

## REVIEW

## Vermikompostovanie, vermikompost a použitie vermikompostu samostatne a spolu s minerálnymi N hnojivami

### Vermicomposting, vermicompost and the use of vermicompost alone and together with mineral N fertilizers

**Peter Kováčik, Pavol Slamka, Ladislav Varga, Mária Kmeťová, Peter Šalamún**

*Poľnohospodárstvo výrazne prispelo k rozvoju ľudstva, k rozvoju civilizácií. Napriek tomu, že v sebe integruje poznatky stovák až tisícok generácií, väčšina obyvateľstva súčasnej Európy má minimum poznatkov z tohto odvetvia. Naopak, súčasná stredná a mladá generácia európanov, vďaka internetu disponuje mnohými informáciami z oblasti pestovania rastlín, ktoré sa však neopierajú o vedecké a častokrát ani o empirické poznatky. V laickej verejnosti sú udomácnené informácie o „len“ pozitívnom vplyve hospodárskych (organických) hnojív na pôdu a rastliny. Avšak hospodárske hnojivá, vrátane vermikompostov, tak ako všetko s čím narába človek, môžu mať pozitívny i negatívny vplyv na pôdu, rastlinu, na životné prostredie. Cieľom predkladaného príspevku je predostrieť čitateľom najnovšie poznatky z oblasti výroby a použitia stále viac a viac propagovaného hospodárskeho (organického) hnojiva vermikompostu s upozornením na vhodnosť používať vermikompost spolu s minerálnym dusíkatým hnojivom.*

#### vermikompost, minerálne hnojivá a dusík

Vermikompostovanie je zhodnocovanie odpadových produktov technológiou chovu dážďoviek, najčastejšie rodu *Eisenia foetida*, ktoré v zaživacom trakte natrávené organické látky zmiešavajú s minerálnymi (s pôdou) za vzniku relatívne vodostálych agregátov vylučovaných vo forme valčekov (koprolitov) majúcich pozitívny vplyv na fyzikálne, chemické a biologické parametre pôdy. Pri vermikompostovaní dážďovky urýchľujú mineralizáciu organických látok a konvertujú potravu na látku s vyššou nutričnou hodnotou a stupňom humifikácie v porovnaní s tradičnými metódami kompostovania (2).

Doba procesu vermikompostácie je asi tri mesiace a priamo závisí od štruktúry použitých vstupných materiálov (46, 5). Zrelý vermikompost predstavuje štvrtinu až tretinu objemu použitého pôvodného materiálu a 30 – 40 % jeho hmotnosti (79).

Vermikompost je výsledok biologického rozkladu a stabilizácie organickej hmoty získanej rozkladom poľnohospodárskeho, mestského a priemyselného odpadu prostredníctvom chovu dážďoviek (64). Vermikompost, na rozdiel od konvenčného kompostu, je produktom zrýchlenej biooxidácie organickej hmoty za účasti dážďoviek, bez prechodu cez termickú fázu (7, 74), čo však platí iba vtedy, ak sú dážďovky vkladajú priamo do čerstvo pripravenej zmesi, bez jej predchádzajúcej fermentácie. Najčastejšie sa však uplatňuje technológia výroby vermikompostu pri ktorej sú dážďovky vkladajú už do zmesi, ktorá prešla fermentačnými zmenami trvajúcimi od 1 do 6 mesiacov v závislosti od použitých materiálov, čo je pokladané za efektívnejšie.

V porovnaní s bežnými kompostmi, vermikomposty zväčša obsahujú väčšie množstvá celkových živín pri súčasne väčšom percentuálnom zastúpení prijateľných foriem. Významný je i vysoký počet mikroorganizmov a nezanedbateľná je i hladina regulátorov rastu (auxínov, giberelínov, citokinínov). V 1 kg vermikompostu sa zvyčajne nachádza 2,75 mg GAS giberelínov, 1,05 mg IPA cytokinínov, 3,8 mg IAA auxínov. Jeden gram vermikompostu kolonizuje priemerne 180 miliónov baktérií, 2,8 miliónov aktinomicét, 200 tisíc húb. Obsah huminových kyselín je 7,5 % a obsah fulvokyselín je 3,5 %. Vo vermikompostoch je obsah rastových regulátorov 5- až 6-krát vyšší ako v klasických kompostoch (33).

Obsahy živín v jednotlivých vermikompostoch (VK) sa líšia. Priemerné obsahy živín vo VK uvádza tabuľka 1. Platí, že konečný obsah živín je závislý na počiatočnom obsahu živín v odpadovom materiáli použitom pri kompostovaní, od stupňa rozkladu fermentovanej hmoty a v neposlednom rade od dĺžky spracovávania vermikompostu dážďovkami. Kvalita vermikompostu je determinovaná i hlienom vylučovaným dážďovkami (75).

V pokusoch Garga et al. (17) sa vo vermikomposte vzniknutom z poľnohospodárskeho odpadu, po 100 dňovej inokulácii dážďovkami preukazne zvýšil obsah dusíka, fosforu a draslíka. Obsah N sa zvýšil 4,89-krát, obsah P 1,43-krát a obsah K 4,24-krát. Na zvyšovanie obsahu prístupných foriem živín, najmä na obsah prístupného fosforu vo vermikompostoch po naočkování dážďovkami poukázali aj (43 a 63). Zvýšenie obsahu prístupného fosforu sa prisudzuje jednak priamemu pôsobeniu enzýmov vylučovaných dážďovkami a jednak nepriamo prostredníctvom prítomnej mikroflóry. Zvyšovanie obsahu prístupného fosforu pri procese vermikompostovania možno označiť aj za dôsledok vyššieho obsahu a aktivity fosfatázy, ktorá je vylučovaná dážďovkami a baktériami (11). Zvyšovanie obsahu mobilného draslíka vo výslednom vermikomposte je spôsobené prítomnosťou mikroorganizmov, kedy organické kyseliny produkované mikroorganizmami transformujú neprístupné formy draslíka na prístupné (17).

Vermikomposty majú jemnú drobnohrudkovitú štruktúru, sú kypré (pórovité), dobre prevzdušnené, znižujú hutnosť pôdy, majú dobrú schopnosť zadržiavať vodu, stabilizujú pôdne agregáty a zlepšuje príjem živín rastlinami (13). V porovnaní s konvenčným kompostom má vermikompost zvyčajne jemnejšiu štruktúru, ktorá poskytuje väčšie plochy pre absorpciu a zadržiavanie živín (24, 66). Živiny vo vermikomposte, N, P, K, Ca a Mg sú v ľahko dostupných formách pre rastliny (3, 13, 51).

Spracovanie klasického záhradného kompostu prostredníctvom dážďoviek (najmä rodu *Eudrilus eugeniae*) môže viesť k preukaznému zníženiu obsahu ťažkých kovov vo

Tabuľka 1: Priemerné obsahy živín vo vermikompostoch

Parameter	Značka	Vermikompost (%)		
		Nagavallemma et al. (2004)	Hernández et al. (2010)	Kováčik (2014)
Organický uhlík	C <sub>ox</sub>	9,8 – 13,4	24	25 – 50
Dusík	N	0,51 – 1,61	1,6	1,0 – 3,0
Fosfor	P	0,19 – 1,02	0,014	0,2 – 1,2
Draslík	K	0,15 – 0,73	0,21	0,7 – 3,2
Vápnik	Ca	1,18 – 7,61	0,62	2,0 – 6,9
Horčík	Mg	0,093 – 0,568	0,21	0,9 – 1,6
Sodík	Na	0,058 – 0,158	0,08	–
Zinok	Zn	0,0042 – 0,110	0,0076	–
Meď	Cu	0,0026 – 0,0048	0,0016	–
Železo	Fe	0,2050 – 1,3313	0,0991	–
Mangán	Mn	0,0105 – 0,2038	0,0141	–
Reakcia	pH	–	7,3	6,5 – 8,0

výslednom vermikomposte, konkrétne kadmia (pokles o 43,3 – 73,5 %), chrómu (pokles o 11,3 – 52,8 %), medi (pokles o 18,9 – 62,5 %), kobaltu (pokles o 21,4 – 47,6 %), zinku (pokles o 34,6 %) a niklu (pokles o 19,9 – 49,6 %), v porovnaní s pôvodným použitým kompostom. Zistené poklesy obsahu ťažkých kovov viacerí autori odôvodnili ich následnou kumuláciou v telách dážďoviek počas procesu vermikompostácie (39, 68, 73, 76). Prínos tejto kumulácie ťažkých kovov telom dážďoviek je však významný vtedy, pokiaľ sú dážďovky vyberané z vermikompostu a sú použité na inokuláciu v ďalšej kompostovacej hromade, to znamená, že nie sú aplikované spolu so vzniknutým vermikompostom do pôdy.

