg sušiny	20	–	–	–	–
PCB	mg/kg sušiny	–	0,02	0,2	–	podle způsobu využití
PAU	mg/kg sušiny	–	3	6	–	podle způsobu využití
Nerazložitelné příměsi >2 mm	max. % hmoty	2	2	2	–	–
AT4	mg O ₂ /g sušiny	–	–	–	–	<10

*Parametry stanovené ve vyhlášce Ministerstva zemědělství č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva

Kompost bezpečné hnojivo

Právě právní nejednoznačnost a z ní vyplývající nejistota budí u zemědělců obavy o bezpečnost používání kompostu při aplikaci na pole. Na tyto problémy reaguje projekt INTEKO výše uvedenou moderní technologií ověřenou kvalitou a rozšířením parametrů hodnocení kvality o obsah NH₄-N, NO₃-N, index zralosti a klíčivost semen plevelů (v tabulkách je vyznačeno modře). Pomocí stanovení těchto parametrů lze ověřit

správnost kompostovacího procesu, a to včetně hygienizace.

ZERA aktivně usiluje o právní oporu a povinnost ověření kvality, která zemědělcům využívání kompostu usnadní, což může vést k rozšíření využití přírodního zdroje – kompostu – místo minerálních hnojiv se všemi důsledky. Kompost přináší živiny do půdy v harmonické skladbě živin a mikroprvků a je rovněž přirozeným způsobem, jak recyklovat živiny. Dlouhodobá udržitelnost zemědělské produkce

musí být postavena na oběhu živin a jejich recyklaci, zprávy o zničení životního prostředí a ekosystémů lidskou činností jasně hovoří o nutnosti změn přístupů, zamezení plýtvání a maximální recyklaci biologických zdrojů. Kompostování je jednoduchý způsob, jak toho dosáhnout. Evropská unie v minulém roce aktualizovala strategii bioekonomiky, která se také na úrovni České republiky intenzivně připravuje. Recyklace a využívání biologických zdrojů, podpora zemědělské činnosti, dlouhodobě udržitelný rozvoj venkovských sídel a podpora místního hospodářství jsou základními pilíři Evropské strategie. Podpora kompostáren a produkce kompostu je příkladem systému, který všechny tyto cíle naplňuje.

Projekt INTEKO začal v roce 2016 s dílčími cíli

■ Vývoj inovativních technologií pro kompostování a kontrola kvality kompostu za pomoci nákladově příznivé metody infračervené spektrometrie NIRS.

■ Recyklace celosvětově nedostatkového zdroje fosforu za pomoci vývoje nové biologické techniky vedoucí ke zlepšení účinnosti (druhotně bohaté fosforečné suroviny – zdrojem čistírenské kaly).

(Pokračování na str. 28)

Tab. 4 – Výsledky praktických testů jednotlivých technologií kompostování

Technologie	Č. zakládky	Vlhkost (%)	Elektrická vodivost (mS/cm)	Zasolenost (g/l)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N CaCl ₂ extrakt (mg/kg v suš.)	NO ₃ -N CaCl ₂ extrakt (mg/kg suš.)	C/N _{org} ve vodním extraktu	Přečítaný bod zralosti
Překopávka	1.2017.P.1	37,76	1,27	5,77	8,63	8,9	465	8,33	9
	9.2018.P.1	41,9	1,29	5,66	8,92	27,6	188	7,88	8
	2.2017.P.5	38,49	1,42	6,25	8,76	15,1	511	7,99	7,75
	6.2017.P.4	44,72	0,8	3,72	8,66	3,9	0	16	6
	15.2017.P.2	42,45	1,3	5,26	8,98	3,2	327	9,27	8
	10.2017.P.1	45,03	0,51	1,63	8,47	54	0	11,01	5,5
	30.2017.P.1	42,04	1,63	6,98	8,38	6,1	1039	8,84	7
	14.2018.P.2	45,2	1,13	4,00	8,89	17,1	226	9,13	7
Ventilátory	33.2017.P.1	41,9	1,29	5,66	8,92	27,6	188	7,88	8
	3.2017.V.1	28,52	1,41	5,67	8,41	153	444,99	8,29	8
	4.2017.V.5	31,71	1,12	4,02	8,43	12,22	298,38	9,16	8
Vaky	5.2017.V.4	56,53	0,5	2,01	8,71	0	0	17,3	6
	23.2018.Va.1	75,31	0,82	3,90	8,62	0	0	17	7
	24.2018.Va.1	39,09	0,4	1,64	7,84	0	304,18	12	8
Fermentor	7.2018.E.2	48,33	1,05	4,12	8,29	4,7	890	8,76	7
	23.2017.Ve.1	40,99	1,23	4,44	7,54	0	853	9,62	7
Vermikompostování	24.2017.Ve.1	67,71	0,74	3,33	8,55	0	471	13,53	7
	28.2017.Ve.1	56,39	0,34	1,66	8,10	0	79,6	11,33	8

(Pokračování ze str. 27)

■ Vývoj nákladově výhodné metody k měření množství dusičnanů vyplavovaných z půd do podzemních vod (v delším časovém období pomocí technologie iontoměničových destiček); tato technologie umožňuje monitorovat efektivnější využití sítě živin obsažených v půdě, což se pozitivně projevuje v tvorbě hodnoty produkce a na životním prostředí.

Projekt umožnil otestovat vybrané technologie nejčastěji zastoupené v ČR podle nové metodiky vytvořené projektovým týmem, výsledky shrnuje následující tabulka.

Stabilita kompostu versus zralost kompostu

V současné platné legislativě není zcela jasně stanoven rozdíl mezi zralostí a stabilitou kompostů. Tyto vlastnosti spolu zcela jistě velmi úzce souvisí. Pojem (biologická) stabilita je však v literatuře používán více v souvislosti s potenciální možností materiálu rozkládat se, přeměňovat, případně uvolňovat zápašné látky či skládkový plyn, zatímco zralost je chápána více v souvislosti s možnou fyto toxicitou v případě aplikace nezralých materiálů k rostlinám – definuje ukončení kompostovacího procesu.

Stabilita/stabilizace: Týká se konečné fáze rozkladu organické hmoty během procesu kompostování. Stabilita je měřena pomocí indikátorů zbytkové biologické aktivity, například pomocí

Tab. 5 – Osmibodová škála metody NIRS pro hodnocení kvality kompostu

Označení zralosti NIRS	Popis	Hodnocení kompostu
8	neaktivní, vysoce zralý, podobný půdě, žádné omezení k použití	zralý
7	dobře zralý, stabilní	stabilní
6	snížená potřeba areace	
5	kompost se pohybuje za aktivní fázi rozkladu, je připraven k dozrávání, snížená potřeba intenzivní manipulace	aktivní
4	kompost je ve středně až středně aktivním stadiu rozkladu, vyžaduje průběžné řízení procesu	
3	aktivní kompost – suroviny v čerstvém stavu, potřeba intenzivního monitoringu	hodně aktivní
2	velmi aktivní čerstvý kompost, vysoké požadavky na kyslík, intenzivní překopávku nebo provzdušňování	syrový kompost
1	čerstvý, surový kompost typický pro čerstvou surovinovou směs, extrémně vysoký stupeň rozkladu, silné emise – je cítit	

agregátů a tím nepřímo i pro regeneraci vodního režimu půd.

