

# KOMPOSTOVANIE, PATOGÉNY A PRÍLEŽITOSTI POZITÍVNYCH ZMIEN

PhDr. Lucia Bařák Lukáňová,  
PedaVita OZ

**V otázke zneškodnenia alebo možného prežívania rastlínnych a živočíšnych patogénov prevláda nielen verejne, ale čiastočne aj medzi odborníkmi nedostatok povedomia o schopnosti patogénov prežívať, resp. neprežívať meniace sa podmienky prostredia. V tomto článku sa preto pokúsime o priblíženie kľúčových aspektov prostredia vedúceho k množeniu versus k potlačeniu patogénov, o oddelenie neopodstatneného strachu od skutočných rizík, ktoré treba ošetriť, a o možnosti potlačenia patogénov kompostovaním.**

Na začiatok treba zodpovedať otázku, prečo máme v otázke patogénov historicky viac strachu ako dát a čo je dôsledkom takéhoto stavu?

Schopnosť eliminovať patogény v prostredí človeka bola po tisícočia otázkou života a smrti. Naše súčasné poznatky v oblasti nakladania s mikrobiálnymi patogénmi stoja na dvoch hlavných pilieroch:

1. Iniciálne experimenty Louisa Pasteura v 19. storočí ukázali, že účinným spôsobom eliminácie patogénov je poňom pomenovaná „pasterizácia“. Ide o **zabitie patogénov**. Najčastejšie zabijame patogény teplom, antimikrobiálnymi látkami alebo žiarením. V extrémnom prípade zabijeme patogény spálením, čím ich zničíme energeticky a v závislosti od podmienok ekologicky a zdravotne problematickým spôsobom spolu aj s ich nosičom/substrátom.
2. Metódy skúmania mikrobiómu boli až do umožnenia DNA sekvenácie na prelome 21. storočia obmedzené primárne na počítanie mikrobiálnych kolónii vystavaných na živných médiách v miskách. Živné médiá pritom vyhovujú menej ako 0,1 % mikrobiálnych druhov pôdy (pričom pôda je našim najväčším genetickým zdrojom). Táto metóda je preto vhodná na potvrdenie prítomnosti patogénov, ale zvyšných 99,9 % prospešného mikrobiómu takýmto spôsobom nevieme identifikovať napriek tomu, že práve prospešná časť mikrobiómu spolu s podmienkami pre jej ďalší rast rozhoduje o osude potenciálne prítomných patogénov.

Medzi najproblematickejšie dôsledky takto obmedzeného pochopenia mikrobiómu a nakladania s potenciálnymi patogénmi patria:

- Vyskytuje sa presvedčenie, že spaľovanie záhradného odpadu je nevyhnutná prijateľná prax. Záhradný

odpad niektorí spaľujú napriek tomu, že to súčasná legislatíva nepovoľuje.

- Na Slovensku je málo známa možnosť likvidácie biologicky nebezpečného odpadu dodržaním správnej kompostovacej praxe tepelného kompostovania. Vo svete sa začína tejto metóde venovať stále viac pozornosti kvôli ekologickým a ekonomickým výhodám. Slovensko disponuje jedinou kafiliériou [1], čo neúmerne predražuje výrobné náklady živočíšnej výroby a znižuje konkurencieschopnosť slovenských produktov.
- Vďaka poľnohospodárskej praxi využívajúcej toxickej chemikálie na elimináciu chorôb a škodcov sme prišli o veľkú časť pôdnej biodiverzity s kaskádovitým dopadom na mnohé oblasti zdravia životného prostredia aj nás ľudí: degradácia pôd a dezertifikácia, oslabenie včelstva, kolaps populácie hmyzu a vtáctva, kontaminácia povrchových aj spodných vôd, pokles živinovej hodnoty potravín, nárast neurodegeneratívnych, mentálnych, autoimunitných a iných ochorení sú priamym dôsledkom nesprávneho obrazu o živote v pôde a súvisiacimi procesmi. V regeneratívnom poľnohospodárstve sa pritom kvalitný kompost a tekuté prípravky z neho stávajú primárnym zdrojom ochrany, výživy aj regenerácie pôdy zároveň.
- Preventívne preliečovanie hospodárskych zvierat viedie ku kontaminácii odpadov a podobne ako v nemocniciach k výskytu baktérií rezistentných voči antibiotikám s rizikom prenosu na ľudí [2]. Odčervovacie látky v zvieracom truse inhibujú proces kompostovania a degradujú diverzitu prospešného mikrobiómu v komposte.
- Zabijanie patogénov antibiotikami degraduje prospešný črevný mikrobióm a viedie k výskytu

mikrobiálnych druhov rezistentných voči antibiotikám. Strácame tak možnosť ochrany v najkritickejších prípadoch ohrozenia zdravia ľudí.

