

Půda a voda

Půda je oživený systém, který umožňuje život svým organismům díky určitému malému podílu organické hmoty, který obvykle nepřesahuje 5 %. 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 ...

Společnost ZERA realizuje v období 1. 9. 2016 – 31. 8. 2019 projekt Inovace technologie kompostování a kvalita půdy, který je podpořen programem INTERREG, Rakousko – Česká republika. ZERA jako LP projektu s dalšími partnery (Mendelova univerzita v Brně, BFA Vídeň – BIO Forschung Austria, BWA – Spolkový vodohospodářský úřad, institut kulturních technik a hospodaření s půdní vodou), strategický partner pro ČR je ECN Evropská asociace kompostářů.

O kvalitě kompostu rozhoduje jednoznačně management vedení kompostovací-



ho procesu – především dodržení potřebné vlhkosti a hygienizačních teplot. Technologické vybavení kompostárny je závislé na konkrétním zařízení, kdy musí korespondovat s kvalitou a množstvím vstupních surovin, intervaly a systémy sběru a svozu v regionu.

Výstupy projektu Inovace technologie kompostování a kvalita půdy

- Inovace technologie kompostárny pro standardizaci kvality kompostu
- Recyklace fosforu a dalších živin
- Kvalita kompostu – nástroj podpory odbytu
- Metodiky pro praxi

Pokud jsou tyto podmínky dodrženy, pak kompostárna splňuje svou úlohu centrální technologie v regionu, která umí zpracovat jednotlivé typy vstupů a vytvořit z nich kvalitní organická hnojiva. Tímto je tedy důležitým článkem sítě technologií pro zajištění fungující bioekonomiky.

Na stránkách zemědělské ekologické regionální agentury ZERA (www.zeraagency.eu) naleznete řadu informací k tématu: o přípravě metodik pro MZE, projektu NAZV-SW Burza kvality nebo terénním poradenství ke kompostárnám. V sídle agentury také proběhnou dvě velké akce: 5. června to bude konference Uzavřený koloběh živin v rámci prezentace výsledků projektu INTEKO, na podzim pak již patnáctý ročník konference Biologicky rozložitelné odpady. **-az-**

Technologická inovace kompostárny jako příklad bioekonomiky v praxi

Bioekonomika je moderním trendem snažícím se o komplexní pohled na zdroje akcentující jejich obnovitelnost a opakované použití, delší životnost a v neposlední řadě také minimální nebo nulový negativní dopad na životní prostředí. Bioekonomika předpokládá větší využití potenciálu obnovitelných přírodních zdrojů a technologií v souladu s udržitelným rozvojem.

Důležitým sektorem pro aplikaci bioekonomických principů je zemědělství. Implementace principů bioekonomiky v praxi potřebuje inovace. Současné zemědělství se potýká s klimatickými změnami a potřebou zajistit kvalitu výstupů zemědělské prvovýroby. V České republice je jedním z hlavních problémů současnosti potřeba trvalého zlepšování půdních vlastností, které se ale za poslední léta spíše zhoršují. Důvody jsou různé, ale k těm hlavním patří nahrazování přirozené úrodnosti syntetickými minerálními hnojivy a nadužíváním pesticidů, velmi zjednodušené osevní sledy, nedostatek organické hmoty v půdě, snížená retence vody apod.

Současné technologie pro recyklaci zdrojů ze zemědělství i komunální sféry pracují na různých principech, kapacitách a z toho vyplývá i jejich ekonomická udržitelnost a efektivita.

Kompostování je původní, v České republice tradiční a ve své podstatě velmi

jednoduchá technologie, která jako jediná umožňuje uzavřít koloběh živin a uhlíku z obnovitelných zdrojů a produkovat výrobek s kvalitou půdě „přibuznou“.

Kvalita procesu i výsledného produktu závisí na dodržení technologické kázně, která musí být pravidelně monitorována.

PODPOŘÍ NOVÁ LEGISLATIVA SNIŽENÍ SKLÁDKOVÁNÍ?

Provozovatelé recyklačních technologií jsou jedním z článků v procesu sběru, třídění a efektivního využívání odpadu pocházejícího z obcí a domácností. V současné době jsou systémy separace bioodpadu v drtivě většině obcí nastaveny na sběr pouze rostlinných zbytků. Pro komplexní řešení a skutečné snížení množství skládkovaných odpadů je nezbytné vytvořit a podpořit technologie, které zajistí využití celého spektra bioodpadu včetně živočišných zbytků a gastroodpadů. Právě pro zpracování těchto odpadů není praxe vybavena odpoví-

ovídající technologií, která by umožňovala jejich bezpečnou recyklaci.

Bezpečná recyklace pro biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven (katalogové číslo 20 01 08), kam patří i bioodpad z domácností, se řídí legislativou nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě.

Požadavky na hygienizaci jsou dány implementací směrnice EU č. 142/2011, která byla pozměněna ve vyhlášce EU č. 294/2013. Materiál kategorie 3 (zahrnující odpady ze stravování a občerstvení), používaný jako vstupní surovina do kompostu, musí splňovat minimálně tyto požadavky:

- Maximální velikost částic před vstupem do reaktoru musí být 12 mm.
- Minimální teplota v reaktoru musí být 70 °C.
- Minimální doba zdržení v reaktoru při teplotě 70 °C musí být 60 minut.

V České republice plní tyto podmínky bioplynové stanice odpadářského charakteru a několik BPS zemědělského charakteru, u některých je technologie doplněna hygienizačním zařízením (například pasterizace). Podmínky splňují také uzavřené technologie kompostáren (kontejnery, boxy).