V tráviacom trakte živočíchov, vrátane dážďoviek sa nachádza viacero mikroorganizmov. Mikroorganizmy v dážďovkách svojou enzymatickou aktivitou vytvárajú symbiotické a synergické vzťahy s dážďovkami, a tým sa podieľajú nielen na celkovej enzymatickej kapacite vermikompostov, ale aj na zvýšenom raste dážďoviek. Ide hlavne o mikroorganizmy *Entomoplasma somnilius* a *Bacillus licheniformis*, vrátane kmeňov *Aeromonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Ferrimonas* (21). Najpočetnejšie baktérie, ktoré sa nachádzajú vo vermikomposte patria do troch hlavných rodov, a to *Pseudomonas* (15 %), *Bacillus* (57 %), *Microbacterium* (12 %), zvyšné patria do rodov *Acinetobacter* (5 %), *Chryseobacterium* (3 %), *Arthrobacter*, *Pseudoxanthomonas*, *Stenotrophomonas*, *Paenibacillus*, *Rhodococcus*, *Enterobacter*, *Rheinheimera* a *Cellulomonas*. Prítomné mikroorganizmy pôsobia na rast rastlín jednak priamo, prostredníctvom produkcie rastových stimulačných hormónov a enzýmov akými sú kyselina indol-3-oxová (IAA – indole-3-acetic acid); 1-aminocyclopropan-1-karboxylátdeamináza (ACC deamináza); „fosforečnany rozpúšťajúci enzým“ (phosphate-solubilizing enzyme – „fosfatáza“) a jednak nepriamo, produkciou širokého spektra antimykotických metabolitov, hydrolytických enzýmov a siderofórov (16, 53). Ďalšie z enzýmov, ktoré sa hojne nachádzajú vo vermikomposte sú amylázy, lipázy, celulózy a chitinázy, ktoré sa podieľajú na rozkladaní organickej hmoty a na prístupňovaní imobilných živín (23). Baktérie rodov *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces*, *Azospirillum*, *Azoarcus*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Cyanobacteria*, *Herbaspirillum* a *Chryseobacterium* sú známe ako významní producenti rastlinných rastových stimulantov (42, 61, 54).

Vermikompost je významným zdrojom humusu, humínovým kyselín, ktoré priaznivo pôsobia na parametre pôdy a úrodu rastlín. Humínové kyseliny a fulvokyseliny obsiahnuté vo vermikomposte umožňujú rastlinám lepšie využiť živiny z pôdy prostredníctvom stimulácie rastu koreňov, pomáhajú rastlinám prekonať stresové situácie (38).

Použitie kompostov je závislé na ich parametroch. Zväčša sa používajú v dávkach zhodných s dávkami maštalného hnoja, pričom využitie živín z nich je nižšie (N a P – 25 až 45 %, K – 40 až 65 %) a krátkodobejšie (jeden až dva roky) ako z hnoja, avšak ich pozitívny vplyv na fyzikálne, chemické a biologické parametre je dlhodobejší. Relatívne stabilné organominerálne komplexy v komposte umožňujú jeho použitie takmer počas celého roka a v oblastiach s dostatkom zrážok si nevyžaduje zaoranie, i keď jeho zapracovanie do pôdy zvyšuje pozitívny účinok na pôdu i rastliny.

Jedným z prvých krokov pri výrobe vermikompostu je výber substrátov na fermentáciu. Vo všeobecnosti sa odporúča pred samotným vložením dážďoviek do pripravenej zmesi nechať zmes prejsť fermentačnými procesmi.

Na výrobu vermikompostov možno použiť rozličné materiály (18). Ich základom je celulóza, musia však obsahovať aj dostatok bielkovín, škrobových látok, tukov, vitamínov a minerálnych látok. Najčastejšie sa používa rastlinný odpad z parkov, listová hrabanka, drewná štiepka, slama, piliny, potravinársky odpad, papierenský odpad a hnoj od rôznych druhov zvierat. Z hnojov sa v Európe najviac používa hnoj od hovädzieho dobytku, pretože je najdostupnejší.

Rast dážďoviek a produkcia kokónov v jednotlivých druhoch hnojov nie je rovnaká. Najväčší prírastok biomasy na dážďovku býva v hnojoch v tomto poradí: ovčí > somárí > byvolí > kozí = kravský = konský > ťaví. Najviac vyprodukovaných kokónov na jedinca býva v jednotlivých hnojoch nasledovné: ovčí > kravský = konský = kozí > ťaví > somárí > byvolí. Z tohto pohľadu možno pre rast a rozmnožovanie dážďoviek uprednostniť použitie ovčieho hnoja.

Je dokázané, že dážďovky rôznych druhov uprednostňujú rôzne druhy organických zvyškov, z tohto dôvodu na výrobu vermikompostu možno použiť kal (8, 45), živočíšne odpady (4, 22, 78), zvyšky z poľnohospodárskych plodín (44, 51, 65), odpad z vinohradníctva (56) a priemyslu (2, 27). Adhikary (1) odporúča poľnohospodársky odpad

miešať s kravským hnojom v pomere 8 : 1 a Garg et al. (17) odporúča miešať zkompostovaný materiál s kravským hnojom a pôdou v pomere 6 : 3 : 1.

Ako už bolo uvedené, veľkovýrobcovia vermikompostu vkladajú dážďovky do pripravených, predfermentovaných zmesí, pričom predfermentácia môže trvať 6 mesiacov (drevná štiepka), alebo mesiac (čerstvé a suché byliny, hnoj a pod). Lowe et al. (41) odporúča vytvoriť také podmienky, aby proces „predkompostácie zmesi prebehol za 14 – 21 dní počas ktorých dôjde k zvýšeniu teploty až na 70 °C. Vysoká teplota kompostovanej zmesi zbaví patogénov (nastáva sterilizácia zmesi) a inaktivujú sa semená burín.

Ďalším krokom pri výrobe vermikompostu je výber plochy na kultiváciu. Na spracovanie malých objemov substrátov u záhradkárov, drobnochovateľov alebo domácností postačí niekoľko štvorcových metrov. Adhikary (1) má dobré skúsenosti s drevenou debničkou o rozmeroch 0,45 × 0,30 × 0,45 m. Pri výrobe kompostu väčších objemov z poľnohospodárskeho odpadu uvedení autor odporúča rozmery kompostáčnych nádob 2,5 × 1 × 0,3 m (dĺžka, šírka a hĺbka). Na Slovensku sú rozšírené nádoby ktoré majú pomer medzi výškou, hĺbkou a dĺžkou 1 : 2 : 3, a to z toho dôvodu, že aktivita dážďoviek je závislá od plochy povrchu. Nádoby pre výrobu vermikompostu treba vybaviť otvormi pre odtok nadmernej vody. Na spodok nádoby, v ktorej sa bude vyrábať kompost, sa odporúča uložiť fóliu s otvormi, ktorá by sa mala zasypať do výšky 0,03 m zeminou a do výšky 0,05 m kokosovými vláknami, čo posluží na odvádzanie prebytočnej vlhkosti. Vermikompostáčnej debničky je potrebné mať zo všetkých strán zabezpečené pred únikom dážďoviek a vstupom škodcov.

Výroba vermikompostov vo veľkých objemoch si vyžaduje aby základka určená k výrobe vermikompostu bola na spevnenom (vybetónovanom) podklade, alebo aspoň na podklade pokrytom silnou fóliou, aby sa zamedzilo úniku dážďoviek a prieniku krtkov. Zhodnocovaný materiál (zmes listia, papiera, pilín, slamy, burín v zelenom stave, listie tráv, šupky z ovocia, zbytky zo zeleniny, škrupiny z vajec, konský, ovčí, alebo hovädzí hnoj, ornica, záhradná zemina, atď.) má mať neutrálnu až slabu alkalicke pH (optimum pH pre dážďovky 7,0 – 7,5) s pomerom C : N = 22 – 25 : 1, ale môže byť až 40 : 1 (tabuľka 2) a vrstviť sa na výšku 0,4 – 0,5 m. Na jeho povrch sa umiestnia dážďovky a ďalšia časť namiešaného substrátu, čím celková výška základky dosiahne 0,6 m. Pripravená základka sa zakryje tmavou fóliou, čím sa obmedzí