Stanovení úrovně zralosti kompostu by mělo být dostatečnou informační hodnotou nejenom pro posouzení kvality kompostu, ale i pro koncového uživatele, a to z pohledu dodržení procesních podmínek kompostování, z hlediska minimalizace ztrát živin v průběhu kompostovacího procesu, ale také eliminace negativních dopadů na životní prostředí, a to jak u kompostárny, tak kompostu. Její stanovení není jednoduché, což ztěžuje spolehlivost a vypovídající schopnost.

Měřenými veličinami jsou charakteristiky, které současně ilustrují intenzitu mikrobiálních aktivit, např. produkce CO₂, produkce amonniového a nitrátového dusíku, spotřeba kyslíku, aktivita vodíkových iontů, změny teploty

úrovně molekulární struktury kompostovaných organických látek a o vlivu konkrétního kompostovacího procesu na studovanou molekulu. Metoda umožní rychle a jednoduše stanovit kvalitu výsledného produktu z hlediska jeho využitelnosti a bezpečnosti pro zvyšování kvality především degradovaných zemědělských půd. Metoda NIRS pracuje s osmibodovou škálou hodnocení kompostu, která je představena v tabulce.

Co ovlivňuje správný proces kompostování?

Vlastní proces kompostování může být díky svému biologickému charakteru variabilní, ale ve své podstatě musí splňovat uvedené kritické body. V rámci projektu je uváděn do praxe proces hodnocení kvality kompostáren

ných látek – intervaly provzdušňování a závlahy – časové dodržení teplotních limitů a vlhkosti 50–60 % – problém praxe – nedostatečná struktura a zajištění vlhkosti po celou dobu 1. fáze.

■ Hygienizace – 1. fáze – intenzivní fáze – kombinace času a teploty (55 °C po dobu min. 21 dnů nebo 65 °C pod dobu min. 5 dnů), obsah vlhkosti (50 až 60 %), opatření proti opětovné kontaminaci – kvalita závlahové vody; teplotní režimy podle platné legislativy ukazuje graf. 1.

Co potřebuje zemědělec vědět o kompostárně?

Stěžejní pro zemědělskou praxi je výsledná kvalita kompostu a jeho nezávadnost a vstupní suroviny. Tedy, zda součástí vsázky byly kaly, digestát, biouhel nebo popeloviny. Skladbou vstupních surovin je determinováno užití, ačkoli legislativní výklad je v tomto nejednoznačný. Právě proto je důležitá spolehlivá metoda hodnocení kvality kompostu.

Pro podporu správného vedení procesu kompostování projektový tým vytvořil směrnice Manuál kvality pro ověření kvality procesu a kompostu, tedy jednoznačná pravidla vycházející z principů biologického procesu jako takového. Projekt ověřil v praxi, že nastavení tak zvaných kritických bodů procesu kompostování, které vychází z biologických principů, pomůže provozovatelům kompostáren optimalizovat proces a dosáhnout kvalitního a stabilního produktu. Metodiku mohou využít také kontrolní orgány – ÚKZÚZ, ČIŽP.

Realizační tým vytvořil také praktické metodiky, které mohou být využity v běžné praxi nebo k řešení problematiky silně degradovaných půd, protierozní ochrany půdy, půd se zvýšenou ochranou podzemních vod.

V souladu s dlouhodobým záměrem ZERA, z. s., budou vytvořené metodiky dále testovány a ověřovány u dalších provozovatelů kompostáren a zemědělské veřejnosti. Pro podporu využívání kompostu jako bezpečného přírodního hnojiva a minimalizace rizika pro zemědělskou praxi vyplývajícího z nekvalitního kompostu ZERA, z. s., usiluje o certifikaci kompostáren, což je běžnou praxí v jiných zemích EU.

Kompostování zlepšuje kvalitu půdy

Oživení suchem ohrožených půd pomocí kompostu

(Zpracoval autorský tým: Ing. Jaroslav Záhora, CSc., Ing. Ivan Tůma, Ph.D., Ing. Jana Vavříková, Ing. Michaela Stroblová, Ph.D., Ing. Hana Šáblíková, Mendelova univerzita v Brně)

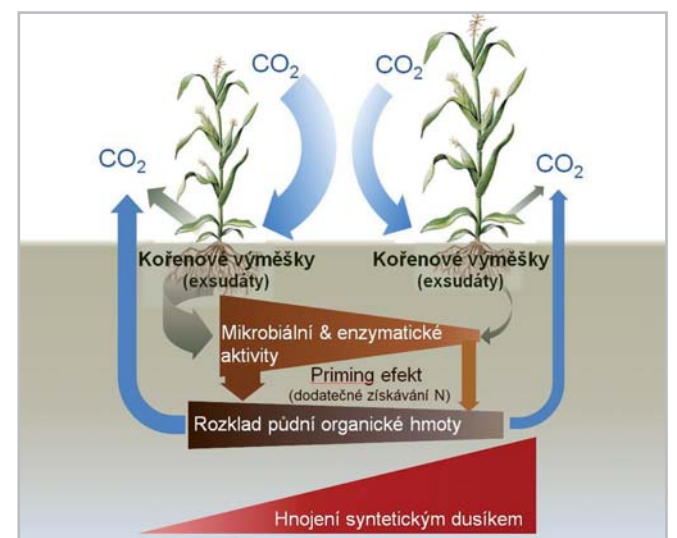
Orná půda se v naší krajině v posledních desetiletích změnila. Zdánlivě zanedbatelné. Něco málo se z ní ztratilo. Nepatrný podíl, nějaká dvě nebo tři procenta odpovídající úbytku organické hmoty, který jsme v posledních desetiletích prohodili. Ale co to je z hlediska půdy jako celku? Dohromady nic. A navíc, stalo se to ve jménu ekonomiky a konkurenceschopnosti našeho zemědělství. A to se přece dá oželeť! Tak jsme trochu přeskládali výkupní ceny plodin, zjednodušili oševní postupy, vyřadili pícniny, silně zredukovali okopaniny, vynechali pár fůr hnoje a úrodnost půdy dohnouli syntetickým dusíkatým hnojivem (viz graf). A v naší krajině

s problematickými vlastnickými vztahy k půdě to šlo. Ba dokonce se ukázalo, že s tím avizovaným nedostatkem fosforu a draslíku to asi nebude tak zlé, jak varovaly zkušební zemědělské laboratoře. Zredukovali jsme hnojení fosforem na jednu čtvrtinu, draslíkem ještě více (viz obrázek). Nově získávané zkušenosti a praktiky zemědělců navíc potvrzovaly, že se dá velmi úspěšně hospodařit i bez doplňování organické hmoty do půdy. V článkách „zlobivých novinářů“ – ne odborníků – se začalo objevovat přirovnání pěstování plodin u nás k hydroponii. Jistě neprávem, protože dodávání minerálních živin se od roku 1990 do roku 2018 u fosforu a draslíku významně snížilo, zvýšilo se jenom u dusíku (o 31 % – viz graf).