Ostatní technologie jako BPS zemědělského charakteru, které pracují v mezofilním režimu (nedosahují potřebných

teplot), kompostárny, které jsou vybaveny pouze pro zpracování BRO rostlinného původu (kolem 98 % kapacit v ČR), odpady typu 20 01 08 nemohou zpracovávat. Bez dalšího vybavení technologie kompostárny nebo doplnění o hygienizační jednotku není možné zajistit plošné zpracování komunálního bioodpadu uvedeného typu (graf 1).

CELOROČNÍ SBĚR BRKO

Od 1. 4. 2019 platí novela vyhlášky č. 321/2014 Sb., o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek komunálního odpadu. Podle ní musí obec zajistit celoroční sběr biologicky rozložitelných odpadů. Od 1. 11. do 31. 3. následujícího roku může obec přizpůsobit četnost svozu klimatickým podmínkám a množství produkovaných odpadů. Pro původce komunálního bioodpadu – obce, to znamená, že musí zajistit i systém celoročního zpracování biologicky rozložitelného komunálního odpadu (BRKO), a tedy rozhodnout, jak třídit BRKO z domácností.

V případě, že budeme chtít docílit snížení skládkování SKO, musí být pro BRKO nastaven systém, kdy budou sbírány a zpracovávány bioodpady včetně složky s obsahem živočišné bílkoviny – tedy vše z domácností. Tyto systémy však v současné době naráží na rizika a úskalí v logistice třídění a svozu, procesní kvalitě technologie kompostárny a rovněž kvalitě kompostu.

V návaznosti na tuto problematiku komplexního zpracování BRKO v regionu obce společnost ZERA v rámci projektu za podpory operačních programů testovala kompostování bioodpadu z domácností (20 01 08) na kompostárně s technologií na volné ploše, vybavené kanálovými rošty s řízenou ventilací a sondami, které zajišťují monitoring v celém profilu zakládky (teplota, vlhkost). Zakládky byly zakryty kompostovací textilí (obr 1).

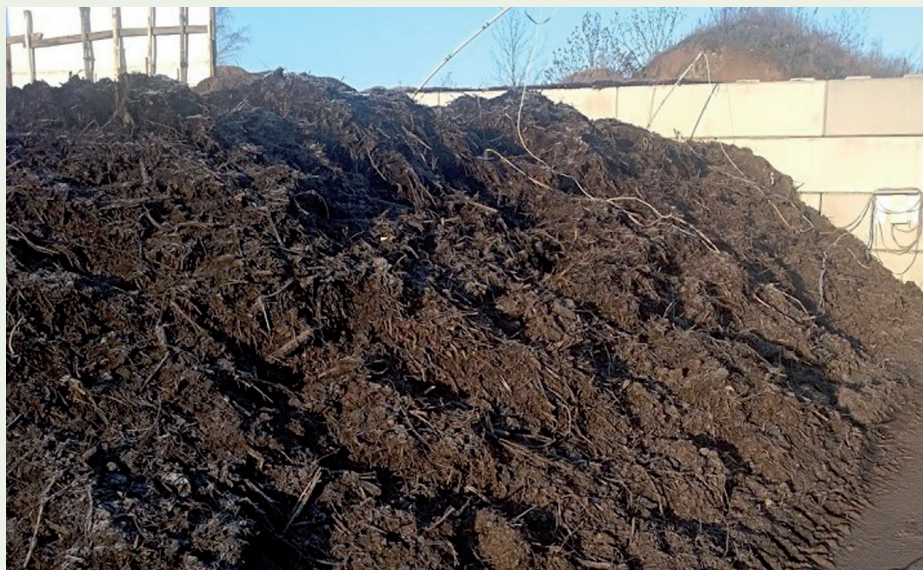
Cílem projektu bylo zvýšit využití sekundárních surovin za účelem ochrany primárních surovinových zdrojů, snížit ukládání těchto zdrojů na skládku a zároveň splnit požadavky na kvalitu výstupu – kompostu a technologií kompostování.

INOVACE TECHNOLOGIE

Jak zapojit stávající technologie kompostáren do systému zpracování biologicky rozložitelného komunálního odpadu? Nutná je inovace technologie, skládající se z těchto úprav: (a) stanovení požadavků na kvalitu výstupu, (b) stanovení požadavků na vstupní surovinu. Podle průběžných výsledků projektu splňovala tato inovace příslušné legislativní podmínky a jeví se jako vhodné a jednoduché doplnění stávajících technologií kompostáren a požadavky na:

■ Požadavky na kvalitu výstupu

Legislativní podmínky pro proces kompostování těchto odpadů spadají pod nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 ze dne 21. října 2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě, a prováděcí



Obr. 1 – Test procesu kompostování a kvality kompostu v zakládce

směrnice EU 142/2011, v kterých jsou definovány podmínky technologie zpracování, především konkrétní limitní hodnoty, které musí splňovat výstup ze zařízení. Konkrétní požadavky na technologii v daném zařízení schvaluje příslušná veterinární správa.

■ Požadavky na vstupní surovinu

Jako vstupní surovinu lze použít odpady, které nejsou znečištěny. Výrobce kompostu musí znát původ odpadů. V rámci procesu End of Waste lze jako výchozí surovinu pro výrobu kompostů použít separátně sbíraný biologický odpad z domácností, restaurací a jídelen, nebo z výroby potravin, případně ze zemědělské nebo lesnické činnosti. Dále odpady z parků a zahrad, kaly z ČOV, zemědělské odpady zahrnující i hntj.

