

1. Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani konzulenseimnek, Seres Anikónak és Hrács Krisztinának a dolgozatomban nyújtott segítségükért. Továbbá Dullien Blankának a végső lektorálási munkákért és Kerekes Flórának az angol nyelvű segítségért.

2. Irodalom

- ANDRÁSSY I., FARKAS K. (1988): Kertészeti növények fonálféreg kártevői. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó. 13-91. p.
- BÁNHEGYINÉ TÓTH Á. (2008): Nanotechnológia a környezetvédelemben és a biotechnológiában. Budapest. ELGOSCAR-2000 Környezettechnológiai és Vízgazdálkodási Kft. 3-17. p.
- BÁNYAI I. (2009): Nanotudomány-Nanotechnológia. Debreceni Egyetem. Kolloid- És Környezetkémiai Tanszék. 1-37. p.
- BLINOVA, I.; IVASK, A.; HEINLAAN, M.; MORTIMER, M.; KAHRU, A. (2010): Ecotoxicity of nanoparticles of CuO and ZnO in natural water. *Environmental Pollution* 158, 41–47.
- BODROG D. (2012): A nano titán-dioxid ökotoxikológiai hatásai a talajlakó *Folsomia candida* ugróvillás faj reprodukciójára, mortalitására és viselkedésére. Szent István Egyetem Mezőgazdasági- és Környezettudományi kar. Állattan és Állatökológiai Tanszék. Gödöllő, 19. p.
- BORGONIE, G.; GARCÍA-MOYANO, A.; LITTHAUER, D.; BERT, W.; BESTER, A.; VAN HEERDEN, E.; MÖLLER, C.; ERASMUS, M.; ONSTOTT, T. C. (2011): Nematoda from the terrestrial deep subsurface of South Africa. *Nature* 474, 79–82
- BOYD, W. A.; STRINGER, V. A.; WILLIAMS, P. L. (2001): Metal LC50S of soil nematode compared to published earthworm data. *Environ Toxicol Risk Assess*, 10, 223-235.
- BRUNNER, T. J.; WICK, P.; MANSER, P.; SPOHN, P.; GRASS, R. N.; LIMBACH, L. K.; BRUININK, A.; STARK, W. J. (2006): In vitro cytotoxicity of oxide nanoparticles: comparison to asbestos, silica, and the effect of particle solubility. *Environmental Science & Technology* 40, 4374-4381.
- CATTANEO, A.G.; GORNATI, R.; CHIRIVA-INTERNATI, M.; BERNARDINI, G. (2009): Ecotoxicology of nanomaterials: the role of invertebrate testing. *ISJ* 6: 78-97.
- DÁNYI L., TRASER GY. (2008): Magyarország ugróvillásai. A Kárpát-medence állatvilágának kialakulása. p. 21-28.
- PÁNDICS T. (2008): A nanorészecskék környezetegészségügyi hatásainak elemzése. *Egészségtudomány*, LII. évfolyam, 2008 3. szám. Országos Környezetegészségügyi Intézet. Budapest. 5-20. p.
- EURÓPAI BIZOTTSÁG (2012): A bizottság közleménye az európai parlamentnek, a tanácsnak és az európai gazdasági és szociális bizottságnak. A nanoanyagokra vonatkozó második szabályozásbeli áttekintés. Brüsszel. 2012.10.3. COM (2012) 572 final
- FOUNTAIN, M. T.; HOPKIN, S. P. (2001): Continuous Monitoring of *Folsomia candida* (Insecta: Collembola) in a Metal Exposure Test. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 48, 275-286
- FRECKMAN, D. W.; MANKAU, R.; FERRIS, H. (1975): Nematode Community Structure in Desert Soils: Nematode Recovery. *J Nematol.* 7(4): 343–346.