**Tabuľka 2:** Požiadavky dážďovky hnojnej (*Eisenia foetida*) na substrát

Parameter	Optimum	Tolerancia
C : N	22 – 25 : 1	40 : 1
pH	7,0 – 7,5	6,5 – 8,0
Vlhkosť (%)	70 – 75	60 – 80
Teplota (°C)	15 – 20	<15
Obsah N (%)	1,5 – 2,0	0,5 – 2,5
Obsah solí (%)	0,05 – 0,25	do 0,5
Vodivosť (mScm <sup>-1</sup> )	0,5 – 1,0	do 3,0
Obsah metánu	minimum – citlivé	–
Obsah amoniaku (%)	málo	do 0,1
Plesne	minimum	–

Zdroj: Kováčik (2014)

výpar vody a možnosť požierania dážďoviek vtákmi (31). Dážďovky z rodu *Eisenia foetida* dobre prežívajú pri vlhkosti 70 – 75 %. Keďže sú tolerantnejšie k vyššej vlhkosti a k chladu ako k suchu a vyššej teplote, vlhkosť substrátu sa má udržiavať na hladine cca 75 – 80 % PVK. Najvhodnejšia teplota je 15 – 20 °C avšak platí, že je lepšie keď je teplota nižšia ako vyššia. Technologických postupov vermikompostovania je viacero. Niektoré pracujú s výškou vermikompostoviska len 0,3 m. Spracovanie 1 t zfermentovaného substrátu pripraveného na vermikompostovanie si vyžaduje plochu 1 – 2 m<sup>2</sup> pri vrstvení materiálu do výšky 0,6 m (79).

Vychádzajúc z nárokov dážďoviek na prostredie (tabuľka 2), vermikompostovaná zmes musí mať určité parametre. Obsah dusíka v kompostovanom materiáli je jedným z kľúčových parametrov. Názory na jeho obsah v zmesi sa líšia, v závislosti od toho či ide o parametre substrátu, ktorý bude predfermentovaný, alebo ide o „čerstvý“ substrát a zároveň od toho aký druh dážďoviek sa použije. Sangwan et al. (62) uvádzajú obsah 0,5 % N ako dolnú limitnú hodnotu, čo koreluje s údajmi uvedenými v tabuľke 2. Pomer uhlíka a dusíka (C : N) by podľa názorov (79) mal oscilovať v rozmedzí 15 – 25 : 1. Iné údaje odporúčajú pracovníci Katedry agrochémie a výživy rastlín SPU v Nitre, ktorí pri realizácii pokusov v roku 2012 zaznamenali, že pomery C : N by mali byť v intervale 20 až 35 : 1. Reakcia kompostovanej zmesi by mala byť neutrálna (pH 6,6 – 7,2) pričom pH < 5 alebo pH > 9 sú pre dážďovky smrteľné (25).

Názory na teplotu kompostovaného substrátu sú rôzne. Loh (40) odporúča teplotu 26 až 30 °C, Singh et al. (69) preferuje teplotu 27 až 28 °C, Adhikary (1) publikoval ako vhodný teplotný interval 20 až 30 °C. Edwards a Niederer (14) odporúčajú dodržiavať teplotu kompostovanej zmesi v prítomnosti dážďoviek v rozmedzí 15 – 25 °C, pričom teplota by nemala stúpnuť nad 35 °C.

Vlhkosť substrátu je taktiež kľúčovým parametrom. Pri nedostatočnej, alebo nadbytočnej vlhkosti dážďovky z kompostu unikajú. Dážďovky z rodu *Eisenia foetida* dobre prežívajú pri vlhkosti 70 – 75 %. Keďže sú tolerantnejšie k vyššej vlhkosti a k chladu ako k suchu a vyššej teplote, vlhkosť substrátu sa častokrát udržiava na hladine cca 75 – 80 % PVK (33). Kaplan et al. (25) odporúčajú udržiavať vlhkosť substrátu medzi 70 – 85 %. Podobný názor zastáva i (40) preferujúc vlhkosť kompostovanej zmesi na úrovni 80 %. Edwards (12) odporúča udržiavať vlhkosť kompostovanej zmesi ešte na vyššej úrovni (80 – 90 %), pričom by vlhkosť nikdy nemala klesnúť pod 60 %. Oproti názorom preferujúcim vlhkosť nad 70 %, sú i názory odporúčajúce vlhkosť pod 70 %. Adhikary (1) odporúča pri použití dážďovky *Eudrilus eugeniae* udržiavať vlhkosť vo vermikompostáčnych jamách iba na úrovni 40 – 50 %.

Obsah solí v kompostovanej zmesi by nemal presiahnuť 0,5 % a obsah octanu amónneho nad 0,1 % spôsobuje 100 % úmrtnosť (25).

Pri vytváraní čo najvhodnejších podmienok pre život dážďoviek a následne pre vermikompostáciu, treba mať na zreteli, že na svete sa nachádza približne 3 000 druhov dážďoviek.

Pred inokuláciou fermentačnej hromady dážďovkami sa odporúča vykonať skúšku (test) vhodnosti substrátu na vermikompostovanie. Postup je nasledovný. Do nádoby s obsahom 2 až 3 l sa vloží vzorka substrátu (fermentovaného materiálu) a následne sa vložia dážďovky v počte



30 až 50 jedincov. Po uplynutí 14 hodín sa vyhodnotí stav dážďoviek. Ak zostali nažive a nejavia známky poškodenia, substrát sa môže použiť a môžu sa doň začať vkladať dážďovky. Vkladané dážďovky musia byť dobre pohyblivé, pružné, bez známkov zosychania alebo povrchového poškodenia.

V podmienkach Slovenska sa na vermikompostáciu využívajú najčastejšie dva druhy dážďoviek: *Eisenia foetida* a *Eisenia andrei*. Za optimálnych podmienok denne spracuje jedna dážďovka asi tretinu svojej telesnej hmotnosti (0,4 – 1,2 g). Po rozmnožení dážďoviek v komposte sa ich počet často zvýši 15-násobne. Z doterajších zistení možno predpokladať, že pri násade 4 000 – 5 000 jedincov rôzneho veku, ktorých hmotnosť je 0,5 – 1,5 kg.m<sup>-2</sup> surového materiálu, sa surovina s hmotnosťou 1 t transformuje na vermikompost za dobu 6 mesiacov. Kompostovanie je možné urýchliť nasadením väčšieho počtu dážďoviek, 15 000 – 20 000 jedincov.m<sup>-2</sup>, kedy sa čas kompostovania skrátí na 3 mesiace (79). Pre spracovanie kompostu v nádobe s rozmermi 0,45 × 0,30 × 0,45 m je postačujúcich 250 dážďoviek a pri rozmeroch kompostovej jamy 2,5 × 1 × 0,3 m (dĺžka, šírka a hĺbka) sa po uplynutí 7 – 10 dňoch do pripravenej zmesi inokulujú dážďovky v počte 500 – 1 000 jedincov (1). Podľa (69) na spracovanie 300 g zkompostovanej zmesi je potrebných 20 dážďoviek rodu *Eisenia foetida* a podľa (40) optimálna násadová hustota dážďoviek je 1,6 kg dážďoviek na 1 m<sup>2</sup> kompostovanej zmesi.

Dážďovky sa vkladajú do kultivačných hromád vždy v substráte v ktorom žili, tým je zabezpečená ich rýchlejšia adaptácia. Zle, alebo slabo sfermentované zložky vermikompostu sa spolu s dážďovkami použijú na výrobu ďalšieho vermikompostu.

Počas vermikompostácie musí byť zabezpečené udržiavanie potrebnej vlhkosti kompostu, prevzdušňovanie vermikompostu a sledovanie zdravotného stavu populácie dážďoviek. Materiál, ktorý sa kompostuje, musí zabezpečovať dážďovkám vhodné životné prostredie a súčasne poskytovať aj dostatok potravy. Staršie poznatky uvádzajú, že potravu je vhodné aplikovať postupne, na rôzne miesta, avšak do substrátu. Súčasný poznatky zamestnancov KAVR SPU v Nitre sú však také, že rastlinný odpad (ovocie, zelenina) je vhodné aplikovať v tenkých vrstvách na povrch vermikompostoviska.

Na Slovensku sa vermikompostáciou zaoberá viacero spoločností. Spoločnosť Vermivital s.r.o. Záhorce realizuje vermikompostáciu v halách, ale aj v prístreškoch pričom výška substrátu je 0,3 až 0,4 m a na prikrmovanie dážďoviek používajú pomiaganú zeleninu a ovocie, ktorú aplikujú na povrch vermikompostu.

