

HODNOTENIE HYGIENICKEJ NEŠKODNOSTI ODPADOV S MOŽNOSŤOU ICH VYUŽITIA V RASTLINNEJ PRODUKCII
EVALUATION OF HYGIENICALLY NON-HARMFUL WASTES FOR THEIR POSSIBLE UTILIZATION IN PLANT PRODUCTION

Jana Maková, Soňa Javoreková, Zuzana Selešiová, Luboš Jurík, Ján Gaduš

ABSTRACT

The aim of our study was to observe the effect of digested sludge and bottom sediment in soil samples on representation of coliform bacteria, thermotolerant coliform bacteria and enterococci for 105 days of incubation. The two doses of digested sludge and bottom sediments were added to the soil in a proportion of 20 t ha⁻¹ (0.33g and 50 g soil) and 80 t ha⁻¹ (1.33g and 50 g soil). The amended soils were incubated in dark at 28 °C. Soil control was run without any amendment. After 1st, 15th, 30th, 64th and 105th day of incubation soil samples were analyzed. The bacteria were enumerated using plate methods. In all the soil samples counts of coliform bacteria and thermotolerant coliform bacteria were found to decrease with the time of incubation. Counts were approximately lower than in the first day of incubation by 1 to 2 log CFU g⁻¹ dry soil. Enterococci were significantly affected digested sludge in a proportion of 80 t ha⁻¹. On 105th day of incubation soil sample counts of enterococci were significantly higher than counts on the first day of incubation. In the digested sludge and bottom sediment, counts of thermotolerant coliform bacteria and enterococci were not higher than the limit for application of sludge into the soil. It was after soil application, too.

Key words: coliform bacteria, thermotolerant coliform bacteria, enterococci, digested sludge, bottom sediment

ÚVOD

Ľudia sú v neustálom kontakte s pôdou buď priamo alebo nepriamo prostredníctvom potravín, vody alebo vzduchu. Pôda môže pôsobiť ako prenášač a rezervoár dôležitých humánnych, predovšetkým črevných ochorení (**Santamaría, Toranzos, 2003**). Ochorenia spojené s pôdou môžu byť klasifikované v závislosti od pôvodu pôvodcu ochorenia (**Weissman et al., 1976**) do niekoľkých skupín: (1) ochorenia spojené s pôdou, ktoré sú spôsobené príležitostne patogénnymi druhmi, ktoré patria k normálnej pôdnej mikrobiote (napr. *Aspergillus fumigatus*, bežná mikroskopická huba vyskytujúca sa v pôde môže infikovať pľúca pri vdychovaní spór), (2) s pôdou spríbuznené ochorenia, ktorých výsledkom je intoxikácia z prijímanej potravy kontaminovanej entero- alebo neurotoxínmi (*Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*), (3) ochorenia spôsobené patogénnymi druhmi pochádzajúcimi z pôdy (*Clostridium tetani*, *Bacillus anthracis*, *Clostridium perfringens*) a (4) pôdou prenášané črevné patogénne druhy, ktoré sú schopné dostať sa do pôdy z ľudských alebo živočíšnych výkalov. Medzi črevných patogénov prenášaných fekálnou - orálnou cestou patria predovšetkým baktérie, vírusy, prvoky a cudzopasné červy.

Vo svete je vyprodukované množstvo odpadov rozličného charakteru ako mestské (komunálne), priemyselné, poľnohospodárske či potravinárske odpady rôznorodého mikrobiálneho osídlenia. Jednou z možností ich recyklácie, s cieľom zvýšenia obsahu živín a organickej hmoty, je ich aplikácia do pôdy využívanej na produkciu rastlín (**Jeziarska-Tys, Fraç 2008**), a to buď priamo alebo po ich úprave napr. kompostovaním (**Termoshuizen et al., 2004, Chroni et al., 2009**), resp. anaeróbnou digesciou v bioplynovej stanici (**Sánchez-Monedero et al., 2004**).

