

AKO VYROBIŤ KOMPOST S VYSOKOU MIKROBIAĽNOU KVALITOU? (2.)

PhDr. Lucia Baľák Lukáňová
OZ PedaVita, Živá záhrada s.r.o.

V pokračovaní článku sa pozrieme na ďalšie faktory, ktoré ovplyvňujú mikrobiologickú kvalitu kompostu. Plynulo tak nadviažeme na dôležité aspekty ako vstupné suroviny, ich čistota, znalosť materiálov, veľkosť a homogenizácia vstupných materiálov, recept či optimálna vlhkosť, ktorých zohľadnením v zmysluplnnej miere možno dosiahnuť kvalitný kompost.

(dokončenie z predchádzajúceho čísla)

7. Aeróbnosť je spolu s vlhkosťou alfou a omegou kompostovania. Prospešný mikrobióm potrebuje k svojmu životu kyslík rovnako ako my. Bez kyslíka sa rýchlo začne množiť anaeróbny mikrobióm, produkujúci smrad vo forme metánu, sírovodíka, amoniaku, anaeróbnych terpénov, horľavých fenolov či oxida dusného (s takmer 300-násobným otepľovacím potenciálom oxida uhličitého). Ak nám kompost nevonia lesom, ale trošku smrdí, je to znakom jeho začínajúcej anaeróbnosti. Na hraniči aeróbneho – v časti kompostu, ktorá je ešte okysličovaná čerstvým vzduchom a anaeróbneho – v časti kompostu, kde už mikrobióm spotrebujava viac kyslíka, ako sa stíha doplniť, môžeme pri prekopávaní v priemyselnej kompostárni zažívať striedavé závany príjemnej vône a ľahkého západu. Pre zabezpečenie aeróbnosti kompostu vo vysoko kapacitných podmienkach je vhodné a od určitej veľkosti kompostovej základky nutné nainštalovať prevzdušňovacie kanály, ktoré vháňajú do kompostu vzduch. Takéto kompostárne možno zatiaľ navštíviť najbližšie v Rakúsku, na Slovensku sú vo výstavbe.

8. Tepelná fáza začína v okamihu zmiešania vstupných surovín s dostatočnou vlhkosťou. Pri pretrvávaní optimálnych podmienok sa exponenciálne množí baktériálny mikrobióm, čím narastá teplota. Časť mikrobiómu, ktorej nevyhovujú vyššie teploty, prechádza do dormatného, teda spiaceho štátia (cysty a spóry). Patogény s jednoduchšou stavbou bunkových stien neprežijú. Nematódy (sú to priesvitné, prevažne mikroskopické „červy“, pričom prospešné nematódy sú pohyblivé a parazitické nematódy živiacie sa koreňmi sú pomalé, nepohyblivé, v komposte neprežijú) a dážďovky prejdú do časti kopy, ktorá je pre nich teplotne prijateľná. Z toho vyplýva, že ak zvonku prehrejeme:

- celý objem kompostovaných surovín na konštantnú vysokú teplotu,

b) tak príliš rýchlo stratíme nielen patogény, ale aj menšiu či väčšiu časť prospešného mikrobiómu.

Na jednej strane je potreba hygienizácie zrejmá a vo vybraných prípadoch nevyhnutná, no na druhej strane treba mať na pamäti aj jej hranice. Dôležité je uvedomiť si rozdiel dvoch paradigm. Prvou paradigmom je zabíjanie patogénov teplotou, pH, alkoholom, pesticidmi, atď. Vychádza z toho, že patogén je zlý a treba ho zabiť. Nepripúšťa možnosť, že aj v závislosti od prostredia sa niektoré mikróby správajú bud' ako patogén, alebo prospešne. Paradigmou zabíjania prinajhoršom eliminujeme prospešný mikrobióm a vytvoríme rezistentné patogény ako MRSA. K populárnosti tejto paradigmy prispel svojím bádaním a poznatkami Louis Pasteur. Traduje sa, že na svojej smrteľnej posteli priznal, že sa mylil, že problém nespočíva v samotnom patogéne, ale v prostredí vhodnom pre život patogénu. Druhá paridigma vychádza z toho, že vytvorením a udržaním vhodných podmienok patogén potlačíme konkurenciou, inhibíciou a predáciou prospešného mikrobiómu. Dôležité je mať preto znalosti a zručnosti práce s prostredím vhodným pre prospešný mikrobióm, ktorý si hravo poradí s patogénmi. Potvrdzujú to štúdie [2] o potláčaní pôdnich patogénov kompostom. Kvalitný hubový kompost plesne v poraste potlačí vďaka doplneniu prospešných hub, kym fungicíd zabije nielen plesne, ale aj posledné prospešné huby.