Podle údajů Evropské komise připadá 42 % potravinového odpadu na domácnosti, 39 % na výrobce, 5 % na prodejce a 14 % na sektor pohostinství. Podle statistik vzniká v EU na jednoho Evropana přes 170 kg potravinového odpadu ročně. V České republice to je něco málo přes 80 kg za rok, to je zhruba 220 g/den. Informace o množství produkovaných kuchyňských odpadů jsou velmi často pouze odhadovány. Bernstadová A. (2015) se po-

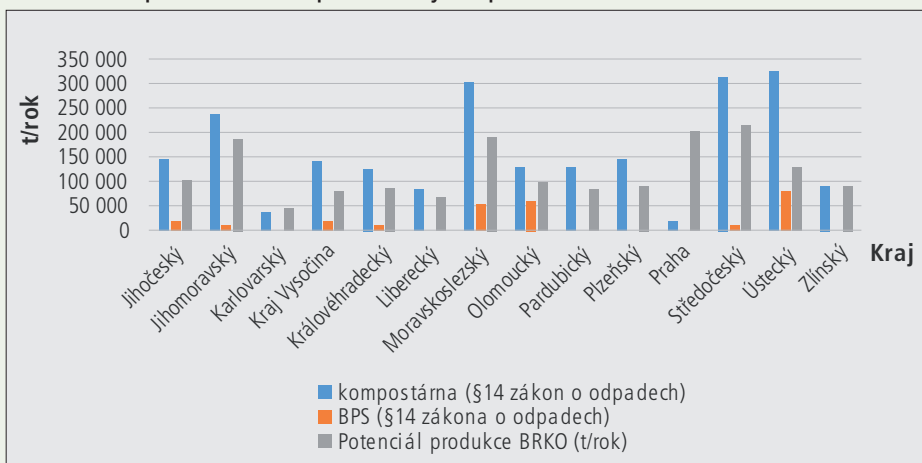
kusila identifikovat množství kuchyňských odpadů produkovaných v nájemných bytech v městské zástavbě o rozloze kolem 100 m² ve Švédsku. Zjistila, že účinnost odděleného sběru kuchyňských odpadů dosahovala pouze 25 %. Největším problémem zajištění odděleného sběru kuchyňského odpadu je nedostatek místa v kuchyni.

Zajištěním speciální sběrné nádoby (papírové), která se umístila pod dřezem, došlo ke zvýšení odděleného sběru až o 40 %. V první kampani dosáhlo množství kuchyňského odpadu 0,61 ± 0,04 kg/domácnost/týden a po zavedení sběrové nádoby se vytřídění zvýšilo až na 0,98 ± 0,06 kg/domácnost/týden. Edjabou M. E. et al. (2016) uvádí, že v Dánsku se v domácnosti vyprodukuje 434 ± 18 kg odpadů/rok, z čehož 183 ± 10 kg tvoří potravinový odpad. Nežbytné kuchyňské odpady dosáhly 80 ± 6 kg na domácnost/rok (kosti, slupky, pecky, pomletá kávová zrna, čaj apod.), „zbytečné odpady“ tvořily 103 ± 9 kg na domácnost/rok (potravinové s prošlou dobou expirace nebo částečně fermentované).

SKLADBA KUCHYŇSKÉHO ODPADU

V tab. 1 je uvedena průměrná skladba domácího kuchyňského odpadu typicky čes-

Graf 1 – Poměr produkce BRKO a zpracovatelských kapacit



ké rodiny se skladbou stravy orientovanou hlavně na maso a brambory, případně chleba (respondent B) a na příznivce zdravé stravy s bohatým podílem zeleniny (respondent A). V tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty složení a hmotnosti odpadů za dobu jejich sběru – 48 týdnů. Skladba tohoto odpadu významně ovlivňuje vlastnosti kompostů. Přítomnost vařených brambor, rýže, těstovin a pečiva významně zvyšuje obsah soli v kompostu, která pak negativně snižuje jeho kvalitu.

Domácí kuchyňské odpady představují vysoce heterogenní materiál s vysokým obsahem vody. Kuchyňský odpad je charakterizován vysokým obsahem organických, biologicky rozložitelných složek. Obsahuje zhruba 70 % sacharidů, 20 % bílkovin a 10 % lipidů. Složení uhlovodíkových polymerů (škrob, celulóza a hemiceleulóza), bílkoviny, lipidy, vlákniny a další anorganické látky dělá z kuchyňského odpadu slibnou surovinu pro různé biotechnologické procesy.

V rámci projektu byla sledována kvalita kompostu z BRKO produkovaného v domácnostech a srovnávány kvalitativní parametry vyrobeného kompostu s požadavky v ECN QAS, část C I (evropská směrnice pro kvalitu kompostu). Nevyhovoval ukazatel konduktivity, kdy je požadovaná hodnota $1900 \mu\text{S}/\text{cm}$, nevyhovuje ani obsah chloridů (<math><7,5 \text{ g}/\text{kg}</math>). Zvýšená konduktivita způsobuje ekotoxicitu kompostu.

Z výsledků testu projektu je zřejmé, že pro splnění podmínek konduktivity je možné do klasické surovinové zakládky pro výrobu kompostu z odpadní zeleně přidat maximálně 20 % domácích kuchyňských odpadů. Tento výsledek byl vypočten použitím směšovací rovnice.

■ Požadavky na proces hygienizace kompostu – zajištění dostatečné teploty v celém profilu řádku/zakládky

Při založení kompostu je velice důležité zajistit optimální podmínky pro rozvoj a činnost mikroorganismů, které se účastní kompostování a zajistí potřebné podmínky hygienizace.