Agentury začínaly vypisovat projekty na řešení neduhů nového zemědělství; tu na boj s větrnou a s vodní erozí, tu na boj se

o 49 %, řepky o 21 % a obilovin o 3 %. U výnosů obilovin se nárůst hektarové produkce tak neprojevil, protože se do něj v posledních letech začalo nepříznivě promítat dlouhotrvající sucho. A sucho začíná vadit všem.

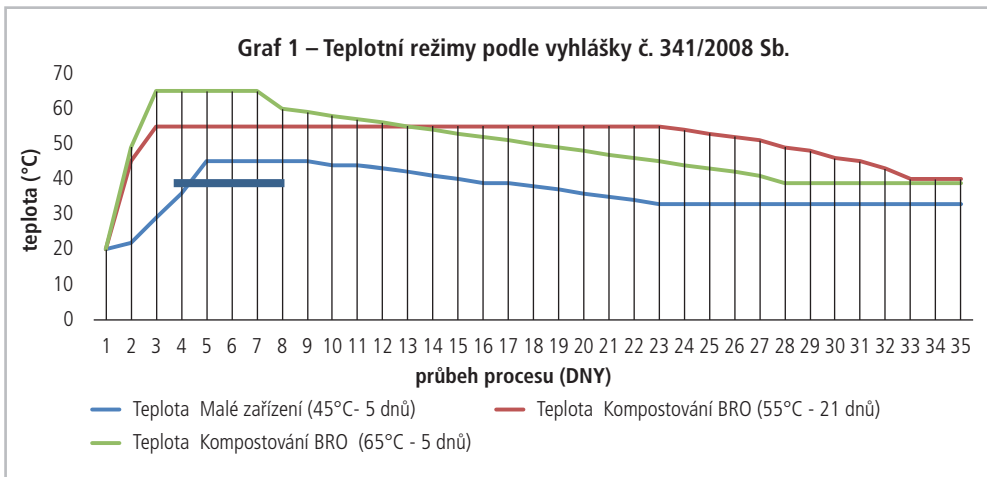
Velký relativní nárůst výměr pro řepku téměř o 300 % je daný malým počátečním podílem jejího pěstování v roce 1990, na ploše 105 tis. ha (3 % z tehdejší celkové výměry osevních ploch. V roce 2018 vzrostla rozloha pěstované řepky na 412 tis. ha, což činí 17 % z celkové současné výměry. Porovnávání rozlohy řepky jenom dokresluje, že ekonomika byla a je hlavním hybatelem našeho zemědělství. Je ale na pováženu, že existují i „vyšší“ zájmy, které nechrání zemědělskou půdu pro popisované ekonomicky zajímavé zemědělské aktivity a že tyto zájmy dovoří snížit výměru osevních ploch za 28 roků o jednu čtvrtinu (ob-



Obr. 3 – Změny interakcí mezi rostlinami, mikroorganismy a půdou při zvyšujícím se přísunu dusíku ve formě syntetického dusíkatého hnojiva (vysvětlení v textu). Šířka šipek odpovídá intenzitě procesů
Upraveno podle Kumar et al. (2016)

zhuštění půdy, na snížení průsaků dusičnanů do zdrojů pitných vod, na snížení obsahů pesticidů v potravinách a v pitné vodě, na adaptaci rostlin na stres na úrovni molekulární biologie, nakonec i na zvýšení obsahu organické hmoty v půdě. Začalo být zjevné, že se stalo něco vážného a že to všechno spolu nějak souvisí. Že stojíme před

rázek). A hlavně, že se tak stalo především ve prospěch staveb rozlehlých přizemních objektů rozehřívajících krajinu! Rychlost záboru zemědělské půdy je největší v historii. Jen pro ilustraci, za posledních 18 let se zemědělská plocha zmenšila více, než o kolik se zmenšila za předcházejících 54 roků (Kadlík 2019).



NIRS, Solvita indexu, Oxitopu (spotřeba kyslíku), poměr C : N ve vodním výluhu), rostlinných testů. Materiál, který není stabilní, ale stále se rozkládá, má dostatek snadno dostupných uhlíkatých látek, tím podporuje mikrobiální aktivitu a dává vzniknout nepříjemným zápachům. Je problematický pro koncového uživatele, protože na sebe váže živiny a cílová rostlina chradne.

Zralost kompostu je přímo úměrná dosažené úrovni stability organických látek během kompostování. Měla by odrážet ukončení hlavních mikrobiálních metabolických přeměn atraktivnějších organických látek v kompostu. Je určující charakteristikou kvality kompostu, která je důležitá pro prospěšný vliv kompostu na kvalitu půdy a jeho cílené využití. Zralost kompostu zaručuje, či kontroluje postupné uvolňování živin, které jsou v kompostu obsaženy v optimálním stechiometrickém poměru, neboť vstupní materiály do kompostové zakládky byly původně rostlinami. Ideální vzájemný poměr živin vázaných na stabilizované organické látky činí z kompostu nejvyhledávanější organické půdní aditivum s největším potenciálem pro regeneraci humusu, stability půdních

a různé indexy, které kombinují jednotlivé měřené veličiny. Ani na jedné z metod nepanuje všeobecná mezinárodní shoda. I to bylo důvodem realizace projektu a zavedení jednoduché a rychlé metody NIRS.

Nová metoda hodnocení kvality kompostu

Projekt INTEKO umožnil transfer know-how metody blízké infračervené spektroskopie (NIRS) v rámci příhraniční spolupráce s Bioforskung Austria a vybavení vlastní laboratoře společnosti ZERA. Tímto se ZERA stala jediným pracovištěm v ČR, kde je možné jednoduchou nedestruktivní analytickou metodou získat informaci až na

(certifikace), kde jsou tyto podmínky základním parametrem pro udělení tzv. pečete kvality.

■ Typ a množství surovin – podle chemických, fyzikálních a biologických vlastností, frekvence, četnosti a množství návozu, podle uvedených vlastností stanovit metodiku řízení a monitoringu procesu kompostování – vlhkost, celkový dusík, obsah organických látek.

■ Skladování, předúprava – drcení, míchání, úprava vlhkosti, struktura, poměr C : N (30 až 35 : 1), vlhkost (50–60 %), struktura (30–40 %).