Vhodnou potravou pre dokrmovanie dážďoviek je rastlinný odpad z ovocia a zeleniny, starý chlieb a pečivo, vyľuhovaný čaj, kávová usadenina, rozdrvené vajcové škrupinky, tráva, lístie, hobliny, piliny. Nevhodnou potravou sú kosti, mäso, ryby, mliečne výrobky, prepálené tuky, odpad obsahujúci veľa soli. Je potrebné vyhýbať sa spracovaniu materiálov, ktoré by mohli byť kontaminované pesticídmi (napr. odpad z citrusových plodov). Loh (40) odporúča prikrmovať populáciu dážďoviek v intervale 3 – 5 dní. Kýmna dávka by mala predstavovať 0,75 kg krmiva na 1 kg dážďoviek za deň.

Hlavnou úlohou výroby kompostov je zníženie množstva skládkovaného odpadu ekologickou cestou. Cieľom výroby vermikompostov okrem prispenia k riešeniu racionálneho kolobehu látok v prírode, je i produkcia kvalitného

organického hnojiva a v niektorých prípadoch i produkcia dážďoviek pre účely lovu rýb, ale aj výživy zvierat a ľudí (49, 52, 57, 59, 60, 72, 80, 81). Riadne tepelne upravené dážďovky nepredstavujú pre ľudí mikrobiologické riziko (76, 47), ale ich konzumácia si vyžaduje vykonať testy toxicity, resp. zistiť aké reakcie môžu v tele človeka vyvolať proteíny obsiahnuté v telách dážďoviek (48). Dážďovky je možné využiť aj farmakologicky, a to najmä pri zmierňovaní reumatizmu (58).

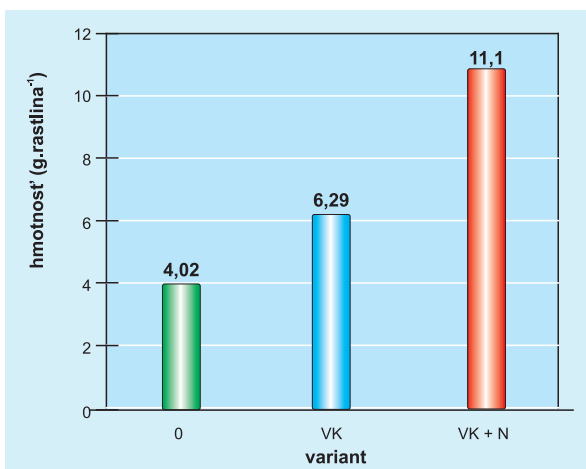
Vermikomposty sa na Slovensku, ale aj v iných štátoch využívajú ako hnojivo, prípadne ako zložka pestovateľského substrátu v dôsledku jeho pozitívnych vplyvov na parametre pôdy. Taktiež je známe, že aplikáciou vermikompostov možno urýchliť proces dozrievania plodín o 1 – 2 týždne pri súčasnom zlepšení viacerých kvalitatívnych parametrov pestovaných rastlín. V rastlinách sa môže zvýšiť obsah celkových antioxidantov, celkových karoténov, železa, zinku, hrubej vlákniny, lykopénu, sušiny, vitamínu C i sacharidov (19, 67, 70, 71). Na druhej strane sú poznatky, že aplikáciou vermikompostov sa môže znížiť obsah vitamínu C a zvýšiť obsah dusičnanov (32, 34). V pokusoch (35, 36, 37) sa s rastom podielu vermikompostu v substráte obsah vitamínu C v bulvách a listoch reďkovky znižoval a obsah dusičnanov zvyšoval, resp. prídanie vermikompostu do pôdy znižovalo v koreňoch mrkvy nielen obsah vitamínu C, ale aj obsah celkových polyfenolov a i celkovú antioxidačnú aktivitu.

Poľnohospodárska prax napriek poznaniu kladov i záporov použitia hospodárskych hnojív, poznaniu nenahraditeľnej úlohy hospodárskych hnojív v procese pestovania rastlín na pôde, častejšie a radšej používa priemyselné hnojivá, pretože ich účinnosť je okamžitá. Napríklad v pokusoch (34) jarná aplikácia vermikompostu v dávke 170 kg.ha<sup>-1</sup> priniesla až o 26 % nižšie úrody zrna kukurice ako jarná aplikácia minerálneho N v dávke 60 kg.ha<sup>-1</sup>. Napriek veľkej obľube priemyselných hnojív medzi agronómami, poľnohospodárska prax rešpektuje, že s cieľom dlhodobu dosahovať dobré kvantitatívne a kvalitatívne parametre pestovaných rastlín, je správne používať ako priemyselné, tak i hospodárske hnojivá (6, 10, 26, 55). Potvrdzujú to i poznatky KAVR SPU v Nitre z vplyvu prídania minerálneho N ku vermikompostu na tvorbu fytohmoty kukurice a na tvorbu úrody zrna kukurice siatej (obrázok 1 a 2).

Katedra agrochémie a výživy rastlín SPU v Nitre sa viacero rokov venuje problematike spoločnej aplikácie organických a priemyselných hnojív, resp. porovnávaniu účinkov rôznych minerálnych s rôznymi hospodárskymi hnojivami (15, 29, 30). Do uvedenej skupiny pokusov patria i výsledky pokusov s vermikompostom prezentované nižšie, kde modelovými plodinami boli ľuľok zemiakový a kukurica sята.

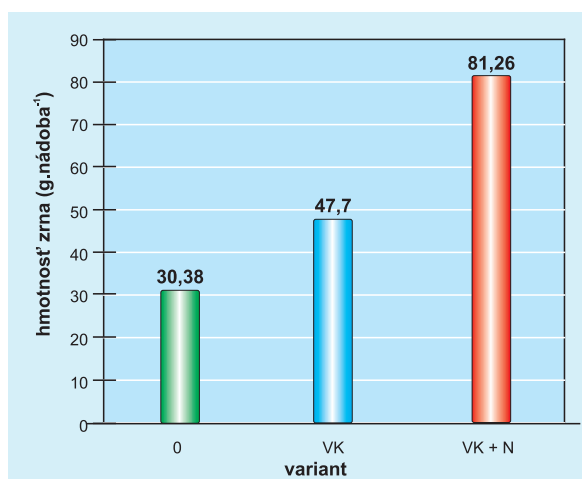
Z údajov uvedených v tabuľke 3 je zrejmé, že prídanie minerálneho hnojiva NPK 15-15-15 v dávke 99 kg.ha<sup>-1</sup> N, (var. 4) k vermikompostu aplikovanému v dávke 40 kg.ha<sup>-1</sup> N výraznejšie zvýšilo úrodu hlúz ľuľka zemiakového ako zvýšenie aplikačnej dávky vermikompostu o 200 kg.ha<sup>-1</sup> N (var. 3) v porovnaní s variantom 2. Vo variante 4 sa dosiahla najvyššia úroda hlúz ľuľka zemiakového. Z uvedeného vyplýva, že 200 kg celkového N vo vermikomposte má menší vplyv na tvorbu úrody hlúz ľuľka zemiakového ako 99 kg N v priemyselnom hnojive. Zistené je logickým dôsledkom skutočnosti, že na výžive rastlín sa podieľajú najmä živiny v minerálnej (iónovej) forme.

**Obrázok 1:** Vplyv vermikompostu a pridania minerálneho dusíka k vermikompostu na nadzemnú fytomasu rastlín kukurice siatej vytvorenej do konca rastovej fázy BBCH 16 (pokusy KAVR SPU 2012 – 2014)



VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík v dávke 60 kg.ha<sup>-1</sup> N

**Obrázok 2:** Vplyv vermikompostu a pridania minerálneho dusíka k vermikompostu na úrodu zrna kukurice siatej (pokusy KAVR SPU 2012 – 2014)



VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík v dávke 60 kg.ha<sup>-1</sup> N

**Tabuľka 3:** Vplyv aplikácie granulovaného vermikompostu na úrodové parametre hlúz ľuľka zemiakového

Variant		Úroda hlúz		Priemerná hm. jednej hlúzy		Sušina	
číslo	označenie	t.ha <sup>-1</sup>	rel. %	g	rel. %	%	rel. %
1	0	18,37 a	100,00	76,33 b	100,00	22,17	100,00
2	VK <sub>40</sub>	18,93 b	103,05	73,08 a	95,74	22,59	101,89
3	VK <sub>240</sub>	25,57 e	139,19	101,95 f	133,56	22,77	102,71
4	VK <sub>40</sub> N <sub>99</sub> + P + K	27,69 f	150,73	95,18 e	124,70	23,53	106,13
Hd <sub>0,05</sub>		0,5257		1,163			