Do pôdy sa môžu aplikovať aj dnové sedimenty z vodných nádrží. Ich zdrojom v nádržiach môžu byť splaveniny z povodia toku ako výsledok erózneho procesu v povodí, usadeniny vznikajúce priamym splachom pôdy z okolia vodnej nádrže, usadeniny vznikajúce po

odumretí vegetačného zafarbenia a vodného kvetu, iná mŕtva organická hmota pôvodne žijúca v nádrži ako rastliny, živočíchy, organická hmota z blízkeho okolia nádrže a antropogénne látky ako dôsledok činnosti ľudí v okolí vodnej nádrže (Maková et al., 2008).

Všetky tieto odpady prinášajú pri aplikácii do pôdy aj určité spoločenstvo mikroorganizmov s možným výskytom patogénnych druhov. Patogénne druhy tvoria skupinu organizmov schopných ohrozovať zdravie ľudí a spôsobovať ochorenie. Tieto organizmy, ktoré sa dostávajú do pôdy počas aplikácie odpadov môžu zostať v pôde životaschopné 2 mesiace alebo aj dlhšie (Sun et al., 2006).

Aplikácia čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov je zakázaná v zmysle § 5 ods. 4 pís. a, b, c zákona č. 188/2003 Z. z. o aplikácii čistiarenskeho kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, na trvalých trávnych porastoch alebo krmovinách na ornej pôde, ak by sa mala tráva spásat' alebo krmoviny zberat' skôr, ako uplynie päť týždňov od aplikácie; na poľnohospodársku pôdu, na ktorej sa práve pestuje ovocie a zelenina, okrem ovocných stromov; na poľnohospodársku pôdu určenú na pestovanie ovocia a zeleniny, ktorých zberané časti sú v priamom kontakte s pôdou alebo sa konzumujú surové, a to desať mesiacov pred zberom úrody a počas samotného zberu. Podľa uvedeného zákona sa v týchto odpadoch (čistiarenské kaly/dnové sedimenty) sledujú termotoleranté koliformné baktérie a fekálne streptokoky t. j. enterokoky. Ide teda o skupiny, ktoré môžu ohroziť potravinovú bezpečnosť a pri nedodržaní uvedeného zákona sa môžu dostať do potravinového reťazca, ku konzumentovi a spôsobiť mu črevné ochorenia.

Cieľom prezentovanej práce bolo posúdiť hygienickú neškodnosť vyhnitého substrátu a dnového sedimentu stanovením koliformných baktérií, termotolerantých koliformných baktérií a enterokokov. Zároveň sme sledovali zmeny v početnom zastúpení týchto skupín po aplikácii dvoch dávok vyhnitého substrátu a dnového sedimentu do pôdy počas 105 dní inkubácie.

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika použitej pôdy a odpadov

Pôdnym typom použitým na aplikáciu odpadov bola hnedozem odobratá vo Veľkom Záluží pri Nitre (oblasť juhozápadného Slovenska). Pôda sa využíva ako orná pôda. Pôdnu vzorku sme odobrali na jar v roku 2009 pred sejbou plodín, z hĺbky 0,00-0,20 m. Po odbere sme pôdu preosiali cez 2 mm sito. Jej aktívna pôdna reakcia bola slabo alkalická (7,65).

Prvým odpadom aplikovaným do pôdy bol vyhnitý substrát, ktorý bol vyrobený anaeróbnym rozkladom poľnohospodárskych odpadov (maštalný hnoj a hnojovica ošípaných). Substrát sme získali z bioplynovej stanice lokalizovanej v Kolíňanoch (10 km od Nitry), ktorej prevádzkovateľom je SPU v Nitre. Vyhnitý substrát mal pH 6,6.

Druhým aplikovaným odpadom bol dnový sediment, ktorý sme odobrali z hĺbky 0,00-0,15 m z vodnej nádrže Veľký Kolpašský tajch. Tajch sa nachádza v blízkosti obce Banský Studenec a patrí do skupiny banskoštiavnických tajchov, ktoré boli vybudované za účelom získavania energetických zdrojov pre ťažbu a úpravu rúd. Vodná nádrž bola v čase odberu vzoriek po 32 rokoch prevádzky vypustená. Hodnota pH dnového sedimentu bolo 4,7.