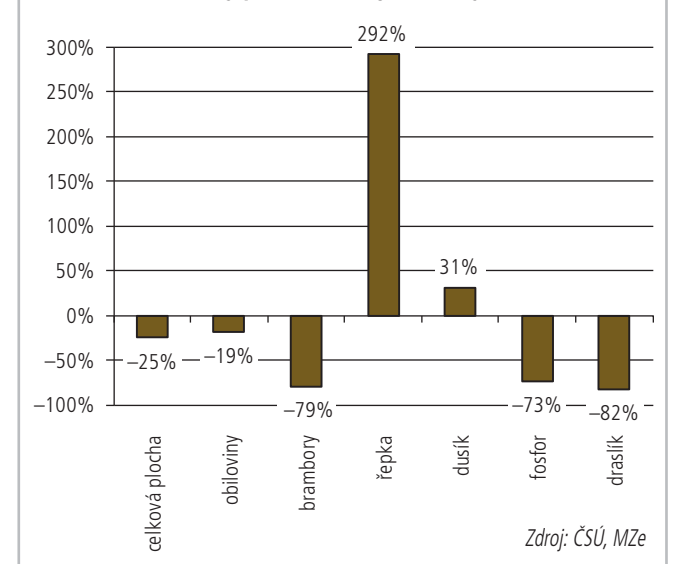
■ Řízení zakládek – 1. fáze – intenzivní fáze – zajištění optimálních podmínek rozkladu za produkce minimálních zápaš-



Obr. 2 – Kompostárna

Foto archiv ZERA

Graf 2 – Relativní porovnání změn výměr osevních ploch a dávek čistých minerálních živin od roku 1990 do roku 2018 (hodnoty pro rok 1990 jsou brány za 100 %).



Zdroj: ČSÚ, MZe

něčím, čemu dosud nerozumíme, před něčím, co selhává uvnitř systému rostlina, mikroorganismy a půda.

Ke smůle většinového obyvatelstva mají zastánci popisovaných zemědělských praktik srozumitelné trumfy pevně ve svých rukou. Jsou jimi stále se zvyšující syntetickým dusíkatým hnojivem (viz graf). A v naší krajině

Vzhledem ke změnám, ke kterým došlo v uplynulých desetiletích v našem zemědělství, je na místě popsat dopady aplikace dusíku v čisté minerální podobě na půdu. Dusíkaté hnojení doslova žene rostliny do 10–20% nárůstu nadzemní biomasy (modelová rostlina v pravé části obrázku).

(Pokračování na str. 29)

(Pokračování ze str. 28)

Není-li dusíkaté hnojivo dodáno (rostlina v levé části), jsou plynné dodávky dusíkatých látek pro rostliny zajišťovány mikrobiálními aktivitami, které si rostliny zajišťují stimulací půdních mikrobů. Na tento obchod v půdě spotřebují rostliny přibližně jednu třetinu svých fotosyntetických produktů ve formě kořenových výměšků, což se samozřejmě projeví v redukci růstu nadzemní biomasy. Tím jsou pokryty nároky půdních mikroorganismů na vlastní reprodukci, pomnožení a na zvýšení mikrobiálních aktivit včetně rozkladu a mineralizace organických forem dusíku v půdě. Prostředí v okolí kořenů se stává dostatkem zdrojů uhlíkatých látek a energie natolik výjimečným, že aktivuje volně žijící bakterie, fixátory dusíku k získávání dusíku přímo ze vzduchu. Děje se tak stejnými reakcemi, které umějí mnohem účinněji využívat bobovité rostliny (např. hrách) k zisku dusíku ve spolupráci se symbiotickými bakteriálními fixátory dusíku chovanými ale v případě bobovitých v jakýchkoli hlízkách, drobných náorech na jejich vlastních kořenech.

V některých případech dochází dokonce k takovému povzbuzení mikroorganismů, že je částečně rozkládána i stabilnější půdní organická hmota, hovoříme o priming efektu. Ve výsledku ale dochází k reprodukci půdní organické hmoty a ke zvětšení jejího celkového množství. Půda je nasycena energií a půdními organickými látkami na dobu, než se do stejného míst v půdě dostanou další rostlinné kořeny.

Kdysi v minulosti při prvním hnojení syntetickými dusíkatými hnojivy jsme vnikli nad rekordními výnosy začali nevědomky přehlížet důležitost biologické podstaty půdní úrodnosti. Přírodní úrodnost půdy sice nebyla a není schopna zajistit srovnatelné výnosy s těmi, které jsou dosahovány dusíkatým hnojením, je ale schopna zajistit život v půdě a její drobtovitou strukturu. Živá půda pak není bariérou pro srážkovou vodu, nýbrž brárou pro zatékání srážek do hloubky půdy. Povrchový odtok srážkové vody se rychle mění na zasakování vody do půdy.

Namísto je se ptát, proč trvalo více než šedesát let, než jsme si všimli souvislosti mezi hnojením syntetickými dusíkatými hnojivy, ztrátou půdního oživení a degradací půdní struktury. Proč tedy?

1. Úrodná a pečlivě obhospodařovaná půda se vyznačuje velkou setrvačností a odolností vůči vnějším změnám. Trvá dlouho, než dojde po změně agrotechniky k viditelným změnám, a trvá srovnatelně dlouho, než se kvalita a zdraví půdy obnoví. Tato doba se počítá od jednoho až do několika desetiletí podle kvality půdních organických látek, podle stability půdních agregátů a podle vzájemného poměru frakcí jíl, prachu a písku.

2. V počátcích dodávání syntetického dusíku byly ještě dlouho respektovány tradiční osevní postupy a hnojení statkovými hnojivy, kterými byla dodávána organická hmota z vnějších zdrojů a doplňovány živiny odebrané úrodou. Tím byla udržována kvalita a množství organické půdní hmoty. Také byl ale maskován degradující účinek syntetického dusíkatého hnojení na půdu. V půdě se stále ještě udržo-

valy funkční formy organické hmoty umožňující život půdních organismů a zejména mikroorganismů.

3. Akcelerace nepříznivých jevů nastala během posledních tří desetiletí. Spolupráce s půdními mikroorganismy ztratila na významu. Rostliny „ušetřily“ více energie a uhlíkatých látek pro investice do nadzemního růstu, což se ve výsledku projevilo vyšším výnosem, ale také „vyhladověním“ půdy, ztrátou oživení půdy, rozpadem půdních agregátů a návratem půdy k její minerální podstatě.

4. Došlo ke snížení „průtoku“ uhlíkatých látek systémem: rostlina – mikroorganismy – půda (viz modelová rostlina v pravé části obrázku 3). Vnitřní energie půdy byla vyčerpána.

5. Úbytek kvalitní organické hmoty v půdě snížil schopnost půdy tlumit výkyvy pH. Vyšší dávky syntetických dusíkatých hnojiv rychleji okyselovaly ornici. Výslednicí obou jevů byla častější nutnost vápnit dolomitickým vápencem. Vápník a hořčík upravují pH bez omezení dusíkatého hnojení jen nakrátko. Současně se ale oba prvky vyzpovídou nitratů, které nebyly využity rostlinami, dostaly pod úroveň ornice, kde se podílejí na cementaci, na zhutnění podorniči.

6. Aniž by to bylo cílem konvenčního zemědělství, podařilo se prokázat, že produkce pěstovaných plodin není závislá na obsahu organické hmoty v půdě, nýbrž na nabídce živin v půdním roztoku. Zde je namístě opatrnost před propagací takových forem moderního zemědělství, které jsou založeny pouze na vizuálním posuzování pěstovaných plodin.

7. Dlouhodobým inženýrským, nikoliv biologickým přístupem k orné půdě, konkrétně přeceňováním živinových nároků rostlin, jsme naši půdu dostali do situace, kdy ji již není možno jednoduše zregenerovat aplikacemi statkových hnojiv, kejdy, digestátu, ba dokonce ani přidávkem nejdokonalejším z organických hnojiv, kompostu.