Pri tepelnom kompostovaní podľa metodiky potravnej siete pôdy Dr. Elaine Ingham dbáme na to, aby sa teplota udržala na dostatočne vysokej hodnote po dostačne dlhú dobu kvôli potlačeniu patogénov a zneškodeniu semien rastlín. Zároveň prekopávaním zabezpečíme aeróbnosť kompostu. Po prekročení teploty 55 °C na 3 dni, teploty 65 °C na 2 dni a teploty 72 °C

na 24 hodín kompost prekopeme. V prekopávaní po krajujeme dovtedy, kým teplota stúpa nad dané hodnoty po danú dobu. Známy je prípad, keď si „kompostmajster“ pomohol k zvýšenej teplote primiešaním rozdrvenej kukurice v takom množstve, že musel kopu prekopat 17-krát, kým dostatočne ochladla. Aj takéto môžu byť prvé skúsenosti s kompostovaním. Ak sme však odhadli recept na dostupné suroviny správne, teplota sa nám zdvihne nad požadovanú hygieničku hranicu nie viac ako 3-krát. Každým prekopaním narúšame rozvoj mikrobiómu, preto počet prekopaní minimalizujeme. Keď sa však rozhodujeme medzi príliš častým prekopaním alebo rizikom anaeróbnosti kompostu, dôležitejšie je zabezpečiť prístup vzduchu a radšej prekopať. V malých záhradných podmienkach si môžeme pri príliš vysokej teplote pomôcť napichaním vertikálnych komínov rúčkou z metly, aby sme sa vyhli prehadzovaniu kopy príliš často alebo v nevhodnej dobe (napr. v noci).

Teplotu meriame počas tepelnej fázy minimálne 2-krát denne. Ideálne je zaviesť do kompostu senzory a teplotu merať priebežne automaticky.

9. Prekopávanie kompostu môžeme zabezpečiť manuálne alebo strojom. Manuálne prekopávame malé cvičné kopy alebo testovacie „mini“ kopy s veľkosťou a hmotnosťou približne 10 l/10 kg, ktorými si testujeme nové neznáme vstupné suroviny pre doladenie receptu. Väčšie kompostové základky prekopávame strojovo. Existuje mnoho rôznych druhov prekopávačov. Z hľadiska procesu kompostovania sú vhodné tie, ktoré dokážu **šetrne** „posunúť“ kompost vždy o jednu tretinu. Čo bolo v strede, ide nahor, čo bolo dole, ide do stredu a čo bolo hore, ide na spodok novej základky. S rovnakou logikou posunutia o jednu tretinu prekopávame aj manuálne. Takto od založenia kopy s dvomi ďalšími prekopaniami zabezpečíme, aby sa všetok materiál nachádzal aspoň raz v horúcom strede kompostu. Pre rozvoj hubovej biomasy by sme kompost ideálne neprekopávali vôbec. Presne to sa snaží dosiahnuť metodika Johnson-Su reaktora [3]. Hygienizáciu kompostu rieši tepelnou fázou a prevzdušnenie zabezpečuje vetracími trubicami väčšieho priemeru vloženými vertikálne do kompostovej kopy. Johnson-Su metóda je vhodná do záhradnej prevádzky alebo pre malé farmy, kde objem kompostu nezaplatí kompostovaci techniku. Jej spoluautor, David Johnson, je rovnako ako Elaine Ingham priekopník v oblasti kompostovania pre vysoký obsah prospešného mikrobiómu s následnou obnovou degradovanej pôdy.

10. Fáza zretia začína po ukončení tepelnej fázy, keď sa teplota kompostu vyrovná teplote okolia. Aj keď niektoré prístupy a metodiky kompostovania

považujú kompostovanie v tomto bode za ukončené, z hľadiska prospešného mikrobiómu sme približne v prvej štvrtine. Vyprodukovali sme kompost s vysokou biomasou baktérií, ktorým sice pôde dodáme organickú hmotu ako náhradu minerálneho hnojiva, no z hľadiska mikrobiálneho operačného systému prírody a kolobehu živín sme len na lepšej nule. Potrebujeme ešte biomasu húb, ktorá sa rozvíja premenou zbytkovej drevnej hmoty počas ďalších 6 až 8 mesiacov zretia. Tiež potrebujeme pôdnych predátorov, teda prvoky a nematódy, ktoré požieraním baktérií a neskôr húb aktívne uvoľňujú živiny, čím pokračuje tvorba komplexných humínových látok. Počas zretia kompost už neprekopávame. Prekopeme ho len v prípade, že hrozí posun k anaeróbnosti. Kompost aj v tejto fáze pravidelne kontrolujeme a zabezpečujeme optimálnu vlhkosť 50 %.