- GRUIZ K., HORVÁTH B., MOLNÁR M. (2001): Környezettőxicológia, vegyi anyagok hatása az ökoszisztémára. Műegyetem Kiadó. 7-113. p.
- HEINLAAN, M.; IVASK, A.; BLINOVA, I.; DUBOURGUIER, H.-C.; KAHRU, A. (2008): Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO₂ to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus*. Chemosphere 71, 1308–1316.
- HONGBO M.; WILLIAMS, P. L.; DIAMOND, S. A. (2013): Ecotoxicity of manufactured ZnO nanoparticles - A review. Environmental Pollution. 172, 76-85.
- HÖSS, S., WILLIAMS, P. (2009): Ecotoxicity testing with nematodes. Nematodes as Environmental Indicators. CABI. Oxfordshire. United Kingdom. 208-224. p.
- HTTP 1.: http://www.mfa.kfki.hu/hu/system/files/miert_kulonleges_50x70.pdf
- HTTP 2.: <http://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/nanotechnology.htm>
- IZSÁK B. (2013): Különböző szemcseméretű ZnO hatásának vizsgálata *Folsomia candida* fajon (*Collembola*). Szent István Egyetem Mezőgazdasági- és Környezettudományi kar. Állattan és Állatökológiai Tanszék. Gödöllő, 8-30. p.
- JÁVOR I. (1974): Kis nematológia. Növényparazita fonálférgék és a védekezés ellenük. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó. 22. p.
- KAHRU, A.; DUBOURGUIER, H. (2009): From ecotoxicology to nanoecotoxicology. Toxicology. 269, 105–119.
- KAHRU, A.; DUBOURGUIER, H. C.; BLINOVA, I.; IVASK, A.; KASEMETS, K. (2008): Biotests and Biosensors for Ecotoxicology of Metal Oxide Nanoparticles: A Minireview. *Sensors*. 8, 5153-5170.
- KHARE, P.; SONANE, M.; PANDEY, R.; ALI, S.; GUPTA, K. C.; SATISH, A. (2011): Adverse effects of TiO₂ and ZnO nanoparticles in soil nematode, *Caenorhabditis elegans*. Journal of Biomedical Nanotechnology 7 (1), 116-117.
- KOOL, P. L.; ORTIZ, M. D.; VAN GESTEL, C.A.M. (2011): Chronic toxicity of ZnO nanoparticles, non-nano ZnO and ZnCl₂ to *Folsomia candida* (*Collembola*) in relation to bioavailability in soil. Environmental Pollution 159 (10), 2713-2719.
- KROGH, P.H. (2008): Toxicity testing with the collembolans *Folsomia fimetaria* and *Folsomia candida* and the results of a ringtest. Department of Terrestrial Ecology. Denmark. 7-27. p.
- KUCHIBHATLA, S.V.N.T.; KARAKOTI, A.S.; BERA, D.; SEAL, S. (2006): One dimensional nanostructured materials. [Materials Science. Volume 52, Issue 5](#), July 2007, Pages 699–913.
- KUMAR, A; DHAWAN, A. (2013): Genotoxic and carcinogenic potential of engineered nanoparticles: an update. [Arch Toxicol](#). (11):1883-900.
- KUNNÉ PÁL E. (2009): Cink-oxid nanorészecskék és hibrid vékonyrétegek optikai, szerkezeti és fényelektromos tulajdonságai. Kolloidkémiai Tanszék. SZTE TTIK. Szeged. 6-7. p.
- LOCKMAN, P.; OYEWUMI, M.; KOZAIARA, J.; RODER, K.E.; MUMPER, R.J.; ALLEN, D.D. (2003): Brain uptake of thiamine-coated nanoparticles. J. Control. Release 93: 271-282.

MANUSADŽIANAS, L.; GRIGUTYTĖ, R.; JURKONIENĖ, S.; KARITONAS, R.; SADAUSKAS, K.; FÉRARD, J.-F.; COTELLE, S.; FOUCAUD, L. (2009): Toxicity of zinc oxide nanoparticle suspensions to aquatic biota. Lithuania State Science and Studies Foundation Gilibert - France-Lithuanian. Research programme. Poster.

NAGYNÉ NASZÁLYI L. (2008): ZnO-alapú multifunkciós, nanostrukturált vékonyrétegek előállítása és jellemzése. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék. Budapest. 1-2. p.

NÉBIH- NEMZETI ÉLELMISZERLÁNC-BIZTONSÁGI HIVATAL (2009): Kérdések és válaszok a nanotechnológia élelmiszer-biztonsági megítéléséről. 4-60. p.

NEWMAN, M.D.; STOTLAND, M.; ELLIS, J.I. (2009): The safety of nanosized particles in titanium dioxide- and zinc oxide-based sunscreens. [J Am Acad Dermatol](#). 61(4):685-92.