8. Chybí drobtovitá struktura půdy. Kromě nepatrného množství nekvalitní půdní organické hmoty máme nyní co do činění s minerální podstatou půdy, kterou lze připodobnit k množině navzájem málo, nebo vůbec nepropojených částíček jílu, prachu a písku. Navíc se část nejmenších jílovitých a prachových částic z ornice dostala do svrchní části podorniči.

9. Bylo by naivní domnívat se, že zaoráním organického hnojiva, např. chlévského hnoje, do takto degradované půdy nastane její rychlá regenerace. V takové půdě dojde zaoráním hnoje k dodání materiálu podléhajícímu rychlé mineralizaci, a tím i k dodání živin pro aktuálně pěstovanou plodinu. Zkusme si to představit. Například, že se do nějakého místa v degradované půdě dostane polorozložené stéblo slámy se zbytky exkrementů.

K čemu dojde? U takto nestabilního organického materiálu nastane rychlá mineralizace organických forem živin, např. dusíku, na formy minerální. Potud je to úspěšné jako náhrada části dodávaných živin v minerálních formách. K přeměně chlévského hnoje do kvalitní a funkční organické hmoty dojde ale stejně úspěšně, jako kdybychom aplikovali hnůj do vytěžené hlusiny povrchového lomu.

Riziko sucha dostalo naše zemědělství do stavu, kdy zvětšení dávek syntetických dusíkatých hnojiv nejenže nezvětší výnos, nýbrž ještě více urychlí stresovou odpověď pěstovaných plodin. Je nejvyšší čas pobavit se vážně o možnostech efektivní regenerace půdy v období zvýšeného výskytu suchých období. Jisté je, že regenerace půdy nebude proces krátkodobý, a jisté také je, že se bude odehrávat ve složitějších klimatických podmínkách, než jaké u nás panovaly v minulosti. Není přitom nutné vymýšlet něco nového, něco specifického pro Českou republiku. Vynecháme-li regeneraci půdy časově omezeným převedením orné půdy na luční ekosystém, což je jistě také možné, ale pro většinu zemědělců ekonomicky nereálné, potom se příklady z celého světa shodují na několika základních zásadách, jak obnovit půdní život a vodní režim v půdě: (a) neorat, (b) udržovat vegetaci na orné půdě celý rok, (c) cílovou plodinu střídát s druhově bohatou mezplodinou směskou, (d) nadzemní biomasu mezplodin a posklizňové zbytky ponechávat na poli, (e) dodávání dusíku do půdy zajistit jenom přes bobovité rostliny, (f) chybějící živiny dodávat povrchovou aplikací kompostu do mezplodin.

Na první pohled podivná zásada „(a) neorat“ není určena jen primárně snahou ochránit žízy, ale také snahou umožnit regeneraci saprofytických a mykorhizních půdních hub, upravit poměr



Obr. 4 – Rozmetání kompostu do mezplodiny směsky
Foto T. Preuner, Bioenergie Preuner

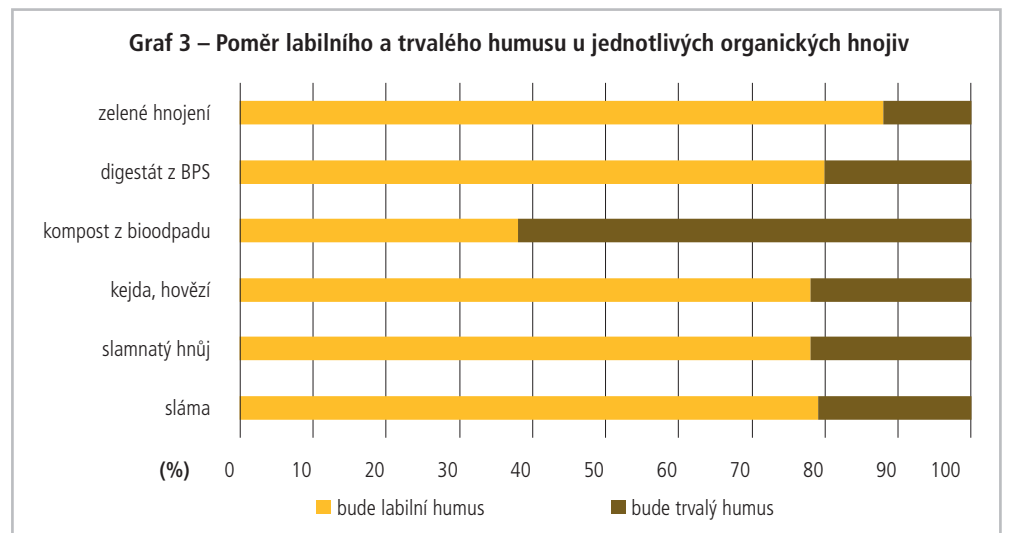
gram pozitivních a gram negativních bakterií, zvýšit množství aktinomyce, umožnit regeneraci mikroskopických a makroskopických půdních organismů a kontinuitu velkých půdních žilných chodbiček svádějících dešťovou vodu hluboko do půdy. Důležitostí obnovy četnosti houbových vláken tkví v tom, že drží pohromadě nově vznikající půdní agregáty produkci glomalinu, látky bílkovinné povahy, která v půdě působí jako jakási půdní lepidlo slepující půdní částice do větších agregátů, čímž se zlepšuje struktura půdy, vodní i vzdušný režim půdy. Stejný lepivý účinek pro vznik půdních agregátů mají i obnovované mikrobiální biofilmy. Při orbě je naopak nutno počítat se ztrátou vody odpovídající srážkovému ekvivalentu asi 12 až 20 mm, což je významné zejména v období sucha.

Druhá zásada „(b) udržovat vegetaci na orné půdě celý rok“ zajišťuje maximální možné využití sluneční energie k produkci nadzemní a podzemní biomasy a k produkci kořenových výměšků (exsudátů) pro podporu půdních mikroorganismů (obr. 3 – levá rostlina).

Zásada „(c) cílovou plodinu střídát s druhově bohatou mezplodinou směskou“ směřuje k co nejbohatšímu obsazení kořenové zóny vzájemně se podpo-

Tab. 6 – Kompost a zelené hnojení

Dodaná organická hnojiva	Labilní humus – C (kg/ha)	Trvalý humus (kg/ha)
Sláma	4 t/ha	1 249
Slamnatý hnůj	10 t/ha	1 170
Kejda, hovězí	30 m ³ /ha	915
Kompost z bioodpadu	10 t/ha	552
Digestát z BPS	30 m ³ /ha	672
Zelené hnojení	25 t/ha	1 008



rujícími mezplodinami, jejichž počet by měl přesahovat i deset druhů. Obsaženy jsou bobovité rostliny, které zajišťují přísun organicky vázaného N do půdy ve spolupráci s bakteriemi fixujícími vzdušný dusík, širokolisté byliny pojišťující osud dostupných živin v půdě a dodavatelé energie do půdy – kulturní nebo plané trávy. Měly by být obsaženy jak druhy preferující suchu, tak i opačný extrém, aby byl zajištěn pokryv půdy. Sestavení mezplodiny směsky rozhodnu-

a obnovením žilných chodbiček umožňují zasakování dešťové vody do hloubky půdy.