11. Správne skladovanie vstupných surovín a kompostu je dôležité. Pri vstupných surovinách sa snažíme zabezpečiť, aby biologicky nedegradovali. Ak ich nevieme spracovať ihneď, napríklad trávu a hnoj, ideálne ich šetrne vysušíme, aby nestrácali cenné živiny a aby nedochádzalo k anaeróbному procesu. Mohli by sme ich zamraziť, čo je však energeticky a finančne náročnejšie. V stabilizovanom stave ich skladujeme až do okamihu hydratácie tesne pred použitím. Vysoko kapacitné kompostárne dokážu minimalizovať nutnosť skladovania vstupných surovín plánovaním ich prísunu a ich priebežným kompostovaním.

Pri skladovaní zrelého mikrobiologicky kompletného kompostu je dôležité mať na pamäti, že ide o živý materiál. Potrebuje dýchať a udržať si optimálnu vlhkosť. Neskladujeme ho preto v uzavretých nádobách alebo vreciach. Kompost chránime pred dažďom, vysušením slnkom a vetrom zastrešením alebo špeciálnou prikrývkou z filcu, ktorá umožňuje mikrobiómu dýchať. Zároveň po nej steká dažďová voda, čím zabránime premočeniu kompostu alebo vyplaveniu cenných živín vo forme rozpustných humínových látok. Sledujeme vývoj vlhkosti kompostu, podľa potreby dáme prikrývku dole, kompost navlhčíme a znova prikryjeme až do okamihu aplikácie na pôdu. Z uvedeného vyplýva, že pri plánovaní kompostárne je vhodné pamätať na skladovacie priestory, ideálne zastrešené, aby sme umožnili kompostu vyzrieť a zároveň neznižovali jeho kvalitu vyplavovaním živín dažďom.

12. Kvalita kompostu je v prístupe Elaine Ingham posúditeľná jednoznačne podľa **biomasy baktérií, biomasy húb, počtu prvokov a nematód** optickou mikroskopikou v reálnych podmienkach. Rozlišujeme kompost:

- Nevhodný pre aplikáciu na pôdu, ak napríklad mikrobióm kompostu hovorí o jeho anaeróbnosti.

Takýto kompost musíme prekompostovať tak, že ho pridáme len v malých množstvách do nových kompostových základok. Rovnako prekompostujeme aj základky, ktoré nedosiahli požadovanú hygienizačnú teplotu počas tepelnej fázy.

- b) Vhodný na aplikáciu na pôdu s obmedzeniami, napríklad ak kompost obsahuje vyššie množstvo aktinobaktérií, vieme, že nebude úplne vhodný pre rastliny vyžadujúce si mykorízu, t. j. zeleninu, riadkové plodiny, kry, liany a stromy. Rovnako aktinobakteriálnejší kompost bude však vhodný pri pestovaní kapustovín.
- c) **Biologicky kompletný kompost** spĺňajúci všetky požiadavky na minimálny pomer biomasy húb k biomase baktérií či na množstvo predátorov, akými sú prvoky a nematódy. Aplikáciou takého kompostu na pôdu na nižšom stupni sukcesie dramaticky zvýšime úrodnosť pôdy. Za niekoľko mesiacov sa pôda vďaka kompostu zotaví tak, ako by sa prirodzeným spôsobom zotavovala desaťročia.

Alternatívny pohľad na posúdenie kvality kompostu ponúka rakúska vyhláška o kompostovaní, ktorá v závislosti od vstupných materiálov, fyzikálno-chemických ukazovateľov, znečistenia balastnými látkami (plasty, kovy a sklo), prítomnosti patogénov či testu klíčivosti rozlišuje tri triedy kvality kompostu a ďalej dopĺňa parametre pre špecifické použitia, napríklad pre výrobu biofiltra z kompostu. Tento prístup k riadeniu kvality kompostu funguje v Rakúsku, kde je kompostovanie prepojené s využitím v poľnohospodárstve a kompostovatelia chápú a dodržiavajú správne podmienky výroby kompostu. Na druhej strane však tento prístup u nás nefunguje.