**Tabuľka 4:** Vplyv aplikácie granulovaného vermikompostu na kvalitatívne parametre hlúz ľuľka zemiakového

Variant	NO <sub>3</sub>		Vitamín C		Škrob		N-celkový	
	mg.kg <sup>-1</sup>	rel. %	mg.100g <sup>-1</sup>	rel. %	%	rel. %	mg.kg <sup>-1</sup>	rel. %
0	72,33 bcd	100,00	6,25 c	100,00	15,44 ab	100,00	15337 cd	100,00
GVK <sub>40</sub>	66,00 abc	91,25	6,15 bc	98,40	16,98 ab	109,97	14775 bc	96,34
GVK <sub>240</sub>	88,00 cd	121,66	5,61 b	89,76	16,74 ab	108,42	13181 a	85,94
GVK <sub>36</sub> N <sub>99</sub> + P + K	94,67 d	130,89	5,61 b	89,76	17,08 b	110,62	13641 a	88,94
Hd <sub>0,05</sub>	22,902		0,572		2,095		765,06	

Vit. C – vitamín C, č. – číslo, GVK – granulovaný vermikompost, číslo za GVK – množstvo celkového dusíka, N – dusík, P – fosfor, K – draslík, Hd<sub>0,05</sub> – hraničná diferencia na 95 % hladine významnosti (LSD – test), rozdielne písmeno znamená preukazný rozdiel na úrovni  $\alpha < 0,05$

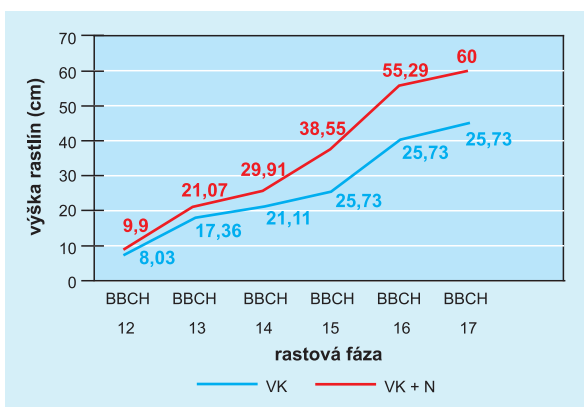
Obrázky 3 až 11 prezentujú výsledky dvojročného nádobového pokusu realizovaného vo vegetačnej kletke umiestnenej v areáli SPU v Nitre, kde sa zisťoval vplyv pridania minerálneho hnojiva LAD v dávke 60 kg.ha<sup>-1</sup> N k vermikompostu na dynamiku rastu a úrodové parametre kukurice siatej.

Positívny vplyv prihnojenia rastlín kukurice priemyselným dusíkatým hnojivom na úrovni 60 kg.ha<sup>-1</sup> N na výšku rastlín počas rastových fáz BBCH 12 až 17 je zrejmý z obrázka 3. V rastovej fáze BBCH 17 boli rastliny kukurice prihnojené minerálnym dusíkom vyššie o 14,47 cm, čo je 31,78 % v porovnaní s rastlinami hnojenými len vermikompostom. Tak ako boli počas celého sledovaného obdobia rastliny prihnojené minerálnym dusíkom vyššie ako rastli-

ny hnojené len vermikompostom, tak ich stonky boli počas celého daného obdobia i hrubšie (obrázok 4). V rastovej fáze BBCH 17 bol obvod stoniek kukurice prihnojených minerálnym dusíkom o 0,84 cm väčší ako obvod stoniek hnojených len vermikompostom.

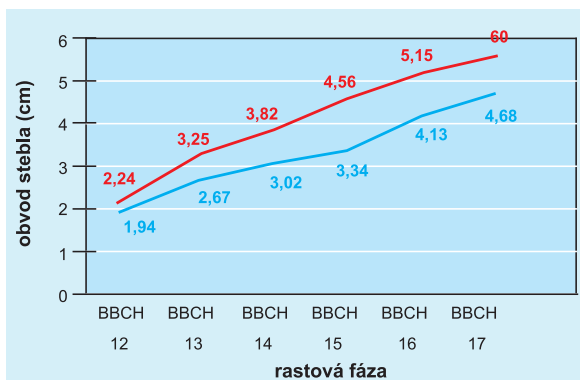
Spoločná aplikácia vermikompostu a minerálneho dusíkatého hnojiva pozitívne vplývala aj na obsah celkového chlorofylu v listoch kukurice, na úrodu zrna a slamy kukurice, na obsah tuku, vlákniny a škrobu v zrne, ale aj na HTS (obrázok 5, 6, 7, 8, 9, 10 a 11) čím sa potvrdil desaťročia známy poznatok (11, 15) o prospešnosti spoločnej aplikácie minerálnych a hospodárskych hnojív.

**Obrázok 3** Vplyv prídania minerálneho dusíka k vermikompostu na dynamiku zmien výšky rastlín kukurice



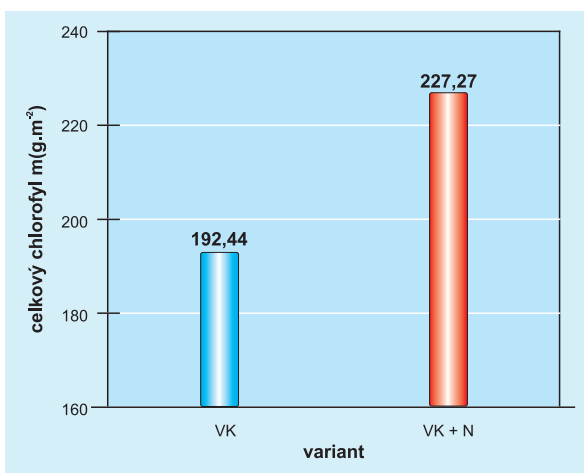
VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík

**Obrázok 4** Vplyv prídania minerálneho dusíka k vermikompostu na dynamiku zmien hrúbky stebiel rastlín kukurice



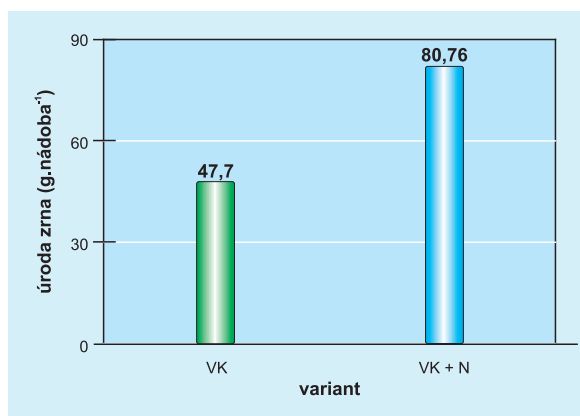
VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík

**Obrázok 5:** Vplyv prídania minerálneho dusíka k vermikompostu na obsah celkového chlorofylu v listoch kukurice sietej v rastovej fáze BBCH 18



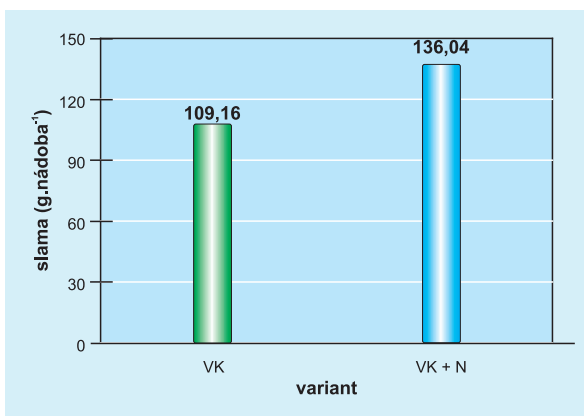
VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík

**Obrázok 6** Vplyv prídania minerálneho dusíka k vermikompostu na úrodu zrna kukurice sietej



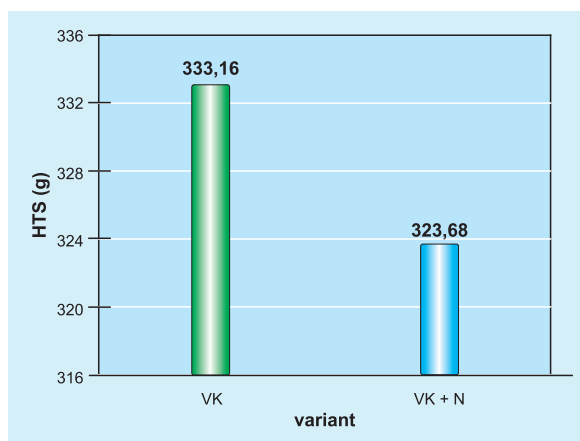
VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík

**Obrázok 7** Vplyv prídania minerálneho dusíka k vermikompostu na úrodu slamy kukurice sietej



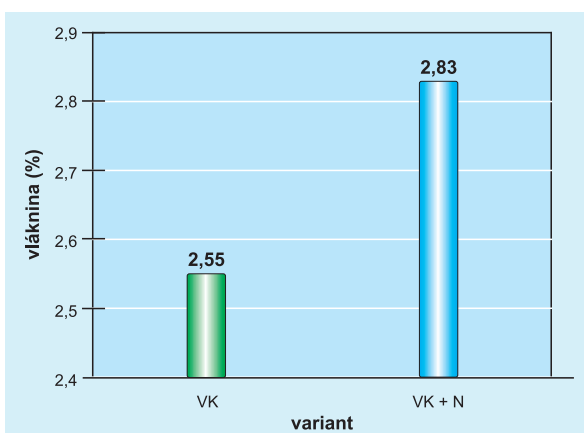
VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík

**Obrázok 8** Vplyv prídania minerálneho dusíka k vermikompostu na hmotnosť tisícich semien kukurice sietej



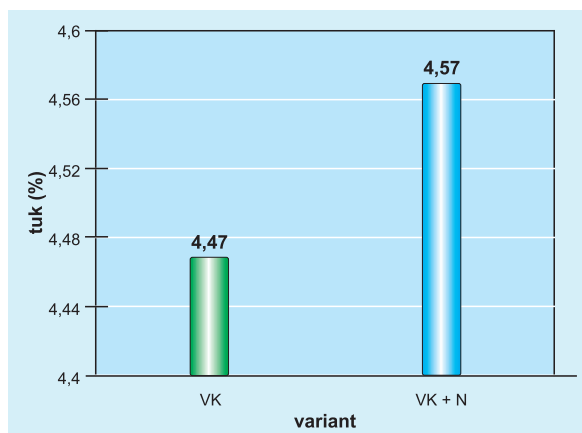
VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík

**Obrázok 9** Vplyv prídania minerálneho dusíka k vermikompostu na obsah vlákniny v zrne kukurice siatej



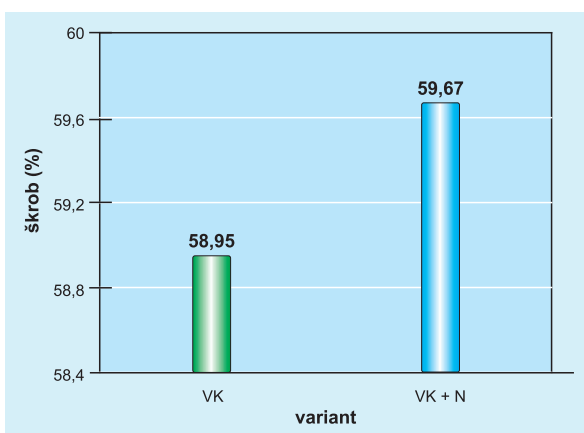
VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík

**Obrázok 10** Vplyv prídania minerálneho dusíka k vermikompostu na obsah tuku v zrne kukurice siatej



VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík

**Obrázok 11** Vplyv prídania minerálneho dusíka k vermikompostu na obsah škrobu v zrne kukurice siatej



VK – vermikompost, VK + N – vermikompost + minerálny dusík

## Literatúra

- ADHIKARY, S. 2012. Vermicompost, the story of organic gold: A review. In *Agricultural Sciences*, vol. 3, 2012, no. 7, pp. 905–917.
- ALBANELL, E. – PLAIXATS, J. – CABRERO, T. 1988. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia fetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. In *Biology and Fertility of Soils*, vol. 6, 1988, no. 3, pp. 266–269.
- ATIYEH, R.M. – DOMÍNGUEZ, J. – SUBLER, S. – EDWARDS, C.A. 2000. Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia andrei*. Bouche) and the effects on seedling growth. In *Pedobiologia*, vol. 44, 2000, no. 6, pp. 709–724.
- ATIYEH, R.M. – ARANCON, N.Q. – EDWARDS, C.A. – METZGER, J.D. 2000. Influence of earthworm processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. In *J. of Bioresource Technology*, vol. 75, 2000, no. 3, pp. 175–180.
- BANSAL, S. – KAPOOR, K.K. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. In *Bioresource Technology*, vol. 73, 2000, no. 2, pp. 95–98.
- DESAI, V.R. – SABALE, R.N. – RAUNDAL, P.V. 1999. Integrated nitrogen management in wheat- coriander cropping system. *J. Maharashtra Agric. Univ.*, vol. 24, 1999, no. 3, pp. 273–275.
- DOMÍNGUEZ, J. – EDWARDS, C.A. – SUBLER, S. 1997. A comparison of vermicomposting and composting methods to process animal wastes. In *Biocycle*, 38, 1997, pp. 57–59.
- DOMÍNGUEZ, J. – EDWARDS, C.A. – WEBSTER, M. 2000. Vermicomposting of sewage sludge: effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei*. In *Pedobiologia*, vol. 44, 2000, no. 1, pp. 24–32.
- DORDAS, CH. – SIOULAS, CH. 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rainfed conditions. In *Industrial crops and products*, vol. 27, 2008, pp. 75–85.
- DUCHOŇ, F. – HAMPL, J. 1959. *Agrochemie*. Praha : ČSAZV, Státní zemědělské nakladatelství, 1959, 423 s.
- EDWARDS, C.A. – LOFTY, J.R. 1972. *Biology of Earthworms*. Chapman and Hall. London, 1972. ISBN 9781489969125.
- EDWARDS, C.A. 1985. Production of feed protein from animal waste by earthworms. In *Philos. Trans. R. Soc. Lond., Ser. B*. B310, pp. 299–307.
- EDWARDS, C. A. – BURROWS, I. 1988. The potential of earthworm composts as plant growth media. Om EDWARDS, C.A. and NEUHAUSER, E.F. (ed). *Earthworms in waste and environmental management*. The Hague : SPB Academic Publishing, 1988, pp. 211–219.
- EDWARDS, C.A. – NIEDERER, A. 2011. The production of earthworm protein for animal feed from organic wastes. In EDWARDS, C.A. – ARANCON, N.Q. – SHERMAN, R. (ed). *Vermiculture technology: Earthworms, organic wastes, and environmental management*, 2011, pp. 323–334 (chapter 20).
- FECENKO, J. – LOŽEK, O. 2000. *Výživa a hnojenie poľných plodín*. Nitra : SPU, Šafa : Duslo, 2000, 452 s. ISBN 80-7137-777-5.
- GANDHI PRAGASH, M. – BADRI NARAYANAN, K. – RAVINDRA NAIK, P. – SAKTHIVEL, N. 2009. Characterization of *Chryseobacterium aquaticum* strain PUPC1 producing a novel antifungal protease from rice rhizosphere soil. In *J. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 19, 2009, pp. 99–107.
- GARG, P. – GUPTA, A. – SATYA, S. 2006. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida* : A comparative study. In *Bioresource Technology*, vol. 97, 2006, pp. 391–395.
- GOSWAMI, L. – NATH, A. – SUTRADHAR, S. – BHATTACHARYA, S.S. – KALAMDHAD, A. – VELLINGIRI, K. – KIM, K.H. 2017. Application of drum compost and vermicompost to improve soil health, growth, and yield parameters for tomato and cabbage plants. In *Journal of Environmental Management*, vol. 200, 2017, pp. 243–252.