Použité metódy

Pred založením inkubačného pokusu sme v pôde, vyhnitom substráte a dnovom sedimente zistili platňovou zriedňovacou metódou početné zastúpenie koliformných baktérií (KB), termotolerantných koliformných baktérií (TKB) a enterokokov (E). Koliformné baktérie a termotolerantné koliformné baktérie sme kultivovali na Endovom agare (BioMark

Laboratories, India) pri teplote 37 °C a 42 °C 24-48 hod. a enterokoky na Slanetz-Bartley agare (BioMark Laboratories, India) pri 37 °C, 24-48 hod.

Inkubácia pôdy

Pôdu sme po preosiatí dovlhčili destilovanou vodou na 30 % PVK (plnej vodnej kapacity) a pridali sme do nej dve dávky vyhnitého substrátu (1a, 1b) a dve dávky dnového sedimentu (2a, 2b). Pri prvej dávke s označením „a“ sme do pôdy pridali množstvo organického odpadu zodpovedajúce dávke 20 t.ha⁻¹ a pri druhej dávke s označením „b“ 80 t. ha⁻¹. Ako kontrola (K) bola označená pôda bez prídavku organického substrátu. Vzorky sme inkubovali 105 dní pri teplote 28 °C. V pôdnych vzorkách sme počas celej doby inkubácie udržiavali vlhkosť na 30 % PVK. V priebehu inkubácie sme vo vzorkách pôdy v 1., 15., 30., 64. a 105. deň stanovili už uvedené skupiny mikroorganizmov.

Štatistické hodnotenie

Všetky experimenty sme uskutočnili v troch opakovaníach. Namerané výsledky sme pred štatistickými analýzami pretransformovali do logaritmickej dát. Na štatistické hodnotenie vplyvu času kultivácie a organického substrátu na termotolerantné koliformné baktérie a enterokoky sme použili ANOVU a na testovanie štatisticky preukazných rozdielov LSD test ($P \leq 0,05$). Koliformné baktérie sme vzhľadom k neúplným výsledkom v 30. dni merania štatisticky nehodnotili.

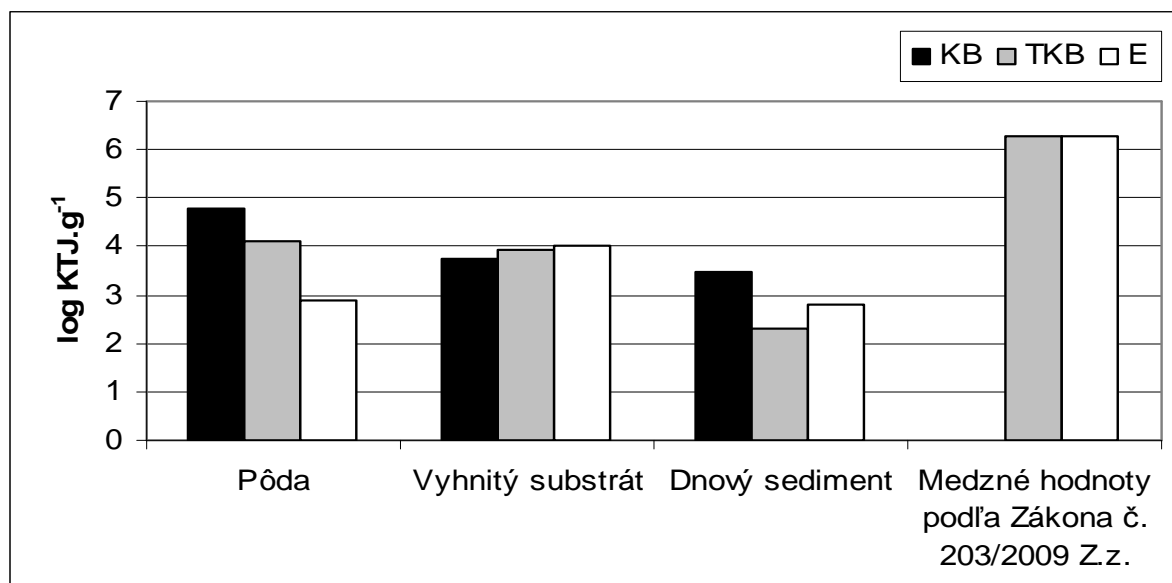
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vplyv organických substrátov na zastúpenie mikroorganizmov