- „Sterilné“ prostredie nemocníc sa stalo zdrojom rezistentných mikróbov, napríklad MRSA (Methicillin-resistant Staphylococcus aureus). Pobyt v nemocniacích môže byť preto pre imunitne oslabených jedincov zdrojom nákazy, ktorú konvenčná medicína nevie vyliečiť napriek tomu, že to dokáže obyčajný kefír cez niektorý z mechanizmov, ktorým prospěšný mikrobióm pri vhodných podmienkach víťazí nad patogénnym. [3, 4]

Prečo a ako vieme napraviť menované problematické dôsledky zastaranej paradigmy?

Zabíjanie nie je jediným a, pre mnohých možno prekvapivo, ani tým najúčinnejším spôsobom eliminácie patogénov. Chybu v pohľade na vec si údajne na smrteľnej posteli uvedomil aj samotný Louis Pasteur, keď prehlásil, že „*problém spočíva v prostredí, nie v mikróbach*“.

Vytvorením prostredia vhodného pre prospěšný mikrobióm sme schopní postupne eliminovať patogény nie ich okamžitým zabitím (stará paradigma), ale **postupnou elimináciou patogénov mechanizmami konkurencie, inhibície a pozierania** v prostredí vhodnom pre prospěšný mikrobióm (nová paradigma). Účinnosť novej paradigmy preukazujú mnohé kritické štúdie hovoriace o schopnosti kompostu potlačiť patogény:

**„V aktívnej teplnej fáze je teplota kompostu dostatočne vysoká na zabicie patogénov a rastlin semien...“** [5]

**„Vermikompost znížil výskyt fekálnych koliformných baktérií na nedetegovateľnú úroveň**

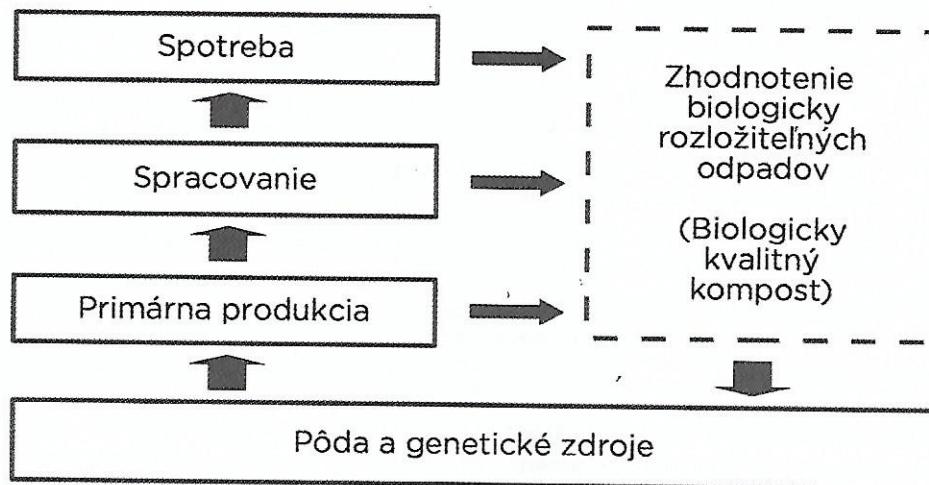
**za 90 dní. Zníženie E. coli a celkových koliformných baktérií možno pripisať mikrobiálnej konkurencii.“** [6]

**„Kompostovanie môže slúžiť ako praktický a ekonomický spôsob likvidácie špecifických rizikových materiálov alebo uhynutých zvierat potenciálne infikovaných priónovými chorobami (prenosné spongiformné encefalopatie).“** [7]

Znamená to, že namiesto riešenia príliš úzko položenej otázky, ako zabiť patogén s následným zabitím aj prospěšného mikrobiómu, oveľa väčší zmysel má klášť si otázku, či **vytvárame prostredie pre šírenie prospěšných mikróbov alebo vytvárame prostredie pre šírenie patogénov?**

Práve **kompostovanie je klúčovým prvkom biocirkulárneho reťazca**, v ktorom nám **ide o viac než nákladanie s odpadmi**. Kompostovaním myslíme striktne **aeróbny proces mikrobiálnej premeny** zmesi organických materiálov na humínové látky (čo si takýto proces vyžaduje, sme popísali v čísle 5/2022 časopisu Odpady).