OBERDÖRSTER, E. (2004) : Manufactured nanomaterials (fullerens, C60) induce oxidative stress in the brain of juvenile largemouth bass. *Environmental Health Perspectives* 112: 1058-1062.

OECD (2009): OECD Guidelines for Testing Chemicals, Collembolan Reproduction Test in Soil, Number 232.

R CORE TEAM (2013): <http://www.r-project.org/>

ROLLER, M. (2009): Carcinogenicity of inhaled nanoparticles. [Inhal Toxicol](#). 1:144-57.

SÁVOLY Z., NAGY P., VARGA G., HAVANCSÁK K., HRÁCS K., ZÁRAY GY. (2013) A novel method for investigation of uptake and distribution of polluting microelements and nanoparticles in soil-inhabiting nematodes. *Microchemical Journal*. Volume 110. Pages 558–567

SERES A. (2009): A mikorrhiza-ugróvillás (Collembola) kapcsolatok szerepe a kukorica tápanyagfelvételében. Szent István Egyetem. Gödöllő. 13-27. p.

SERES A., BAKONYI G.(2002): A talajlakó állatok és az endomikorrhiza-gombák közötti kapcsolatok szerepe a növények tápanyagellátásában. *Agrokémia és Talajtan*. 51. 3-4: 535-546.

SERES A., BAKONYI G., POSTA K. (2003): Ugróvillások (Collembola) szerepe a Glomus mosseae (Zygomycetes) arbuskuláris mikorrhiza gomba terjesztésében. *Állattani Közlemények*. 88 (1): 61-71.

SOCHOVÁ, I.; HOFMAN, J.; HOLOUBEK, I. (2005): Using nematodes in soil ecotoxicology. *Environmental International*. 32:374-383.

SZALAY B., BRÓZIK M., KOVÁČIKOVA, Z., TÁTRAI E., PÁNDICS T. (2009): Vas-oxid nanorészecskék tüdőtoxicitása. Budapest. *Egészségtudomány*, LIII. évfolyam, 2009. 1. szám

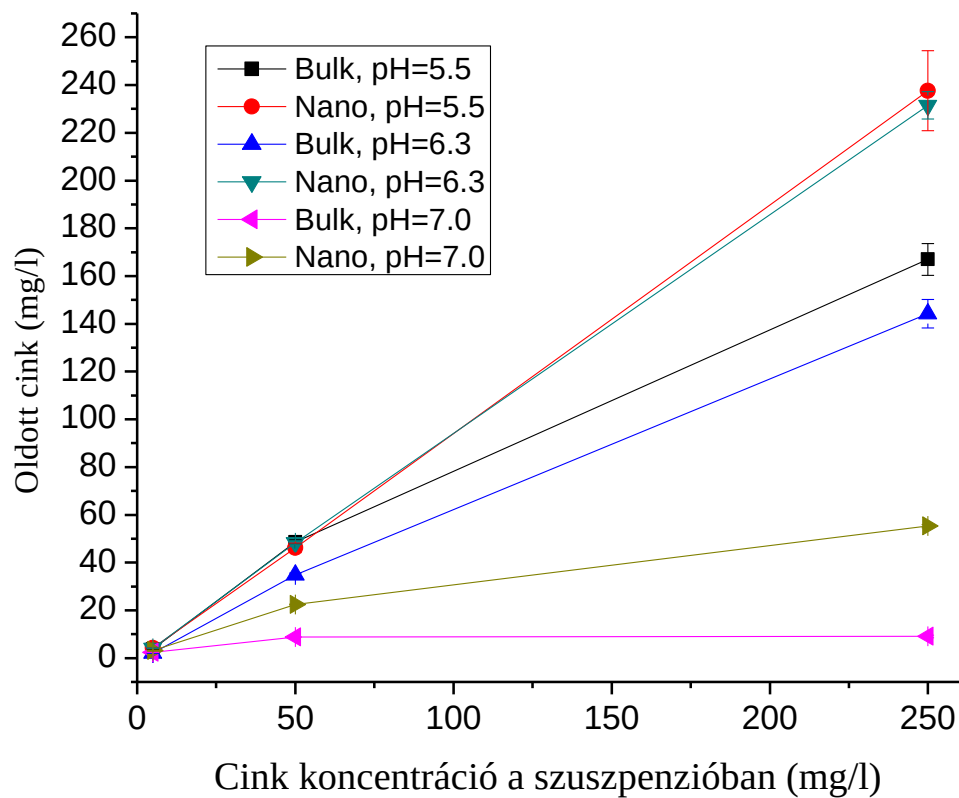
SZEDER B. (2011): Az erózió és a bentonitos talajjavítás hatásának vizsgálata az ugróvillások közösségeire és a talaj biológiai aktivitására. Szent István Egyetem Mezőgazdasági- és Környezettudományi kar. Talajtani és Agrokémiai Tanszék. Gödöllő, 18-20. p.