Nevýhodou rakúskeho prístupu je, že sledovanie prítomnosti patogénov ešte automaticky nezabezpečí prítomnosť prospešného mikrobiómu. Mikrobiálnu kvalitu kompostu aproximuje cez fyzikálno-chemické ukazovatele a riadením procesu výroby. To však nestáčí. Na úrovni života sa totiž odohrávajú procesy, ktoré z požadovaných laboratórnych testov kompostu nevyčítame. Aj test klíčivosti nám povie len toľko, že daný kompost nie je vyslovene toxickej. Či v ňom rastlinka porastie ďalej po vyklíčení a spotrebovaní energie semienka, je iná otázka. To možno potvrdia slovenskí pestovatelia so snahom využiť kompost z bežnej kompostárne pri pestovaní sadeníc.

Posudzovanie kvality kompostu je z hľadiska potenciálu zlepšenia úrodnosti pôdy možné prirovnáť k vhodnosti kvásku na pečenie. Ak by sme pridali do cesta iba múku bez kvásku alebo kvások nízkej mikrobiologickej kvality, výsledný chlieb sice bude jedlý, ale bez štruktúry chrumkavého nafúknutého chleba. Potrebujeme nevyhnutne dobre rozbehnuté kvások. A čo rozbehne kvások? Predsa prítomnosť kvasiniek, čo je vlastne druh húb, a ideálne podmienky, ktoré vytvoríme pre reprodukciu týchto kvasiniek. Podobne je to s kompostom a jeho aplikáciou na pôdu. Aplikácia biologicky neúplného kompostu, napríklad bakteriálneho po skončení tepelnej fázy, bude podobná pridaniu múky do cesta bez kvasiniek. Rastlinám takýto kompost môže dočasne pomôcť, pretože sme dodali organickú hmotu. Budú zásobené živinami z kompostu, až kým ich nespotrebuju. My budeme spokojní, že sme pôde pomohli a zo skúseností budeme vedieť, kedy aplikovať ďalší kompost. Problém je však v tom, že **bez adekvátnej biomasy húb a bez doстатčného počtu prvokov a nematód sme prišli s každou dávkou kompostu o príležitosť obnoviť prírodné „perpetum mobile“**, teda operačný systém živín, s ktorým by sme ďalší kompost už aplikovať nemuseli, alebo len vtedy, ak si orbou alebo pesticídmi opäť zdecimujeme pôdu s hubami, prvokmi a nematódami na baktériálny prach.

Kompostovanie na Slovensku usmerňuje vyhláška o odpadoch (vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 371/2015 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o odpadoch, v z. n. p.) a väčšina prevádzkovateľov ku kompostovaniu aj pristupuje ako k procesu odpadárstva. Veľkou príležitosťou je preto začať **chápať kompostovanie ako biologickú transformáciu živín** z vedľajšieho produktu iných primárnych procesov cez mikrobiologické zhodnotenie a v priamom vzťahu k **obnove biodiverzity a biomasy degradovanej pôdy**, k zdraviu rastlín, zvierat, životného prostredia, ako aj nás ľudí.

Väčšina konvenčne obhospodarovaných poľnohospodárskych pôd je dnes žiaľ podľa toho, čo vidíme pod mikroskopom, len prachom s baktériami. Živá pôda je pritom našim každodenným chlebom. Živá štruktúrovaná pôda, kam sa zmestí vzduch aj voda, je preto príležitosťou, ktorá stojí za to. Práve vďaka kvalitnému kompostu tak vieme v našich podmienkach zanechať budúcim generáciám úrodnú pôdu.

Zoznam poznámok:

- [2] HADAR, Y. 2021. Suppressive compost: when plant pathology met microbial ecology. In *Phytoparasitica* 39. 2021, 311–314. <https://doi.org/10.1007/s12600-011-0177-1>
- [3] Center for regenerative agriculture and resilient systems: How to Build Your Own Bioreactor, California State University Chico, 2021. <https://www.csuchico.edu/regenerativeagriculture/bioreactor/bioreactor-instructions.shtml>

ODPADY

MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

ODBORNÝ MESAČNÍK

2 • 2022

- ◎ ZEVO a jeho prínosy a negatíva pri nakladaní s odpadom
- ◎ Metodická pomôcka MŽP SR k udeleniu súhlasu týkajúceho sa zneškodňovania stavebných odpadov s obsahom azbestu činnosťou D9 a D14
- ◎ Ako vrobiť kompost s vysokou mikrobiálnou kvalitou? (2.)
- ◎ Výrobcov, dovozcov a distribútorov nepotravinových výrobkov čaká nové nariadenie o všeobecnej bezpečnosti výrobkov
- ◎ Stavebný odpad v kontexte strategických dokumentov (2.)
- ◎ Sklad nebezpečných odpadov



Wolters Kluwer