Kompostovanie môžeme chápať ako prostriedok na zvýšenie biomasy a biodiverzity prospěšného mikrobiómu v celom reťazci od pôdy, cez produkciu, spracovanie až po spotrebu podľa obr. 1. Cez biologické zhodnotenie rozložiteľných odpadov kompostovaním na vysokú biomasu a biodiverzitu pôde prospěšného mikrobiómu vieme konštruktívne uchopiť zmenu paradigmy potrebnú pre zvýšenie prirodzeného produkčného potenciálu pôdy s dopadom na zdravie a výnos rastlín, zdravie zvierat, zdravie ľudí, ako aj zdravie životného prostredia s priamym súvisom s HDP a potravinovou sebestačnosťou Slovenska.



Obrázok 1 Vzťah kompostovania k produkčným zdrojom a spotrebe

Z uvedeného vyplýva, že **kompostovanie je pri dodržaní správnej kompostovacej praxe bezpečným spôsobom zneškodnenia rastlinných [8, 9] a živočíšnych [7, 10] patogénov**. Kvalitný kompost je ďalej aplikáciou na pôdu alebo v tekutej forme foliárne účinným prostriedkom potlačenia rastlinných patogénov cez mechanizmy konkurencie, inhibície a predátorstva [11, 12].

**Správnym kompostovaním vieme plne nahradiť prax spaľovania záhradných odpadov.** Pri vysokom zaťažení životu nebezpečnými patogénmi je súčasťou tradične zaužívaná prax spaľovania, no dôležité je poukázať na fakt, že ide primárne o logistické riešenie, pretože pri dostatočných kapacitách schopných dodržať správnu kompostovaciu prax možno zneškodniť nielen rastlinné, ale aj tie najobávanejšie ľudské patogény, akými sú e.coli, salmonella, shigella či dokonca príony [7].

Investície do rozvoja kapacít pre výrobu biologicky kvalitného kompostu a investície do výskumu a vývoja [10]

procesov a zariadení zaručujúcich bezpečné lokálne skompostovanie a zneškodenie zdrojov aj tých najobávanejších patogénov predstavujú strategickú príležitosť Slovenska. Uchopením menovaného potenciálu biocirkularity realizujeme dodatočný multiplikačný efekt „výhod, ktoré vyplývajú zo zdravej pôdy pre ľudí, potraviny, prírodu a klímu“ [13]. O tento multiplikačný efekt napríklad prichádzame energetickým z(ne)hodnotením biologických odpadov anaeróbymi procesmi bez následného aeróbneho prekompostovania, pri priamej aplikácii digestátov na pôdu sa môžu dostaviť problémy „agronomicke (nízka koncentrácia živín, vysoká salinita, atď.), ekonomicke (náklady na dopravu a manipuláciu) a environmentálne (emisie plynov, vylavovanie živín a šírenie patogénov)“ [14]. Veľkou príležitosťou pre pozitívne zmeny v oblasti odpadárstva, polnohospodárstva či zdravia krajiny je preto nielen prekompostovanie kalov z čističiek odpadových vôd [15], ale aj stále diskutovanejšie prekompostovanie odpadov bioplyniek pred ich aplikáciou na pôdu. ■