Technologie musí zajistit a dodržet tato základní pravidla kvality vstupu do zakládky:

- Zabezpečení správné zrnitosti materiálů – struktura 30–40 %
- Homogenizace – promíchání
- Dostatečný přístup vzduchu – aerobní prostředí
- Správná vlhkost kompostu 50–60 %
- Optimální poměr C : N 30 : 1

TEST NA KOMPOSTÁRNĚ

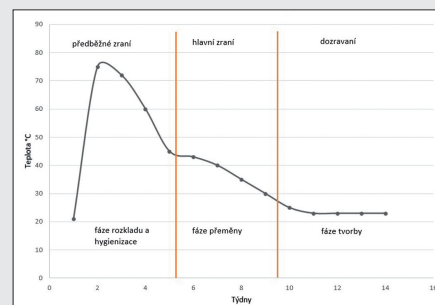
Test procesu kompostování a kvality kompostu probíhal v zakládkách, kde aerobní prostředí bylo zajištěno provětráváním přes rošty v podlaze a za pomoci ventilátoru. Expozice kompostárny je ve směru sever – jih. Velikost zakládky kolem 100 tun, je dlouhá 9 m a vysoká přibližně 1,8 m a byla zakryta speciální plachtou, která omezuje výpar a částečně i únik tepla (obr. 1). Měření teplot bylo realizováno na levé i pravé straně založeného kompos-

Průběh procesu kompostování

■ Kompostování probíhá ve třech fázích: termofilní, mezofilní a dozrávání.

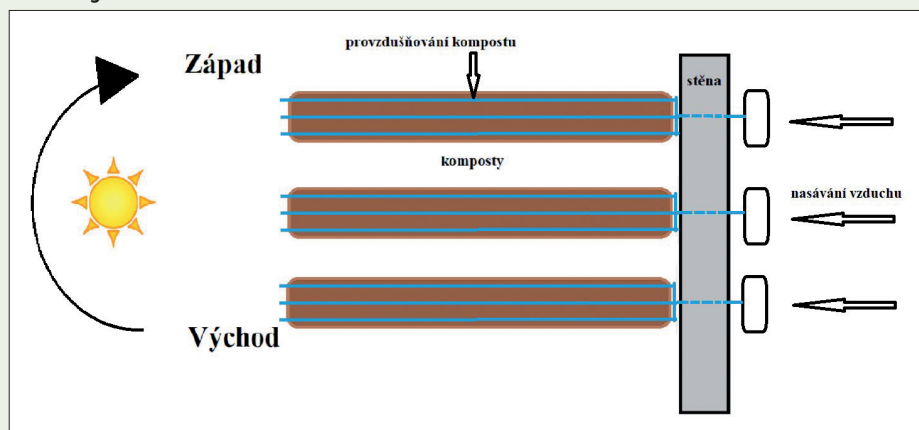
Během termofilní fáze dochází k rozkladu jednoduchých látek obsažených v bioodpadu, jako jsou sacharidy (např. $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) a aminokyseliny, a to pomocí hub a tyčinkových bakterií. Kompost se v prvních pěti dnech zahřeje k teplotě nad 55°C . Teplota v kompostu vzniká jako odpadní při rozkladu biomasy. V termofilní fázi začne klesat hodnota pH. Při rozkladu biomasy vznikají organické kyseliny, jako např. kyselina mravenčí, kyselina octová a kyselina máselná.

■ Mezofilní fáze, neboli hlavní zrání, je fáze, při které dochází k rozkladu hůře rozložitelných látek, jako jsou tuky, ligniny, celulóza atd. Při této fázi jsou velmi důležité houby, které jsou schopné žít i bez přidání vody, a dále také aktinomyce a celulólytické mikroflóry. Teplota začíná klesat na 40°C až 45°C , mezofilní fáze trvá přibližně čtyři týdny. Kompost dostává hnědou barvu a zemitou strukturu.



■ Ve fázi dozrávání teplota v kompostu klesne na teplotu okolí a pH začíná růst. Při této fázi dochází k humifikaci. Toto období trvá 1 až 3 měsíce podle techniky kompostování. Doba dozrávání závisí na podmínkách pro bakterie, které se podílejí na procesu dozrávání.

Technologické schéma



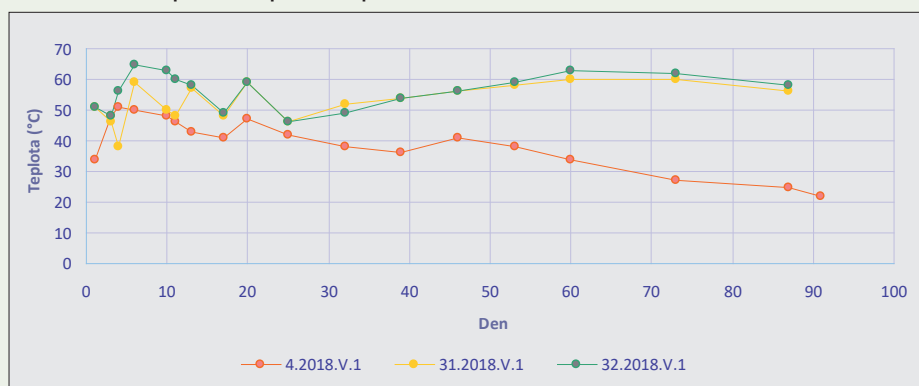
tovaného materiálu či následně kompostu a byl tak dobře dokumentován i vliv proudění vzduchu, slunečního záření či obecně vliv povětrnosti. Dílčí vliv na proces kompostárny má i její umístění – expozice dle světových stran. Monitoring procesu byl zajištěn přes sondu v celém profilu je zaznamenáván elektronicky.