- (19) GUTIÉRREZ-MICELI, F.A. – SANTIAGO-BORRAZ, J. – MONTES MOLINA, J.A. – NAFATE, C.C. – ABUD-ARCHILA, M. – OLIVA LLAVEN, M.A. – RINCON-ROSALES, R. – DENDOOVEN L. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). In *Bioresource Technology*, vol. 98, pp. 2781–2786.
- (20) HERNÁNDEZ, A. – CASTILLO, H. – OJEDA, D. – ARRAS, A. – LÓPEZ, J. – SÁNCHEZ, E. 2010. Effect of vermicompost and compost on lettuce production. In *Chilean Journal of Agricultural research*, vol. 70, 2010, no. 4, pp. 583–589.
- (21) HONG, S.V. – LEE, J.S. – CHUNG, K.S. 2011. Effect of enzyme producing microorganisms on the biomass of epigeic earthworms (*Eisenia fetida*) in vermicompost. In *Bioresource Technology*, vol. 102, 2011, no. 10, pp. 6344–6347.
- (22) CHAN, P.L.S. – GRIFFITHS, D.A. 1988. The vermicomposting of pre-treated pig manure. In *Biological Wastes*, vol. 24, 1988, no. 1, pp. 57–69.
- (23) CHAOUI, H.I. – ZIBILSKE, L.M. – OHNO, T. 2003. Effects of earthworms casts and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. In *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 35, pp. 295–302.
- (24) JOUQUET, E.P. – BLOQUEL, E. – DOAN, T.T. – RICOY, M. – ORANGE, D. – RUMPEL, C. – DUC, T.T. 2011. Does compost and vermicompost improve macronutrient retention and plant growth in degraded tropical soils? In *Compost Science and Utilization*, vol. 19, pp. 15–24.
- (25) KAPLAN, D.L. – HARTENSTEIN, R. – NEUHAUSER, E. F. – MALECKI, M. R. 1980. Physicochemical requirements in the environment of the earthworm *Eisenia foetida*. In *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 12, 1980, no. 4, pp. 347–352.
- (26) KARMEGAM, N. – DANIEL, T. 2008. Effect of vermicompost and chemical fertilizer on growth and yield of hyacinth bean (*Lablab purpureas*). In *Dynamic Soil, Dynamic Plant*; Global Science Books, vol. 2, 2008, no. 2, pp. 77–81.
- (27) KAUSHIK, P. – GARG, V.K. 2003. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with the epigeic earthworm *Eisenia foetida*. In *Bioresource Technology*, vol. 90, 2003, no. 3, pp. 311–316.
- (28) KOVÁČIK, P. 2005. Výživa a hnojenie rastlín v ekologickom poľnohospodárstve. In LACKO-BARTOŠOVÁ, M. et al. (ed). *Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo*. 1. vyd., Nitra : SPU, 2005, 575 s. ISBN 80-8069-556-3.
- (29) KOVÁČIK, P. – KOZÁNEK, M. – TAKÁČ, P. – GALLIKOVÁ, M. – VARGA, L. 2010. The effect of pig manure fermented by larvae of house flies on the yield parameters of sunflowers (*Helianthus annuus* L.). In *Acta universitatis agriculturae et silviculturae mendelianae brunensis*, vol. LVIII – 58, 2010, no. 2, pp. 147–153.
- (30) KOVÁČIK, P. – KOZÁNEK, M. – RENČO, M. 2011. Účinok substrátu vyrobeného z prasacieho hnoja biodegradáciou larvami muchy domácej na fyto masu kukurice satej (*Zea mays* L.). In *Acta fytotechnica et zootechnica*, 2011, č. 3, s. 62–67.
- (31) KOVÁČIK, P. 2012. Vplyv granulovaného vermikompostu a vermikompostového vyluhu na úrodové parametre hľúz zemiakov a zrna kukurice satej. Nitra : SPU, Reg. č. 419./2011/SPU, 69 s.
- (32) KOVÁČIK, P. – KMEŤOVÁ, M. – RENČO, M. 2013. The impact of fresh sawdust and dry pig manure produced on sawdust bedding application on the nutrients mobility in soil and sugar beet yield. In *Journal of Ecological Engineering*, vol. 14, 2013, no. 3, pp. 69–76.
- (33) KOVÁČIK, P. 2014. Princípy a spôsoby výživy rastlín. 1. vyd., SPU : Nitra, 2014, 278 s. ISBN 978-80-552-1193-0.
- (34) KOVÁČIK, P. – KMEŤOVÁ, M. 2017. Vplyv vermikompostu na fyto masu kukurice satej. 1. vyd., Nitra : SPU, 2017, 128 s. ISBN 978-80-552-1750-5.
- (35) KOVÁČIK, P. – ŠALAMÚN, P. – WIERZBOWSKA, J. 2018. Vermikompost and *Eisenia foetida* as factors influencing the formation of radish phytomass. In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 64, 2018, no. 2, pp. 49–56.
- (36) KOVÁČIK, P. – ŠALAMÚN, P. – SMOLEŇ, S. – RENČO, M. 2018. Impact of vermicompost as component of growing medium on phytomass formation of radish (*Raphanus sativus* L.). In *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, vol. 64, 2018, no. 3, pp. 106–115.
- (37) KOVÁČIK, P. – SMOLEŇ, S. – ŠKARPA, P. – ŠIMANSKÝ, V. – MORAVČÍK, L. 2018. Determination of the carrot (*Daucus carota* L.) yields parameters by vermicompost and earthworms (*Eisenia foetida*). In *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 12, 2018, no. 1, pp. 520–526.
- (38) LI, K. – LI, P.Z. 2010. Earthworms helping economy improving ecology and protecting health. In *International Journal of Environmental Engineering*, Inderscience Pub., 10, 2010, pp. 3–4.
- (39) LIU, F. – ZHU, J. – XUE, P. 2012. Comparative study on physical and chemical characteristics of sludge vermicomposted by *Eisenia fetida*. In *Procedia Environmental Sciences*, 16, 2012, pp. 418–423.
- (40) LOH, T.C. – LEE, Y.C. – LIANG, J.B. – TAN, D. 2005. Vermicomposting of cattle and goat manures by *Eisenia foetida* and their growth and reproduction performance. In *Bioresource Technology*, 96, 2005, pp. 111–114.
- (41) LOWE, CH. – BUTT, K. – SHERMAN, L. 2013. Current and Potential Benefits of Mass Earthworm Culture. In MORALES-RAMOS, J. – GUADALUPE ROJAS, M. – SHAPIRO-ILAN, D. (ed). *Mass Production of Beneficial Organisms*. In Academic Press, 2013, 764 p. ISBN 978-0-12-391453-8.
- (42) MADHAIYAN, M. – POONGUZHALI, S. – LEE, J.S. – LEE, K.C. – SARAVANAN, V.S. – SANTHANAKRISHNAN, P. 2010. *Microbacterium azadirachtae* sp. nov., a plant-growth-promoting actinobacterium isolated from the rhizoplane of neem seedlings. In *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.*, 60, 2010, pp. 1687–1692.
- (43) MANSELL, G.P. – SYERS, J.K. – GREGG, P.E.H. 1981. Plant availability of phosphorous in dead herbage ingested by surface-casting earthworms. In *Soil Biol. Biochem.*, 13, 1981, pp. 163–167.
- (44) MBA, C.C. 1996. Treated-cassava peel vermicomposts enhanced earthworm activities and cowpea growth in field plots. In *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 17, 1996, no. 3, pp. 219–226.
- (45) MITCHELL, M.J. – HORNOR, S.G. – ABRAMS, B.I. 1980. Decomposition of sewage sludge in drying beds and the potential role of the earthworm, *Eisenia foetida*. In *Journal of Environmental Quality*, vol. 9, 1980, no. 3, pp. 373–378.
- (46) MITCHELL, A. 1997. Production of *Eisenia fetida* and vermicompost from feed-lot cattle manure. In *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 29, 1997, no. 3–4, pp. 763–766.
- (47) MEDINA, A. L. – ARAQUE, J. 1999. Obtención, composición química, funcional, perfiles electroforéticos y calidad bacteriológica de la carne y harina de lombriz *Eisenia foetida*. *Revista de la Facultad de Farmacia*. In Universidad de los Andes Mérida Venezuela, 37, 1999, pp. 31–38.
- (48) MEDINA, A.L. – COVA, J.A. – VIELMA, R.A. – PUJIC, P. – CARLOS, M.P. – TORRES, J.V. 2003. Immunological and Chemical Analysis of Proteins from *Eisenia foetida* Earthworm. In *Food and Agricultural Immunology*, vol. 15, 2003, no. 3–4, pp. 255–263.
- (49) MOHANTA K.N. – SUBRAMANIAN, S. – KORIKANTHIMATH, V.S. 2016. Potential of earthworm (*Eisenia foetida*) as dietary protein source for rohu (*Labeo rohita*) advanced fry. *Cogent Food & Agriculture* 2: 1138594, 2016, pp. 1–13. (Animal Husbandry & Veterinary Science).
- (50) NAGAVALLEMMMA, K.P. – WANI, S.P. – STEPHANE, L. – PADMAJAJA, V.V. – VINEELA, C. – BABU RAO, M. – SAHRAWAT, K.L. 2004. Vermicomposting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer. *Global theme on agroecosystems*. Report No. 8. Patancheru 502 324, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Andhra, 2004, 20 p.
- (51) OROZCO, F.H. – CEGARRA, J. – TRUJILLO, L.M.A.R. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm



- Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. In *Biology and Fertility of Soils*, vol. 22, 1996, no. 1–2, pp. 162–166.
- (52) PAOLETTI, M. G. – BUSCARDO, E. – VANDERJAGT, D. J. – PASTUSZYN, A. – PIZZOFRERATO, L. – HUANG, Y.S. – CHUANG, L-T – MILLSON, M. – CERDA, H. – PIERRE, V. – SEECH, A. – LIU, D. – LEE, H. – TREVORS, J. 2000. Monitoring biodegradation of creosote in soils using radiolabels, toxicity tests, and chemical analysis. In *Environmental Toxicology*, vol. 15, 2000, no. 2, pp. 99–106.
- (53) PATHMA, J. – KAMARAJ KENNEDY, R. – SAKTHIVEL, N. 2010. Mechanisms of fluorescent pseudomonads that mediate biological control of phytopathogens and plant growth promotion of crop plants. In MAHESHWARI, D.K. (ed). *Bacteria in Agrobiology: Plant Growth Responses*, Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2010, pp. 77–105.
- (54) PATHMA, J. – RAHUL, G.R. – KAMARAJ KENNEDY, R. – SUBASHRI, R. – SAKTHIVEL, N. 2011. Secondary metabolite production by bacterial antagonists. In *J. Biol. Control*, 25, 2011, pp. 165–181.
- (55) PATIL, S.L. – SHEELAVANTAR, M.N. 2000. Effect of moisture conservation practices, organic sources and nitrogen levels on yield, water use and root development of rabi sorghum [*Sorghum bicolor* (L)] in the vertisols of semiarid tropics. In *Annals of Agricultural Research*, vol. 21, 2000, no. 21, pp. 32–36.
- (56) PRAMANIK, P. – CHUNG, Y.R. 2011. Changes in fungal population of fly ash and vinasse mixture during vermicomposting by *Eudrilus eugeniae* and *Eisenia fetida*: Documentation of cellulose isozymes in vermicompost. In *Waste Management*, vol. 31, 2011, no. 6, pp. 1169–1175.
- (57) PUCHER, J. – NGOC, T.N – THIHANHYEN, T. – MAYRHOFER, R. – EL-MATBOULI, M. – FOCKEN. U. 2014. Earthworm Meal as Fishmeal Replacement in Plant based Feeds for Common Carp in Semi-intensive Aquaculture in Rural Northern Vietnam. In *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 14, 2014, pp. 557–565.
- (58) REYNOLDS, J. W. – REYNOLDS, W. M. 1972. Earthworms in medicine. In *Am. J. Nurs.*, 72, 1972, 1273 p.
- (59) SABINE, J. R 1981. Vermiculture as an option for resource recovery in the intensive animal industries. In *Workshop on the Role of Earthworms in the Stabilization of Organic Residues* (M. Appelhof, compiler), vol. 1, Proc. Beech leaf Press Kalamazoo, MI, 1981, pp. 241–252.
- (60) SABINE J.R. 1983. Earthworms as a source of food and drugs. In SATCHELL J.E. (eds) *Earthworm Ecology*. Dordrecht : Springer, 1983, pp. 285–296.
- (61) SACHDEV, D. – NEMA, P. – DHAKEPHALKAR, P. – ZINJARDE, S. – CHOPADE, B. 2010. Assessment of 16S rRNA gene-based phylogenetic diversity and promising plant growthpromoting traits of *Acinetobacter* community from the rhizosphere of wheat. In *Microbiol. Res.*, 165, 2010, pp. 627–638.
- (62) SANGWAN, P. – KAUSHIK, C.P. – GARG, V.K. 2008. Feasibility of utilization of horse dung spiked filter cake in vermicomposters using exotic earthworm *Eisenia foetida*. In *Bioresource Technology*, vol. 99, 2008, no. 7, pp. 2442–2448.
- (63) SATCHELL, J.E. – MARTEIN, K. 1984. Phosphate activity in earthworm faeces. In *Soil Biol. Biochem.*, 16, 1984, pp. 191–194.
- (64) SENESI, S. 1989. Composted materials as organic fertilizers. In *Science of the Total Environment*, 81/82, 1989, pp. 521–542.
- (65) SHANTHI, N.R. – BHOYAR, R.V. – BHIDE, A.D. 1993. Vermicomposting of vegetable waste. In *Compost Science and Utilization*, vol. 1, 1993, no. 4, pp. 27–30.
- (66) SHI-WEI, Z. – FU-ZHEN, H. 1991. The nitrogen uptake efficiency from 15N labeled chemical fertilizer in the presence of earthworm manure (cast). In G.K. Vereresh, D. Rajagopal, C.A. Viraktamath (Eds), *Advances in Management and Conservation of Soil Fauna*, Oxford and IBH Publishing Co, New Delhi, Bombay 1991, pp. 539–542.
- (67) SINGH, R. – SHARMA, R.R. – KUMAR, S. – GUPTA, R.K. – PATIL, R.T. 2008. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch). In *Bioresource Technology*, vol. 99, 2008, no. 17, pp. 8507–8511.
- (68) SINGH, R.P. – SINGH, P. – ARAUJO, A.S.F. – IBRAHIM, M.H. – SULAIMAN, O. 2011. Management of urban solid waste: vermicomposting a sustainable option. *Resources, In Conservation and Recycling*, 55, 2011, pp. 719–729.
- (69) SINGH, R. – DIVYA, S. – AWASTHI, A. – KALRA, A. 2012. Technology for efficient and successful delivery of vermicompost colonized bioinoculants in *Pogostemon cablin* (patchouli) Benth. In *World J. Microbiol. Biotechnol.*, 28, 2012, pp. 323–333.
- (70) SINHA, R.K. – HAHN, G. – SINGH, P.K. – SUHANE R.K. – ANTHONYREDDY A. 2011. Organic farming by vermiculture: Producing safe, nutritive and protective foods by earthworms (Charles Darwin's Friends of Farmers). In *American Journal of Experimental Agriculture*, vol. 1, 2011, no. 4, pp. 363–399.
- (71) SINHA, R.K. 2012. Organic farming by vermiculture: producing chemical-free, nutritive and health protective food for the society. In *Вестник Томского государственного университета. Биология*. vol. 20, 2012, no. 4, pp. 55–67.
- (72) SOGBESAN, O.A. – UGWUMBA, A.A.A. – MADU, C.T. EZE, S.S. – ISA, J. 2007. Culture and utilization of earthworm as animal protein supplement in the diet of *Heterobranchus longifilis* Fingerling. In *Journal of fisheries and aquatic science*, vol. 2, 2007, no. 6, pp. 375–386
- (73) SOOBHANY, N. – MOHEE, R. – GARG, V.K. 2015. Comparative assessment of heavy metals content during the composting and vermicomposting of municipal solid waste employing *Eudrilus eugeniae*. In *Waste Management*, 39, 2015, pp. 130–145.
- (74) SUBLER, S. – EDWARDS, C.A. – METZGER, J.D. 1998. Comparing composts and vermicomposts. In *Biocycle*, 39, 1998, pp. 63–66.
- (75) TRIPATHI, G. – BHARDWAJ, P. 2004. Comparative studies on biomass production life cycles and composting efficiency of *Eisenia foetida* (Savigny) and *Lampito mauritii* (Kinberg). In *Bioresources Technology*, vol. 92, 2004, no. 2, pp. 275–283.
- (76) VELÁSQUEZ, L. – HERRERA, C. – IBAÑEZ, I. 1986. Harina de Lombriz I Parte: Obtención, composición química, valor nutricional y calidad bacteriológica. In *Alimentos*, 11, 1986, pp. 15–21.
- (77) WANG, L. – ZHENG, Z. – ZHANG, Y. – CHAO, J. – GAO, Y. – LUO, X. ZHANG, J. 2013. Biostabilization enhancement of heavy metals during the vermiremediation of sewage sludge with passivant. In *Journal of Hazardous Materials*, 2013, 244–245, pp. 1–9.
- (78) WILSON, D.P. – CARLILE, W.R. 1989. Plant growth in potting media containing worm-worked duck waste. In *Acta Horticulturae*, 238, 1989, pp. 205–220.
- (79) ZAJONC, I. 1992. Chov dážďoviek a výroba vermicompostu. 1. vyd., Dunajská Streda : Animapress, 1992, 59 s. ISBN 80-85567-00-8.
- (80) ZHEJUN, S. – HAO, J. 2017. Future Foods. Chapter 7. Nutritive Evaluation of Earthworms as Human Food. 2017, pp. 127–141.
- (81) ZHENJUN, S. – XIANCHUN, L. – LIHUI, S. – CHUNYANG, S. 1997. Earthworm as a potential protein resource. In *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 36, 1997, no. 2-4, pp. 221–236.

Peter Kováčik

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Katedra agrochémie a výživy rastlín

Podakovanie:

Práca vznikla za podpory grantového projektu VEGA č. 1/0704/16 Použitie kokónov a dospelých jedincov dážďovky hnojnej (*Eisenia foetida*) a vermicompostu na zvýšenie úrod pestovaných rastlín a pôdnej úrodnosti.