Zastúpenie koliformných baktérií, termotolerantných koliformných baktérií a enterokokov v pôde, vyhnitom substráte a dnovom sedimente pred založením inkubačného pokusu je uvedené na obrázku 1. Pri hodnotení organických substrátov sme vyššie zastúpenie koliformných baktérií zaznamenali vo vyhnitom substráte - 3,77 log KTJ.g⁻¹ suš. substrátu v porovnaní s dnovým sedimentom - 3,49 log KTJ.g⁻¹ suš. substrátu. Hypoteticky sme predpokladali, že v pôde by malo byť nižšie zastúpenie mikroorganizmov tejto skupiny ako v organických substrátoch. Zistili sme však opak. V pôde bolo o 1 rád viac koliformných baktérií - 4,78 log KTJ.g⁻¹ suš. pôdy ako vo vyhnitom substráte a dnovom sedimente. Zrejme to svedčí o možnom zdroji fekálneho znečistenia prenikajúcom do pôdy, pretože pôda nebola pred a v období odberu vzorky hnojená organickými hnojivami.

Podobne to bolo pri skupine termotolerantných koliformných baktérií. Rozdiely medzi pôdou a vyhnitým substrátom však neboli také výrazné. V dnovom sedimente bolo približne o 1 rád nižšie zastúpenie termotolerantných koliformných baktérií. **Hiraishi et al., (1984)** uvádzajú, že populačná hustota termotolerantných koliformných baktérií vo vodnom prostredí je priamo úmerná stupňu znečistenia odpadovými vodami resp. odpadmi humánneho pôvodu. **Niewolak (1998)** konštatuje, že skupiny psychrofilných a mezofilných baktérií, koliformných a termotolerantných koliformných baktérií, enterokokov a *Clostridium perfringens* boli početne 100 až 1000 krát bohatšie v dnovom sedimente ako v riečnej vode.

Na enterokoky bol bohatší vyhnitý substrát ako dnový sediment, ktorý bol početne takmer zhodný s pôdou (obr. 1). **Ferguson et al. (2005)** uvádzajú, že zastúpenie enterokokov závisí od druhu sedimentu. Vyššie počty zaznamenali v medziprílivových sedimentoch sezónnych riek ako v morských sedimentoch v hĺbke 10 m. Podľa **zákona č. 188/2003 Z. z.** medzné hodnoty termotolerantných koliformných baktérií a enterokokov neboli pri aplikácii organických substrátov do pôdy prekročené a tvorili z tohto počtu 62,4 (TKB) a 63,8 (E) % pri vyhnitom substráte resp. 36,5 (TKB) a 44,1 (E) % pri dnovom sedimente.



Obrázok 1 Zastúpenie koliformných baktérií (KB), termotolerantných koliformných baktérií (TKB) a enterokokov (E) v pôde, vyhnitom substráte a dnovom sedimente pred založením inkubačného pokusu. Medzné hodnoty termotolerantných koliformných baktérií a enterokokov podľa zákona č. 188/2003 Z. z.

Vplyv času inkubácie a dávok organického substrátu na zastúpenie mikroorganizmov

Zastúpenie koliformných baktérií v priebehu 105. dní inkubácie pôdnych vzoriek sú uvedené v tabuľke 1. Od 1. do 30. dňa inkubácie bolo pozorované zvyšovanie počtov baktérií so zvyšujúcou sa dávkou organického substrátu. V 64. dni merania sa tieto rozdiely úplne vyrovnali. Jednoznačne môžeme konštatovať, že po 105. dňoch inkubácie vzoriek sa nepotvrdil negatívny vplyv organických substrátov a ich dávok na zastúpenie koliformných baktérií. V priebehu celej inkubácie dochádza k rovnomernému poklesu počtov čo predstavuje po 105. dňoch približne hodnotu o 2 rády.