#### Citované a ďalšie štúdie ku kompostu a patogénom:

- [1] SEDLÁK, J. 2019. *Slovensku zostala len jedna kafiléria*. [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné na: <<https://ekonomika.pravda.sk/ludia/clanok/523211-slovensku-zostala-len-jedna-kafileria>>.
- [2] KOECK, R. 2013. *Unerwünschtes Souvenir aus dem Tierstall – Antibiotikaresistente Bakterien können von Tieren auf Menschen übertragen werden*. [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné na: <<https://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/unerwunschtes-souvenir-aus-dem-tierstall-antibiotikaresistente-bakterien-können-von-tieren-3099.php>>.
- [3] JONES, S. 2016. *How did kefir save my husband's life?* [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné na: <<https://www.chucklinggoat.co.uk/how-did-kefir-save-my-husbands-life/>>.
- [4] VANIKY DUARTE MARQUES ET AL. 2020. *A new class of antimicrobial molecules derived from kefir, effective against Pseudomonas aeruginosa and methicillin resistant Staphylococcus aureus (MRSA) strains*. [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné na: <<https://www.nature.com/articles/s41598-020-73651-7>>.
- [5] CHEN, L. a spol. 2011. *The composting process*. University of Idaho, Dairy Manure Compost Production and Use in Idaho 2, 513-532. [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné na: <<https://www.extension.uidaho.edu/publishing/pdf/cis/cis1179.pdf>>.
- [6] RODRIQUE, J. R. 2020. *The effects of vermicomposting and pre-composting on fecal coliform bacteria occurrence in animal manures*. Thesis at the University of Hawai'i. [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné na: <[https://dspace.lib.hawaii.edu/bitstream/10790/5380/Rodrique\\_hilo.hawaii\\_14180\\_10192.pdf](https://dspace.lib.hawaii.edu/bitstream/10790/5380/Rodrique_hilo.hawaii_14180_10192.pdf)>.
- [7] XU, S. a spol. 2014. *Biodegradation of prions in compost*. [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné na: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24819143>>.
- [8] NOBLE, R – ROBERTS, S. J. 2004. *Eradication of plant pathogens and nematodes during composting: a review*. [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné na: <[https://www.planthealth.co.uk/downloads/ppa\\_1059.pdf](https://www.planthealth.co.uk/downloads/ppa_1059.pdf)>.
- [9] DE CORATO, U. 2020. *Disease-suppressive compost enhances natural soil suppressiveness against soil-borne plant pathogens*. A critical review, Rhizosphere, vol 13, march 2020. 100192. [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné na: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2452219819302046?via%3Dihub>>.
- [10] WILKINSON, K. G. 2007. The biosecurity of on-farm mortality composting. In *Journal of Applied Microbiology*. január 2007. [online]. [cit. 2022-05-17]. Dostupné na: <<https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.13652672.2006.03274.x>>.
- [11] INGHAM, E. *Soil Food Web: Inhibiting pests and diseases, How it works*. VIDEO. [online]. [cit. 2022-05-31]. Dostupné na: <<https://www.soilfoodweb.com/resources/animations-videos/?vID=372480255%3Fh%3D7c04397066>>.
- [12] DEBODE, J. et al. *Focus Group SOIL-BORNE DISEASES, Mini-paper – Organic Matter, Compost*. [online]. [cit. 2022-05-31]. Dostupné na: <[https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/\\_2\\_eip\\_sbd\\_mp\\_organic\\_matter\\_compost\\_final.pdf](https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/_2_eip_sbd_mp_organic_matter_compost_final.pdf)>.
- [13] Stratégia EÚ v oblasti pôdy do roku 2030. Dostupné na: <[https://ec.europa.eu/environment/strategy/soil-strategy\\_sk](https://ec.europa.eu/environment/strategy/soil-strategy_sk)>.
- [14] TORRES-CLIMENT, A. et al. 2015. Composting of the Solid Phase of Digestate from Biogas Production: Optimization of the Moisture, C/N Ratio, and pH Conditions. In *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. Volume 46, 2015. [online]. [cit. 2022-05-31]. Dostupné na: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00103624.2014.988591>>.
- [15] DUMONTET, S. a spol. 1999. Pathogen Reduction in Sewage Sludge by Composting and Other Biological Treatments: A Review. In *An International Journal for Sustainable Production Systems*. Vol 16, 1999, 2014. [online]. [cit. 2022-05-17]]. Dostupné na: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01448765.1999.9755243>>.



MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

ODBORNÝ MESAČNÍK

7-8 • 2022

- ◎ Zmeny vyhlášok č. 373/2015 Z. z.  
a č. 371/2015 Z. z.
- ◎ Odpadové hospodárstvo verus  
obehové hospodárstvo
- ◎ Kompostovanie, patogény  
a príležitosti pozitívnych zmien
- ◎ Odpady z obalov z domácností  
a odpady z neobalových  
výrobkov analyzované  
vo vybraných mestách  
Slovenska (2.)
- ◎ Triedený zber textilu a šatstva
- ◎ Odpadové hospodárstvo  
v priemyselnom sektore
- ◎ Správa o činnosti osôb  
vykonávajúcich triedený zber  
komunálnych odpadov z obalov  
a neobalových výrobkov



Wolters Kluwer