V grafu 3 jsou uvedeny průměrné teploty v kompostovacím procesu pokusných zakládek projektu, výstupní hodnoty sledovaných ukazatelů jsou uvedeny v tab. 2. Technologie procesně zajistila snížení hygienizační nebezpečnosti a splnila limity požadavků na kvalitu výstupů.

Monitoring procesu i kvalita výsledného kompostu (zakládka 32.2018.V.1) byly hodnoceny podle vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a podle nařízení Komise (EU) č. 142/2011 ze dne 25. února 2011, kterým se provádí nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1069/2009 o hygienických pravidlech pro vedlejší produkty živočišného původu a získané produkty, které nejsou určeny k lidské spotřebě.

Nad rámec české legislativy (zákon č. 185/2001 Sb.) jsme stanovili zralost kompostu dle metody NIRS (inovace stanovení kvality kompostu pro zajištění

Graf 3 – Průběh teplot v kompostovací procesu



› standardizovaných výstupů pro zemědělské využití). Význam parametru zralosti kompostu je blíže vysvětlen v kapitole Kvalita kompostu.

PŘÍNOSY INOVACE

Přínosem inovace je nový řídicí a monitorovací SW, který umožňuje efektivně sledovat v rámci biologického procesu kompostování kritické body pro nezávislý monitoring hygienizace procesu – snížení mikrobiální, fyto-sanitární nebezpečnosti kompostu. Data jsou přenášena ze sondy, která umožní monitorovat nejenom teplotu, ale také obsah kyslíku, vlhkosti v celém profilu zakládky kompostu.

Záměrem inovace recyklace biomasy jako významného zdroje živin a organické hmoty je využít současnou technologickou základnu a efektivně ji doplnit o metody řízení a monitoringu kvality procesu a výstupu.

Výsledkem je vytvoření podmínek pro mezioborovou a technologickou syngii komplexního využití zdrojů pro zemědělskou praxi s cílem zajištění kvality půdy,

vody, zadržení vody v krajině a bezpečnosti potravin.

Důsledkem bude funkční a udržitelná síť technologií recyklace – cíl bioekonomiky.

OTÁZKY K DISKUSI

Na základě vývoje v rámci zavádění principů oběhového hospodářství lze předpokládat změny v nakládání s biologicky rozložitelnými odpady pocházejícími z domácností (případně stravovacích zařízení a občerstvení). Tyto principy a strategie by měly být jasně určeny a vymezeny příslušnými orgány státní správy:

- Požadavky na kvalitu technologie, včetně nezávislé deklarace kontinuálního průběhu teplotního režimu v celém průřezu zakládky. Tyto informace jsou pro kontrolu hygienizace (bezpečnosti výsledného produktu) základními požadavky uplatnění principu End of Waste.

- V současné době byla ECN (Evropská asociace kompostářů) přijata nová kritéria pro hodnocení kvality kompostů, které nejsou zapracovány v žádném legislativním předpisu v rámci České

Tab. 1 – Průměrné složení domácího kuchyňského odpadu (g/os/den) vypočtené z ročního sběru domácího kuchyňského bioodpadu (týdenní sběr)

Složení	A	B
Zelenina	108,67	28,95
Ovoce	51,94	27,80
Brambory	24,05	49,66
Těstoviny	2,07	6,84
Rýže	4,49	7,87
Chleba	10,42	2,57
Pečivo	2,53	7,45
Čaj	3,07	2,84
Káva	14,76	15,39
Celkem	222,00	149,37

republiky – jaké parametry kvality kompostu při kompostování BRKO z domácností sledovat nad současný rámec legislativy (například konduktivita, testy zralosti).

- Stabilita (zralost) kompostu je základním parametrem kvalitního procesu kompostování. Pro její zajištění je možné do kompostů vyráběných z odpadní zeleně s vysokým obsahem lignocelulóзовého materiálu přidávat bioodpady z domácností v množství menším než 20%. Vstupní surovina s obsahem odpadní zeleně zajistí vyšší obsah huminových kyselin ve výsledném produktu.

- Požadavky na systémy třídění a sběru BRKO a technologii kompostárny a jakým způsobem podpořit jejich technologickou inovaci.

- Zajištění osvěty široké veřejnosti jako významný faktor efektu snížení BRKO na skládce.