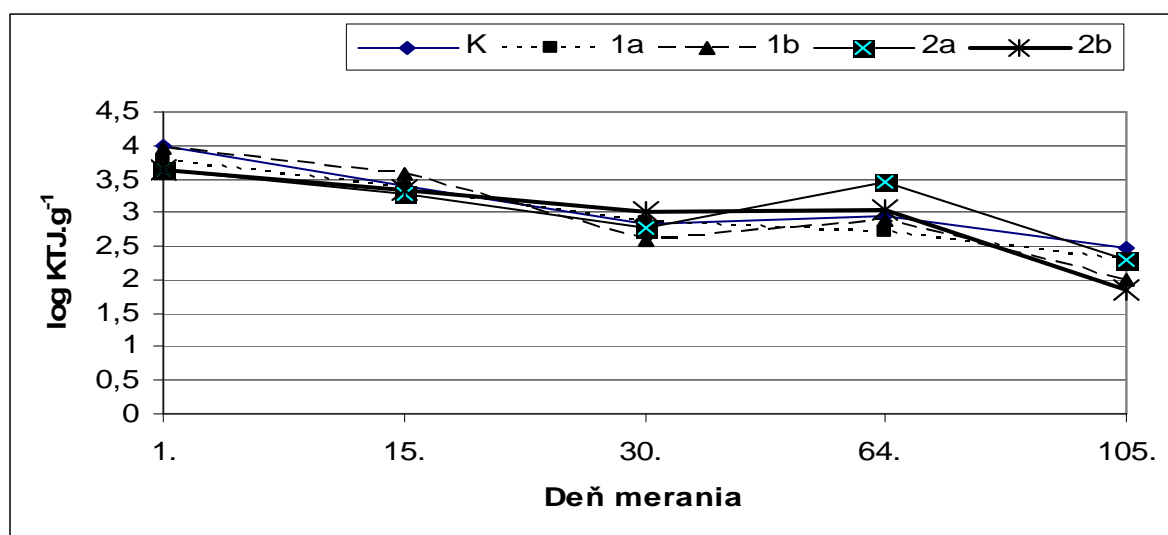
Koliformné baktérie patria do čeľade *Enterobacteriaceae*, skupiny fakultatívne anaeróbných gramnegatívnych črevných paličiek. Majú respiračný i kvasný typ metabolizmu, fermentujú laktózu za tvorby plynu. Niektoré z nich sú patogénne alebo podmienenčne patogénne.

Tabuľka 1 Počty koliformných baktérii v log KTJ.g⁻¹ sušiny pôdy v priebehu inkubácie vzoriek

Skupina	Variant	Deň merania				
		1.	15.	30.	64.	105.
Koliformné baktérie	K	4,71	4,60	< 3,00	3,36	2,30
	1 a	4,64	4,42	2,90	3,23	2,30
	1 b	4,91	4,20	2,95	3,23	2,00
	2 a	4,58	4,53	3,20	3,23	2,00
	2 b	4,69	4,55	3,32	3,23	2,00

Ako vyplýva z obrázku 2 inkubačný čas je dôležitým faktorom, ktorý ovplyvňuje zastúpenie termotolerantných koliformných baktérií. Populácia termotolerantných koliformných baktérií sa znižovala od 1. po 30. deň inkubácie. Následne nastáva vo všetkých variantoch, najvýraznejšie vo variante s dnovým sedimentom v dávke 20 t.ha⁻¹ mierny vzostup v 64. dni merania. Po 105. dňoch inkubácie môžeme konštatovať výrazný štatisticky preukazne potvrdený pokles populácie tejto skupiny baktérií vo všetkých variantoch (tab. 2). V tomto dni