„Dodávání dusíku do půdy zajistit jenom přes bobovité rostliny (e)“ bylo již dostatečně vysvětleno a zdůvodněno v předcházející části pojednání věnované detailnímu rozboru škodlivosti aplikace dusíku ve formě syntetických dusíkatých hnojiv (obr. 3).

Konečně poslední zásadou „(f) chybějící živiny dodávat povrchovou aplikací kompostu do mezplodin“ se obloukem vrátíme k hlavnímu tématu příspěvku – k oživení suchem ohrožených půd pomocí kompostu. Kompost je považován za směs stabilizovaných organických látek rostlinného a živočišného původu, které prošly řízenými biologickými přeměnami. Má hnojivý účinek. Publikované studie opakovaně dokazují, že kompost napomáhá úrodnosti půdy více než jiná organická hnojiva, že má ze všech používaných organických hnojiv nejvyšší potenciál pro zvětšení obsahu humusu. Nelze jej sice srovnávat s potenciálem vnosu organických látek do půdy kořenovými výměškami mezplodin, nicméně v navrhovaném souboru zásad pro efektivní regeneraci půdy v období zvýšeného výskytu suchých období má kompost ještě jednu významnou výhodu. Díky stabilizaci přítomných organických látek je lze aplikovat povrchově do mezplodin, a tím vyrovnat úbytek živin odebraných se sklizní úrody při současném respektování zásady vnechání orby (obr. 4). Zohledněním této zásady moderního zemědělství je možné vrátit zájem zemědělců u nás o kompost, o nejdokonalejší formu stabilizované organické hmoty.

Rozdíl mezi účinky organických hnojiv a kompostu

Záměrem projektu bylo sledovat kvalitu půdy a efekt organických hnojiv včetně kompostu. Pro zemědělskou praxi je přínosem informace o potenciálu jednotlivých zdrojů organické hmoty na tvorbu trvalého kompostu, a tím na vytvoření základního předpokladu pro vytvoření podmínek zadržování vody v půdě.

Z grafu 3 vyplývá, že každý typ organického hnojiva má své opodstatnění v systémech základní agrotechniky, především ve funkci výživy rostlin a vlivu na úrodnost půdy. Projekt ověřil, že kompost má mimořádnou pozici

v rámci nabídky zdrojů organických hnojiv vzhledem k obsahu stabilních živin v harmonickém poměru a vzhledem k vlivu na tvorbu stabilního humusu. Pro praxi je výhodné využití kvality, jednotlivých hnojiv a případně jejich kombinací, které posilují synergický efekt – například kompost a zelené hnojení, kompost a mezplodiny (snížení eroze a degradace půdy).

Recyklace fosforu

Zpracoval autorský tým Ing. Hana Šablíková, Ing. Jaroslav Záhora, CSc., Ing. Jana Vavříková, Mendelova univerzita v Brně

Fosfor (P) je základní biogenní prvek, který je nezbytný pro všechny organismy. V půdě je podle různých autorů obsažen průměrně 0,1 % fosforu v minerálních a organických formách. Do půdy se dostává hlavně zvětváváním z matečných hornin. V ekosystému koluje po charakteristických drahách, což je označováno jako koloběh fosforu. Dynamika koloběhu je stabilní v závislosti na návratu fosforu do zásoby prostřednictvím rozkladu a následné mineralizace (přeměna organického fosforu na minerální) rostlinných a živočišných zbytků.

V čem tkví problém hnojení fosforečnými hnojivy, když „pomáhají“ vyrovnávat ztráty fosforu z půdy? Jednak je to ztráta komplexity, hnojení fosforem nenutí rostliny ke spolupráci s mikroorganismy při získávání fosforu z půdy, a to se významně projevuje na snížení kvality půd. Jednak je to kontaminace půd a vody, a to především uranem a těžkými kovy, protože těžba suroviny pro výrobu fosfátů se dostává do větších hloubek a nese se sebou i větší míru kontaminace. Koncentrace uranu původem z fosfátových hnojiv ve zdrojích pitné vody představuje závažný problém v oblastech s intenzivním zemědělstvím, například v Německu a Rakousku. V současnosti jsou hledány optimální způsoby, jak recyklovat fosfor z čistírenských kalů, například jejich přidáváním do zakládky kompostu.

Moderní zemědělství musí v relativně krátké době najít cestu k pokrytí potravinových nároků narůstajícího počtu obyvatel planety s omezenými zdroji fosforu a se snižováním kvality a dostupnosti surovin pro výrobu stále dražších fosforečných hnojiv.

(Pokračování na str. 30)

(Dokočení ze str. 29)

Jisté je, že dosavadní model zemědělství závislého na aplikaci agrochemikálií s vysokými nároky na dodatečné zdroje energie má nejen devastující účinky na životní prostředí, ale zároveň sám sebe diskvalifikuje jako model pro budoucí udržitelné zemědělství.

Musíme se zaměřit na obnovu půdních agregátů, které zlepši mikrobiální kontrolu půdního fosforu. Těsnější spolupráce s půdními mikroorganismy může

„starým“ zdrojům fosforu. Dalším důvodem je solubilizace fosforu (převodění půdního fosforu do přijatelných forem) v půdě acidifikované vysokými vstupy minerálního dusíku.

Moderní zemědělství má za úkol v relativně krátké době najít cestu k pokrytí potravinových nároků narůstajícího počtu obyvatel planety s omezenými zdroji fosforu a se snižováním kvality a dostupnosti surovin pro výrobu stále dražších fosforečných hnojiv. Jisté je, že dosavadní model ze-

Orientační hodnota kompostu

Realizační tým ve spolupráci s ÚKZÚZ připravil orientační kalkulaci nákladové hodnoty živin obsažených v kompostu.

Při modelování nákladů na proces kompostování byly použity ceny na vstupu za jednu tunu bioodpadu v hodnotě 0 Kč nebo jako zjištěný průměr praxe 290–350 Kč/t. Tyto ceny můžeme považovat za nákup externích zdrojů (bioodpadu) nebo jako vnitropodnikovou cenu při zpracování vlastních bioodpadů. Nákladová cena procesu kompostování je cena praxe testovaných kompostáren od 200–1000 Kč/t zpracovaného odpadu. Při těchto kalkulacích a předpokladu produkce kompostu v rozsahu 50 % z množství původní hmoty je nákladová cena za výrobu kompostu v rozsahu 980–2700 Kč. Dá se konstatovat, že kvalitní kompost může pokrýt náklady na jeho výrobu. Cena kompostu na trhu se v ČR pohybuje převážně v rozmezí 250–380 Kč/tunu bez DPH – tedy silně pod jeho skutečnou hodnotu.

Dalším hlediskem v kalkulaci nákladů je aplikace – technika a logistika manipulace s organickým hnojivem a minerálními hnojivy. Projekt uvádí příklad osevního postupu s ozimou pšenicí ve variantách využití kompostu a bez kompostu, který byl ověřen v praxi.