-azr-



Tab. 2 – Výsledky rozborů – kvalitativní znaky – testované zakládky

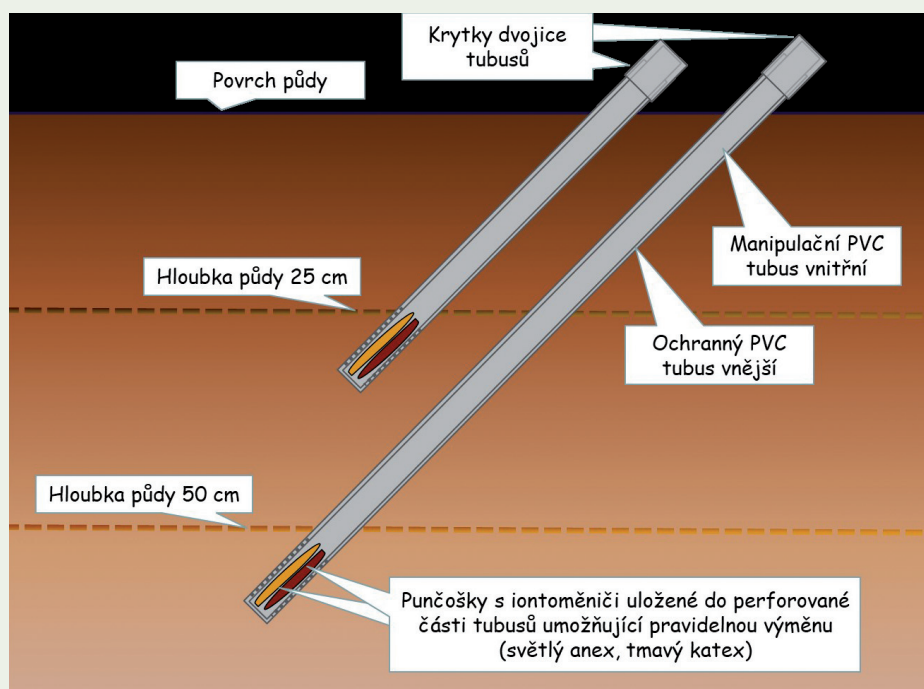
Č. zakládky	Fáze odběru	Sušina	pH	Spalitelné látky	N celkem (g/kg v sušíně)	C : N	Enterokoky	Termotol. koliformní bakterie	Salmonella
4.2018.V.1	vstup	51,60	7,5	32,10	10,50	11	3,7x10 ⁴	3,8x10 ⁵	neg
	proces	63,90	8,9	31,60	10,50	15			
	kompost	61,14	8,7	32,90	11,00	15	<5x10 ¹	<5x10 ¹	neg
31.,32.2018.V.1	vstup	64,11	7,9	25,50	12,10	11	2,1x10 ³	1,4x10 ³	neg
	proces	83,32	8,3	23,40	10,60	11			
	kompost	61,60	8,9	28,20	9,70	15	<5x10 ¹	<5x10 ¹	neg

Tab. 3 – Analýzy zralosti – testované zakládky

Č. zakládky	Teplota odběru vzorku (°C)	Vlhkost (%)	Elektrická vodivost (mS/cm)	Zasolenost (g/l)	pH (H ₂ O)	NH ₄ -N v CaCl ₂ extrakt (mg/kg v sušíně)	NO _x -N v CaCl ₂ extrakt (mg/kg v sušíně)	DOC vodní výluh (mg/kg sušíně)	Norg vodní výluh (mg/kg v sušíně)	C/Norg vodní výluh (mg/kg sušíně)	Spotřeba kyslíku (mmol O ₂ /kg OM/h* -1)	Index zralosti
31.32.2018. V.1	40	10,39	1,42	5,05	8,60	25,9	350	5585	496	11,26	14,5	6
	30	12,81	1,70	5,04	8,74	61,0	314	7169	745	9,62	17,0	6
4.2018. V1	40	51,81	1,43	5,32	8,89	340	145	8003	921	8,69	21,2	5
	30	49,52	0,59	2,17	9,16	0,0	0,0	4146	312	13	17,1	7

Recyklace fosforu a dalších živin

Ke specifickým cílům projektu INTEKO patří využití zdrojů s bohatým obsahem fosforu – recyklace celosvětově nedostatečných zdrojů fosforu je komplex inovací, kdy za pomoci biologické metody může dojít ke zlepšení účinnosti fosforu pro zemědělské využití.



Iontoměničové sondy v půdě

Součástí inovace technologie recyklace živin kompostováním a kontroly kvality kompostu je i vývoj nové, cenově a prakticky výhodné metody měření množství dusičnanů a fosforu – iontoměničové sondy. Metoda umožňuje v praxi posoudit, jak efektivně jsou živiny rostlinami využity, což se pozitivně projevuje v tvorbě produkce a na životní prostředí. Například lze zjistit, jak pěstovaná plodina využila dodané živiny ve vegetačním období (obrázek).

Dostupnost minerálních forem fosforu byla měřena metodou stanovení minerálního fosforu nahromaděného na výměnných místech iontoměničových zrn umístěných po určité době v manipulačních tubusech podle Binkley at Matson (1983). Metoda představuje jednoduchý a nestructivní způsob záchytu minerálních iontů fosforu z půdního roztoku výměnnými reakcemi. Umožňuje stanovit množství nevyužitého odtékajícího fosforu ze dvou různých hloubek, 25 a 50 cm.

Zdroje, které byly testované, jsou výstupy z několika technologií: kaly z čistíren komunálních odpadních vod, biouhel z pyrolýzy a popel ze spalovny. Na české straně byly testovány kompostárny, které zpracovávají kaly (malé ČOV) a biouhel (z ČOV), na rakouské straně byla testována kompostárna s popelovinami (spalovna kalů z ČOV a kompostárna Vídeň). Důležitým faktorem pro recyklaci fosforu jsou technologie, kdy je třeba zkoumat, jakou kvalitu kalů, biouhlu nebo popelovin jsou schopny konkrétní technologie produkovat a jak ovlivňují proces kompostárny. Součástí projektu je i vyhodnocení stávajících technologií ČOV, kalových hospodářství, vlastností kalů v ČR a jejich další využití v zemědělské praxi, které by umožnilo využití zdrojů živin a organické hmoty.

Základními faktory zajištění kvalitního procesu kompostárny jsou běžně deklarované podmínky (kritické body), jako je znalost kvality vstupních zdrojů a podmínky, které musí kompostárna zajistit, aby vyrobila kvalitní organické hnojivo. Primárně je to velmi kvalitně připravená vstupní surovinová skladba (vlhkost, struktura, C : N), udržení optimální vlhkosti a teploty ve fázi hygienizace.