merania sme zo všetkých variantov najvyšší počet zaznamenali v kontrolnej pôdnej vzorke. Jedno z vysvetlení je, že termotolerantné koliformné baktérie pochádzajúce z vyhnitého substrátu a dnového sedimentu nie sú tak dobre adaptované pri súťaži o živiny na zmenené podmienky prostredia ako táto skupina pôvodných autochtónnych baktérii žijúcich v pôde. Ako uvádzajú **Sun et al. (2006)** v ich experimente s rôznymi typmi kalov, iba v malom počte pôd ošetrovaných kalmi detekovali termotolerantné koliformné baktérie po 84. dňoch inkubácie v množstve väčšom ako 10^4 MPN.g⁻¹. Rozdiely medzi variantmi pokusu sa nám štatisticky nepotvrdili (tab. 2).

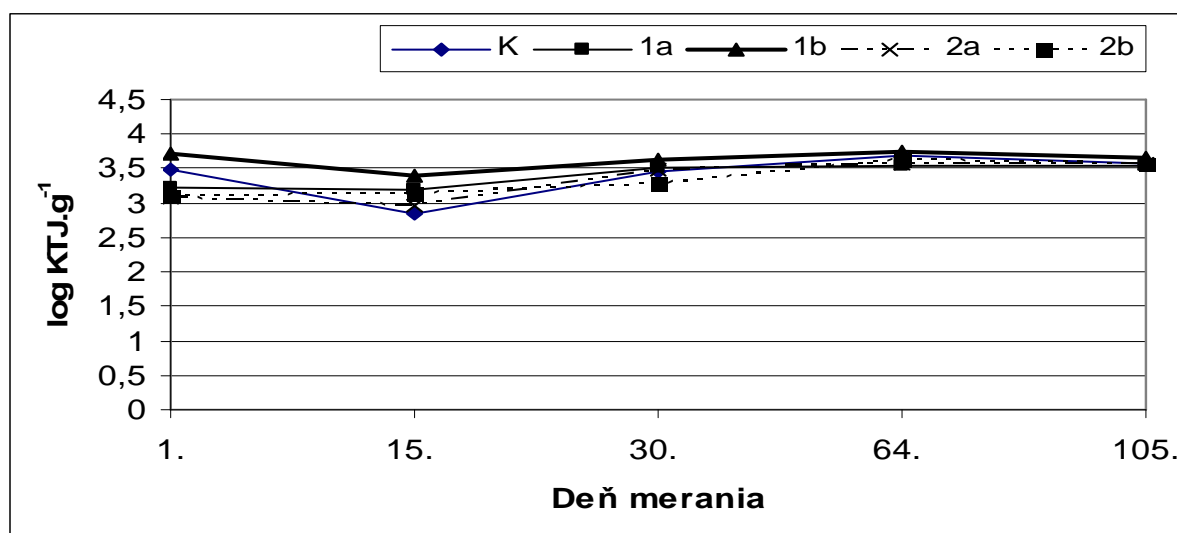


Obrázok 2 Počty termotolerantných koliformných baktérií v log KTJ.g⁻¹ sušiny pôdy v priebehu inkubácie vzoriek

Priebeh zastúpenia enterokokov počas inkubácie vzoriek je zaznamenaný na obrázku 3. Zvyšovanie počtov enterokokov s rastúcou dávkou organického substrátu sme zaznamenali počas celej inkubačnej doby pri vyhnitom substráte a čiastočne pri dnovom sedimente. Štatistický rozdiel sa potvrdil iba pri variante s vyhnitým substrátom v dávke 80 t.ha⁻¹. Ostatné varianty boli štatisticky rovnocenné (tab. 2).

Pri hodnotení priebehu inkubácie v čase dochádza k miernemu poklesu enterokokov v 15. dni merania, ale postupne sa ich počty zvyšujú. Dokonca sme štatisticky potvrdili nárast počtu enterokokov medzi 1. a 105. dňom inkubácie vzoriek (tab. 2). **Cools et al. (2001)** zistili, že najlepšie na prežívateľnosť *E. coli* a *Enterococcus* spp. izolovaných z výkalov ošípaných pôsobila nízka teplota (5 °C) a vysoká pôdna vlhkosť (100 % PVK). *E. coli* lepšie prežívala v piesočnatých pôdach a *Enterococcus* spp. v ílovitých pôdach.