Nákladové parametry aplikace kompostu vychází z údajů, které jsou konkrétní v rámci ověřování praxe v projektu a jsou přehledně uvedeny v tabulce.

Při aplikaci kompostu v dávce 30 t na ha v průměrné kvalitě (N 10 kg/t, CaO 13 kg/t, K₂O 10 kg /t, Mg 3 kg/t, P₂O₅ 5 kg/t) testovaných kompostů se do půdy dostane celkem 300 kg dusíku, 390 kg vápníku, 300 kg draslíku, 90 kg hořčíku a 150 kg fosforu v jedné operaci s tím, že živiny mohou být k dispozici po další tři roky. Tím budou ušetřeny aplikace v dalších letech. Tabulky charakterizují možné modely při řešení systémů základní agrotechniky z pohledu nákladovosti aplikace hnojiv a zajištění zdrojů živin.

Tento příklad může být modelový pro rozvahu, že při systematickém využití kompostu snižuje potřebu pojezdů, a tím provozní náklady.

Mimořádná doporučení pro praxi

Použití kompostu pro suchem ohrožené půdy

V našem zemědělství došlo v uplynulých desetiletích k nepříznivým změnám. Spolupráce s půdními mikroorganismy ztratila na významu. Rostliny „ušet-

Tab. 7 – Orientační kalkulace nákladové hodnoty živin obsažených v kompostu

Ukazatel	Jednotka	Hodnoty ve zkoušených kompostech			Cena živin (Kč/kg)	Cena živin v 1 t kompostu v sušině (Kč/t)		
		min.	max.	průměr		min.	max.	průměr
Vlhkost	%	21	67	56	x	x	x	x
Spalitelné látky	% v sušině	16	54	35	x	x	x	x
Celkový N	g/kg v sušině	2	57	18	22	50	1 251	395
CaO	g/kg v sušině	x	x	x	2	x	x	x
K ₂ O	g/kg v sušině	2	46	19	17	34	772	319
MgO	g/kg v sušině	1	27	9	21	21	564	188
P ₂ O ₅	g/kg v sušině	4	55	14	20	81	111	282
Celkem živin v uvedeném rozsahu		10	185	60		185	2 697	1 184
Cena kompostu jako hnojiva – analýzy testů ÚKZÚZ								
Vlhkost	%	21	77	43	x	x	x	x
Spalitelné látky	% v sušině	17	80	44	x	x	x	x
Celkový N	g/kg v sušině	10	49	19	22	219	1 075	417
CaO	g/kg v sušině	7	42	24	2	14	81	46
K ₂ O	g/kg v sušině	10	45	18	17	168	755	302
MgO	g/kg v sušině	3	15	6	21	63	376	125
P ₂ O ₅	g/kg v sušině	3	27	9	20	60	544	181
Celkem živin v uvedeném rozsahu		32	178	76	x	x	x	x
Cena kompostu jako hnojiva – analýzy testů ZERA								
Náklady (Kč/ t bez DPH)								
Ceny na vstupu (Kč/t bez DPH)	za kompostování vstupních surovin		na výrobu kompostu (produkce 50 %)		Cena živin v sušině kompostu (Kč/t bez DPH)			
	0	200–1 000	980–2 700	185–2 831				
290–350		0–1 400						

Tab. 8 – Cena aplikace kompostu

Dávka kompostu (t/ha)	Četnost aplikace	Cena aplikace (Kč/t kompostu bez DPH)	Cena aplikace (Kč/ha/rok bez DPH)
20–30	každoroční cyklus	50–60	1 000–1 800
45 a 80	2 a 4letý cyklus	50–60	562–2 400

Tab. 9 – Model hnojení ozimé pšenice (potravinářské) bez kompostu

Počet aplikací/ha	Živina podle odběru živin na výnos 6 t/ha (kg/ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	úprava pH (dolomit)				55	35
1	před setím			85		
1	před setím	30	55			
1	regenerační přihnojení	40				
1	produkční hnojení	35				
1	kvalitativní hnojení může být rozděleno na 2x (není započteno)	30				
1	konec sloupkování	12				
Celkem 7		147	55	85	55	35

Tab. 10 – Model hnojení ozimé pšenice (potravinářské) s kompostem

Počet aplikací/ ha	Živina podle odběru živin na výnos 6 t/ha (kg/ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	kompost 30 t/ha	30–70	150	187	252	90
1	produkční hnojení	40				
1	kvalitativní hnojení	35				
1	konec sloupkování	12				
Celkem 4		117–157	150	187	252	90

řily“ více energie a uhlíkatých látek pro investice do nadzemního růstu, což se ve výsledku projevílo vyšším výnosem, ale také „vyhladověním“ půdy, ztrátou oživení půdy, rozpadem půdních agregátů a návratem půdy k její minerální podstatě. Orná půda se stala bariérou pro srážkovou vodu. Dlouhodobým inženýrským, nikoliv biologickým přístupem k orné půdě, konkrétně přečerpáním živinových nároků rostlin, jsme naši půdu dostali do situace, kdy ji již není možno jednoduše zregenerovat aplikacemi běžných organických hnojiv. Příklady z celého světa se shodují na několika málo základních zásadách, jak obnovit půdní život a vodní režim v suchem ohrožené půdě: (a) neorat, (b) udržovat vegetaci na orné půdě celý rok, (c) cílovou plodinu střídát s druhově bohatou meziplodinovou směskou, (d) nadzemní biomasu meziplodin a posklizňové zbytky ponechávat na poli, (e) dodávání dusíku do půdy zajistit jenom přes bobovité rostliny, (f) chybějící živiny dodávat povrchovou aplikací kompostu do meziplodin.

Stále diskutovaný fosfor

V průběhu řešení projektu INTEKO bylo hloubkovými sondami s iontoměniči zjištěno, že zemědělství bez vstupů minerálního dusíku může snížit ztráty fosforu o jednu třetinu. Za takových podmínek bychom mohli být našim zemědělským předkům vděční ještě více; nejen že nahnojením dvojnásobně větších zásob fosforu ve srovnání se

sousedními Polskem a Rakouskem ušetřili naši zemi před větší zátěží radioaktivním uranem, ale také za to, že při přechodu na organické zemědělství by současná zásoba fosforu stačila dokonce na 1030 roků, tedy o 340 roků více. Musíme si nicméně připustit, že oživením půdy a zlepšenou mikrobiální kontrolou zdrojů fosforu uvnitř půd-

Díky projektu INTEKO se může zemědělská praxe spolehnout na kvalitu kompostu jako nezpochybnitelného kvalitního hnojiva, které lze navíc využít v ekologickém zemědělství, ochranných pásmech vod, erozně ohrožených plochách a degradovaných půdách.

Závěr

Kompostování nabízí jedinečnou možnost environmentálního a přírodně blízkého způsobu recyklace živin a organické hmoty pro podporu zadržování vody v půdě, nahrazení postupného vyčerpání přírodních zdrojů fosforu

Recyklace a využívání biologických zdrojů, podpora zemědělské činnosti, dlouhodobě udržitelný rozvoj venkovských sídel a podpora místního hospodářství jsou základními pilíři nové evropské strategie bioekonomiky, která se připravuje také na národní úrovni. Podpora kompostáren a produkce kompostu je příkladem systému, který všechny tyto cíle naplňuje.