Synergií jednotlivých technologií a jejich kvalitním vedením docílíme podpory biologické aktivity půdy a regulace hospodaření s vodou v půdě a ochrany vody a půdy před degradací. Jednoduchá a snadno interpretovatelná terénní metoda umožní monitoring těchto dopadů na půdu.

Většina fosforu v půdě se nachází ve svrchních horizontech. V přírodě blízkých ekosystémech je koloběh fosforu téměř uzavřený, tj. množství fosforu uvolněné mikrobiálním rozkladem rostlinných a živočišných zbytků a aktivitami rostlinných kořenů je prakticky shodné s množstvím, které zabudují do svých pletiv a tkání rostliny a organismy. Činnost mikroorganismů má pro půdy přírodě blízkých ekosystémů mimořádný význam, o mnoho větší než pro pravidelně obdělávané a fosforem hnojené zemědělské půdy.

-azr-



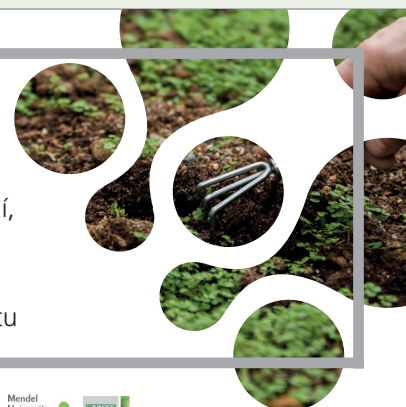
KONFERENCE

Uzavírání koloběhu živin

5. 6. 2019 • Náměšť nad Oslavou

KONFERENCE PŘEDSTAVÍ
VÝSLEDKY PROJEKTU

- Inovace technologií při kompostování, využití kompostu a ochraně půdy
- INTEKO včetně pracoviště ZERA místa pro hodnocení kvality kompostu



Kvalita kompostu – nástroj podpory odbytu

V rámci projektu Inovace technologie kompostování a ochrana půdy (INTEKO) byla sledována kvalita kompostu, která definuje kvalitu kompostovacího procesu a je součástí celkového systému inovace technologie z hlediska efektu využitelnosti živin z obnovitelných zdrojů a současného zlepšení kvality půd a ochrany životního prostředí (vodních zdrojů).



ILUSTRACI FOT: KOMPOSTÁRNA HENCOV

Kvalita kompostu je v české legislativě hodnocena:

- zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech, a prováděcí vyhláškou č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady – příloha č. 5 (znaky jakosti, koncentrace rizikových látek a prvků, kritéria účinnosti hygienizace). Kvalita kompostu je podle uvedené legislativy definována buď jako kompost, splňující 1. skupinu, který může být použit na zemědělskou půdu. Případně je v důsledku vyššího obsahu rizikových prvků kompost zařazen do 2. skupiny a používá se pouze jako rekultivační kompost mimo zemědělský půdní fond;

- zákonem č. 156/1998 Sb., o hnojivech, a prováděcí vyhláškou č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, pro uvedení kompostu splňujícího kvalitu 1. skupiny do oběhu.

Máme tedy dva rozdílné pohledy na stejný výstup – vyhláška č. 341/2008 Sb. definuje požadavky na výstup ze zařízení na zpracování odpadů a možnosti jeho využití – tento výstup již není odpadem – stává se „kompostem“, ale nejedná se o výrobek (definice podle legislativy). Teprve v případě, že je tento výstup registrován podle zákona o hnojivech, stává se výrobkem – organickým hnojivem.

Ve většině ostatních států EU jsou jasně deklarovány a legislativně ukotveny pod-

mínky pro kvalitu kompostu, včetně rozlišení podle kvality vstupních surovin.

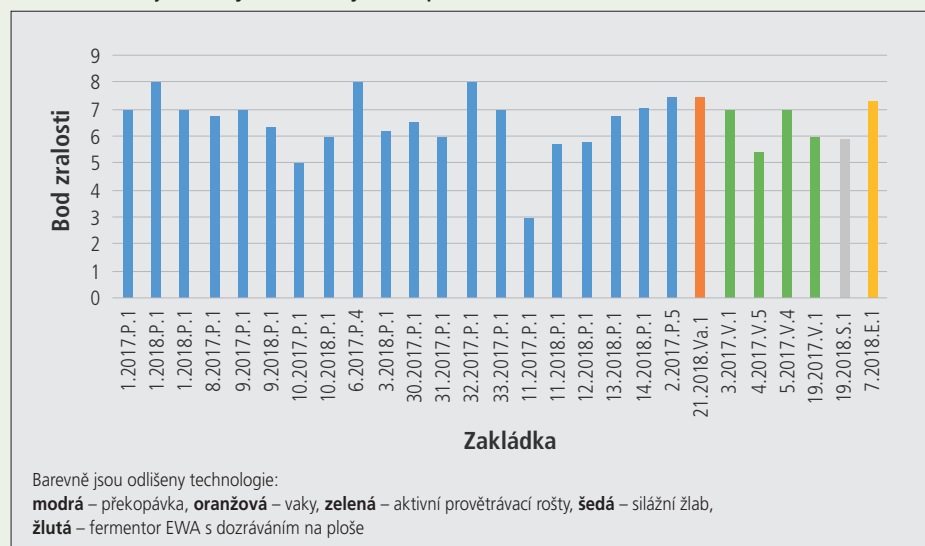
I tato diskuse je součástí projektu INTEKO s cílem formulovat podněty k případným legislativním změnám. K tomu slouží vytvořené pracovní skupiny s tématy zahrnujícími čistírenské kaly, certifikaci kompostáren a ověření kvality kompostu, legislativu a vytvoření metodik pro praxi.