Uvedené potvrdzuje, že enterokoky sa vedú dobre prispôsobiť podmienkam prostredia. **Huycke (2002)** uvádza, že enterokoky sú schopné rásť v širokom teplotnom rozsahu od 10 do 45 °C, širokom rozsahu pH 4,8-9,6, za prítomnosti 28 % NaCl a prežívajú polhodinové zahriatie na 60 °C. Tieto organizmy ľahko katabolizujú široké spektrum energetických zdrojov. Enterokoky patria medzi závažné podmienené patogénne druhy, uplatňujúce sa ako jediné agens alebo nezriedka ako účastníci polymikrobiálnej infekcie (**Bednář et al., 1999**). Pre človeka sú najdôležitejšie *Enterococcus faecalis*, *E. faecium* a *E. durans*.



Obrázok 3 Počty enterokokov v log KTJ.g⁻¹ sušiny pôdy v priebehu inkubácie vzoriek

Tabuľka 2 Štatistické hodnotenie výsledkov termotolerantných koliformných baktérií a enterokokov ANOVA, LSD test, $P \leq 0,05$, $n = 5$

Termotolerantné koliformné baktérie			
Variant	LS Priemer	Deň merania	LS Priemer
2 b	2,972 ^a	105.	2,186 ^a
1 a	3,002 ^a	30.	2,816 ^b
1 b	3,010 ^a	64.	3,008 ^b
2 a	3,092 ^a	15.	3,398 ^c
K	3,136 ^a	1.	3,804 ^d
Enterokoky			
Variant	LS Priemer	Deň merania	LS Priemer
2 a	3,332 ^a	15.	3,11 ^a
2 b	3,353 ^a	1.	3,326 ^b
1 a	3,402 ^a	30.	3,474 ^{b c}
K	3,410 ^a	105.	3,58 ^c
1 b	3,632 ^b	64.	3,63 ^c

Prezentované výsledky boli dosiahnuté za kontrolovateľných laboratórnych podmienok a tieto výsledky vo väzbe na poľné podmienky by bolo potrebné overiť ďalším pozorovaním a vyhodnotením.

ZÁVER

Pôdy obohatené organickými substrátmi môžu mať bohatšie zastúpenie koliformných baktérií, termotolerantných koliformných baktérií a enterokokov, a tak zvyšovať hygienické riziko. V našom experimente sa to potvrdilo iba v prípade enterokokov. Medzné hodnoty stanovené **zákonom č. 188/2003 Z. z.** však neboli pri žiadnom organickom substráte prekročené.

Počas 105. dňovej inkubácie pôdnych vzoriek neošetrených a ošetrených vyhnutým substrátom a dnovým sedimentom dochádza k výraznému poklesu počtu koliformných a termotolerantných koliformných baktérií približne o 1 až 2 rády, bez ohľadu na spôsob ošetrenia. Pri enterokokoch sme zaznamenali štatisticky preukazný nárast počtov medzi 1. a 105. dňom inkubácie vzoriek. Vplyv organických substrátov na zastúpenie enterokokov sa potvrdil pri vyhnutom substráte v dávke 80 t.ha⁻¹. Uvedenej problematike bude potrebné

venovať veľkú pozornosť aj v budúcnosti. Pri aplikácii organických substrátov do pôdy môžu byť ľudia a zvieratá infikovaní rôznymi cestami ako prostredníctvom príjmu potravy, inhaláciou z tvoriacich sa aerosólov, prípadne kontaktom s kožou.