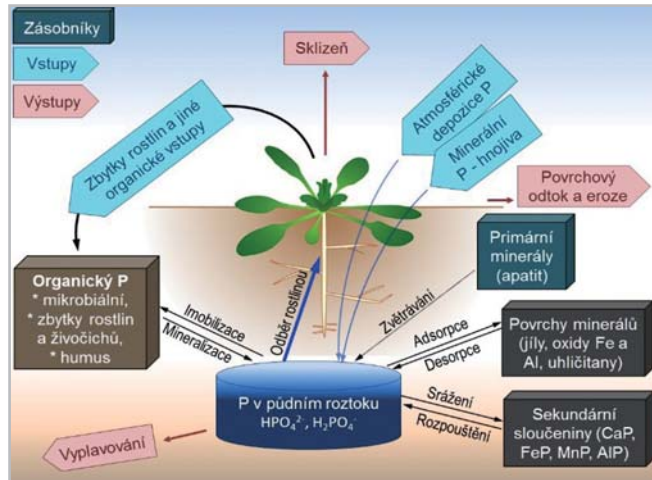
Stěžejní pro zemědělskou praxi je výsledná kvalita kompostu a jeho nezávadnost a vstupní suroviny. Tedy zda součástí vsázky byly kaly, digestát, biouhel nebo popeloviny. Skladbou vstupních surovin je determinováno užítí, ačkoli legislativní výklad je v tomto nejednoznačný. Právě proto je důležitá spolehlivá metoda hodnocení kvality kompostu.

ZERA aktivně usiluje o právní oporu a povinnost ověření kvality, která zemědělcům využívání kompostu usnadní, což může vést k rozšíření využití přírodních zdrojů – kompostu místo minerálních hnojiv se všemi důsledky.

Projekt INTEKO umožnil transfer know-how metody blízké infračervené spektroskopii (NIRS) v rámci příhraniční spolupráce s Bioforschung Austria a vybavení vlastní laboratoře společnosti ZERA. Tímto se ZERA stala jediným pracovištěm v ČR, kde je možné jednoduše a snadno interpretované terénní metody.

Projekt INTEKO umožnil transfer know-how metody blízké infračervené spektroskopii (NIRS) v rámci příhraniční spolupráce s Bioforschung Austria a vybavení vlastní laboratoře společnosti ZERA. Tímto se ZERA stala jediným pracovištěm v ČR, kde je možné jednoduše a snadno interpretované terénní metody získat informaci až na úrovni molekulové struktury kompostovaných organických látek a o vlivu konkrétního kompostovacího procesu na studované molekuly.

ZERA, z. s., a MENDEL
www.zeraagency.eu



Obr. 5 – Ve většině půdních ekosystémů dochází k větším či menším ztrátám fosforu. V systémech s otevřeným koloběhem fosforu, mezi které patří agroekosystémy, dochází k pravidelným ztrátám fosforu sklizní plodin. Tento úbytek fosforu pak musí být nahrazen hnojením fosforečnými hnojivy. Přírodní ekosystémy lze s určitým omezením považovat za systémy s uzavřeným koloběhem fosforu

donutit rostlinu k většímu vylučování energie a uhlíkatých látek z kořenů na podporu spolupracujících mikrobů v okolí kořene, a tím i ke zlepšení kvality organické hmoty v půdě. Zlepšení fyzikálních vlastností půdy činností půdních živočichů vede k rozvoji bohatšího kořenového systému a ke zvětšení objemu půdy, z něhož mohou být živiny přijímány. Význam půdních živočichů spočívá ve zvětšení rychlosti koloběhu, a přístupnosti fosforu, a tím ve zvýšení množství živin získaných kořeny za stejnou dobu.

Podle Van Dijk (2016) jsou kumulativní zásoby fosforu v našich orných půdách vytvořené dlouhodobým hnojením vysoké, dosahují průměrně až 1450 kg/ha. Stejný autor vyčíslil průměrné každoroční ztráty fosforu v České republice na 2,1 kg/ha. Tato čísla by nás mohla svádět ke spokojenosti, neboť taková zásoba fosforu z minulosti by ve stávajícím zemědělském systému stačila hypoteticky na 690 roků. Potíž je v tom, že se tato bilance striktně váže na současné, tolik kritizované konvenční zemědělství, které se musí v budoucnosti změnit. Jednoduše řečeno rostlinné kořeny se mezi rozpadajícími, degradovanými půdními agregáty snadněji dostávají ke

mědělství závislého na aplikaci agrochemikálií, s vysokými nároky na dodatečné zdroje energie má nejen devastující účinky na životní prostředí, ale zároveň diskvalifikuje sama sebe jako budoucí udržitelný model zemědělství.

Měli bychom se zaměřit na obnovu půdních agregátů, které zlepši mikrobiální kontrolu půdního fosforu. Těsnější spolupráce s půdními mikroorganismy může donutit rostlinu k většímu vylučování energie a uhlíkatých látek z kořenů na podporu spolupracujících mikrobů v okolí kořene, a tím i ke zlepšení kvality organické hmoty v půdě a k regeneraci vodního režimu v půdě. Zlepšení fyzikálních vlastností půdy činností půdních živočichů vede k rozvoji bohatšího kořenového systému a ke zvětšení objemu půdy, z něhož mohou být živiny přijímány. Význam půdních živočichů spočívá ve zvětšení rychlosti koloběhu a přístupnosti fosforu, a tím ve zvýšení množství živin získaných kořeny za srovnatelnou časovou jednotku.

Přínosem projektu INTEKO je ověření možností přirozené recyklace fosforu a jeho zapracování do půdy. Kompostování druhotných surovin – zdrojů je příkladem technologie cirkulárního hospodářství.

O projektu

Partneři projektu jsou:

ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura, z. s. – pracoviště pro transfer výsledků výzkumu a vývoje v oblasti biologických technologií recyklace zdrojů živin a organické hmoty včetně agronomického využití výstupů. Pracoviště pro ověření kvality kompostu.

BFA – Bio Forschung Austria ve Vídni – pracoviště poradenství a výzkumu praktického zavedení tříděného sběru a kompostování bioodpadu, použití organických hnojiv – kompostu, digestátu a zeleného hnojení, testování vhodnosti použití nových hnojiv – fosforečných hnojiv získaných z popelovin po spalění čistírenských kalů. Je nositelem know-how metody stanovení zralosti kompostu NIRS.

Mendelova univerzita v Brně – tým pracoviště s dlouhodobými zkušenostmi s posuzováním biologické aktivity půd se zaměřením na jednoduché a snadno interpretované terénní metody.

BAW – Spolkový vodohospodářský úřad, institut kulturních technik a hospodaření s půdní vodou je rakouské pracoviště, které se již více než 75 let zabývá otázkami regulace hospodaření s vodou v půdě a ochrany půdy a vody před degradací.