KVALITATIVNÍ ZNAKY KOMPOSTU

Pro zemědělce je kompost charakterizován jako organické hnojivo stabilního charakteru – nicméně limity zmíněné stability nejsou pro praxi stanovovány. Znamky jakosti (tab. 1) jsou pro zemědělskou praxi nedostatečné.

Skutečný vliv, který má organická hmota téměř na všechny vlastnosti půdy, staví systém hnojení organickou hmotou za základ pro udržitelnou zemědělskou produkci. Obecně se předpokládá, že něco mezi 1 a 5 % organické složky zeminy (v závislosti na druhu a intenzitě kultivace půdy) je ročně mineralizováno v zemědělských ekosystémech mírného klimatického pásma. Aby byla hladina půdního humusu udržena, musí být každý rok do půdy přidáno alespoň stejné množství organické hmoty, jaké se rozloží.

Index zralosti u jednotlivých testovaných kompostů



Barevně jsou odlišeny technologie:

modrá – překovávka, **oranžová** – vaky, **zelená** – aktivní provětrávací rošty, **šedá** – silážní žlab, **žlutá** – fermentor EWA s dozríváním na ploše

Tab. 1 – Kvalitativní znaky kompostu

Znaky kvality	Jednotky	Hodnota
Vlhkost	% hm.	40-65
Obsah spalitelných látek	% hm.	min. 25
Obsah celkového dusíku	% hm.	min. 0,6
C : N		20 - 30
pH		6,0 - 8,5
Nerozložitelné příměsi	% hm.	max. 2

Tab. 2 – Stupnice hodnocení zralosti

Označení zralosti NIRS	Popis	Hodnocení kompostu
8	neaktivní, vysoce zralý, podobný půdě, žádné omezení k použití	zralý
7	dobře zralý, stabilní	
6	snížená potřeba areace	stabilní
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 potřeby kyslíku, intenzivní překopávka nebo provzdušňování	syrový kompost
1	čerstvý, surový kompost typický pro čerstvou surovinovou směs, extrémně vysoký stupeň rozkladu, silné emise – je cítit	

Tab. 3 – Biologické hodnocení zralosti kompostu

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 _x -N CaCl ₂ Extrakt [mg/kg suš.]	C/N _{org} ve vodním Extrakt	Přepočítaný 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	8,89	17,1	226	9,13	7
	33.2017.P.1*	41,9	1,29	5,66	8,92	27,6	188	7,88	8
Ventilátory	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
	5.2017.V.4	56,53	0,5	2,01	8,71	0	0	17,3	6
Vaky	23.2018.Va.1	75,31	0,82	3,9	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
Vermikompostování	23.2017.Ve.1	40,99	1,23	4,44	7,54	0	853	9,62	7
	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	8,1	0	79,6	11,33	8

* velké zakládky

Kompost má vysoký obsah organické hmoty, organická hmota kompostu je vysoce humifikovaná a její poměr C : N je obdobný jako u půdního humusu. Z tohoto důvodu má kompost vysokou hodnotu z hlediska reprodukce humusu.

METODY STANOVENÍ ZRALOSTI KOMPOSTU

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 a je určující charakteristikou kvality kompostu. Zralost kompostu zaručuje, či kontroluje postupné uvolňování živin, které jsou v kompostu obsaženy v optimálním stechiometrickém poměru. Ideální vzájemný poměr živin vázaných na stabilizované organické látky činí z kompostu nejvhlednější organické půdní aditivum.

Stanovení úrovně zralosti kompostu by mělo mít dostatečnou informační hodnotu

pro posouzení kvality kompostu z pohledu dodržení procesních podmínek kompostování, minimalizace ztrát živin v průběhu kompostovacího procesu, ale také eliminace negativních dopadů na životní prostředí. Stanovuje se různě. Měřenými veličinami jsou charakteristiky, které ilustrují intenzitu mikrobiálních aktivit, např. produkce CO₂, produkce amonného a nitrátového dusíku, spotřeba kyslíku, aktivita vodíkových iontů, změny teploty a různé indexy, které kombinují jednotlivé měřené veličiny. Ani na jedné z metod nepanuje všeobecná mezinárodní shoda.

Projekt INTEKO umožnil transfer know-how u metody testování blízkou infračervenou spektroskopii (NIRS) v rámci příhraniční spolupráce s Bioforschung Austria a vybavení vlastní laboratoře společnosti ZERA. Tímto jsme se stali jediným pracovištěm v ČR, kde můžeme jednoduchou nedestruktivní analytickou metodou získat informace až na úrovni molekulové struktury kompostovaných organických látek

a o vlivu konkrétního kompostovacího procesu na studované molekuly. Popsaná metoda je podstatou inovace technologie kompostování. Umožní rychle a jednoduše stanovit kvalitu výsledného produktu z hlediska jeho využitelnosti a bezpečnosti pro zvyšování kvality především degradovaných zemědělských půd.

PŘÍKLADY Z PRAXE A PRŮBĚŽNÉ VÝSLEDKY

V rámci projektu byly testovány jak komposty s různou surovinovou skladbou, tak různé technologie, které jsou zastoupené na kompostárnách po celé ČR.

Výsledky testů byly hodnoceny podle stupnice hodnocení zralosti (tab. 2), jako kompost stabilní – dobře zralý, stabilní s nízkou potřebou kyslíku.

Pro praxi je ještě nutné vyhodnotit obsahy jednotlivých forem dusíku (amoniakální a dusičnanové ionty), která určuje využitelnost dusíku v základní agrotechnice.

-azr-