LITERATÚRA

- BEDNÁŘ, M., FRAŇKOVÁ, V., SCHINDLER, J., SOUČEK, A., VÁVRA, J. 1999. *Lékařská mikrobiologie*. Marvil : Praha, 1999, 558 s.
- COOLS, D., MERCKX, R., VLASSAK, K., VERHAEGEN, J. 2001. Survival of *E. coli* and *Enterococcus* spp. Derived from pig slurry in soils of different texture. In *Applied Soil Ecology*, vol. 17, 2001, p. 53-62.
- FERGUSON, D. M., MOORE, D. F., GETRICH, M. A., ZHOWANDAI, M. H. 2005. Enumeration and speciation of enterococci found in marine and intertidal sediments and coastal water in southern California. In *Journal of Applied Microbiology*, vol. 99, 2005, p. 598-608.
- HIRAISHI, A., SAHEKI, K., HORIE, S. 1984. Relationships of total coliform, fecal coliform and organic pollution levels in the Tamagawa River. In *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, vol. 50, 1984, no. 6, p. 991-997.
- HUYCKE, M. M. 2002. Physiology of enterococci. In *The Enterococci: Pathogenesis, Molecular Biology and Antibiotic Resistance* ed. Gilmore et al. ASM Press : Washington. p. 133.
- CHRONI, CH., KYRIACOU, A., MANIOS, T., LASARIDI, K. E. 2009. Investigation of the microbial community structure and activity as indicators of compost stability and composting process evolution. In *Bioresource Technology*, vol. 100, 2009, no. 15, p. 3745-3750.
- JEZIERSKA-TYS, S., FRĄC, M. 2008. Effect of sewage sludge on selected microbiological and biochemical indices of soil fertility in view of domestic and world wide studies: a review. In *Acta Agrophysica*, vol. 12, 2008, no. 2, p. 393-407.
- MAKOVÁ, J., JAVOREKOVÁ, S., SELEŠIOVÁ, Z., JURÍK, L. 2008. Charakteristika mikrobiálneho spoločenstva dnových sedimentov vodnej nádrže Malý Kolpašský tajch: pilotná štúdia. In *Aktuálne problémy riešené v agrokomplexe*. Nitra : SPU, 2008, s. 44-48, ISBN 978-80-552-0151-1.
- NIEWOLAK, S. 1998. Total Viable Count and Concentration of Enteric Bacteria in Bottom Sediments from the Czarna Hancza River, Northeast Poland. In *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 7, 1998, No. 5, pp. 295-306.
- SÁNCHEZ-MONEDERO, M. A., MONDINI, C., de NOBILI, M., LEITA, L., ROIG, A. 2004. Land application of biosolids. Soil response to different stabilization degree of the treated organic mater. In *Waste Management*. vol. 24, 2004, no. 4, p. 325-332.
- SANTAMARÍA, J., TORANZOS, G. A. 2003. Enteric pathogens and soil: a short review. In *Int Microbiol.*, vol. 6, 2003, p. 5-9.
- SUN, Y. H., LUO, Y. M., WU, L. H., LI, Z. G., SONG, J., CHRISTIE, P. 2006. Survival of faecal coliforms and hygiene risks in soils treated with municipal sewage sludges. In *Environmental Geochemistry and Health*, vol. 28, 2006, p. 97-101.
- TERMOSHUIZEN, A. J., MOOLENAAR, S. W. VEEKEN, A. H. M., BLOK, W. J. 2004. The value of compost. In *Reviews in Environmental Science & Bio/Technology*. vol. 3, 2004, p. 343-347.
- WEISSMAN, J. B., GRAUN, G. F. LAWRENCE, D. N. POLLARD, R. A., SASLAW, M. S. GARANGAROSA, E. J. 1976. An epidemic of gastroenteritis traced to a contaminated public water supply. In *Am J Epidemiol*, vol. 103, 1976, p. 391-398.
- Zákon č. 188/2003 Z. z. o aplikácii čistiarenského kalu a dnových sedimentov do pôdy a o doplnení zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

Pod'akovanie

Práca vznikla za podpory agentúr VEGA 1/0404/09, 1/0702/08 a KEGA 3/6228/08. Autori práce ďakujú pani Bc. H. Blaškovičovej a E. Čunderlíkovej za pomoc pri analýzach.

Kontaktná adresa:

Ing. Jana Maková, PhD. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FBP, Katedra mikrobiológie, Trieda Andreja Hlinku 2. Tel. 0376414434, E-mail: Jana.Makova@uniag.sk