WAALEWIJN-KOOL, P. L.; DIEZ ORTIZ, M.; VAN GESTEL, C. A. M. (2012): Effect of different spiking procedures on the distribution and toxicity of ZnO nanoparticles in soil. *Ecotoxicology* 21:1797–1804.

- WAALEWIJN-KOOL, P. L.; DIEZ ORTIZ; M.; VAN STRAALE; N. M.; VAN GESTEL, C. A. M. (2013): Sorption, dissolution and pH determine the long-term equilibration and toxicity of coated and uncoated ZnO nanoparticles in soil. *Environmental Pollution*. 178, 59-64.
- WANG, H.; WICK, R. L.; XING, B. (2009): Toxicity of nanoparticulate and bulk ZnO, Al₂O₃ and TiO₂ to the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Environmental Pollution* 157 (4), 1171-1177.
- WILK T. (2014): Nano méretű és nagyszemcsés cink-oxid ökotoxikológiai hatásvizsgálata *Panagrellus redivivus* fonálférgen. Szent István Egyetem Mezőgazdasági- és Környezettudományi kar. Állattan és Állatökológiai Tanszék. Gödöllő. 6-40. p.
- WONG, S. W. Y.; LEUNG, P. T. Y.; DJURIŠIĆ, A. B.; LEUNG, K. M. Y. (2010): Toxicities of nano zinc oxide to five marine organisms: influences of aggregate size and ion solubility. *Anal Bioanal Chem* 396:609–618
- XIONG D., FANG T., YU L., SIMA X., ZHU W. (2011): Effects of nano-scale TiO₂, ZnO and their bulk counterparts on zebrafish: Acute toxicity, oxidative stress and oxidative damage. *Science of the Total Environment*. 409: 1444–1452.
- ZIMLER T. (2008): Nanoanyagok: új szabályok vannak születőben. Műszakifórum. November 22-23: a Versenyképességi Tanács ülése
- ZSENI A. (2010): A nanotechnológia környezetvédelmi vonatkozásai. Nanotechnológia alkalmazása a vízkezelésben. Szegedi Egyetem. Műszaki Tudományi Kar. BGÉKI. Környezetmérnöki Tanszék. 4-20. p.

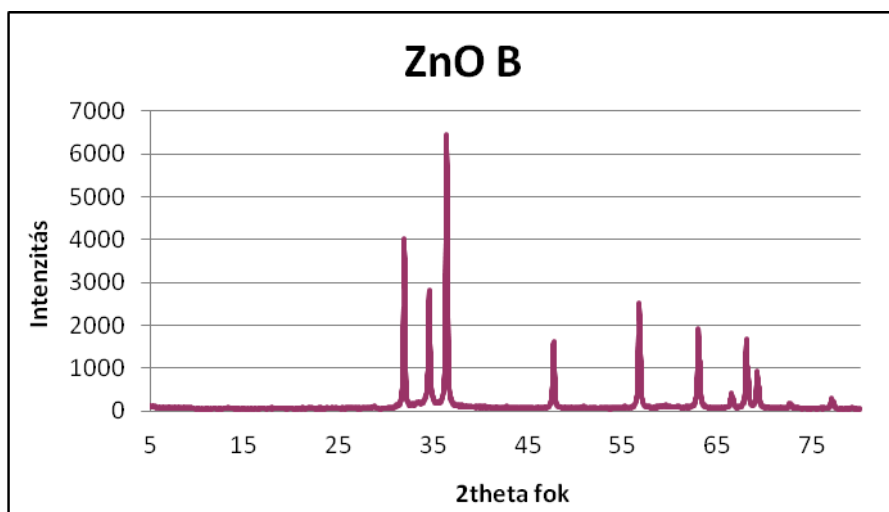
3. Mellékletek

1. melléklet:

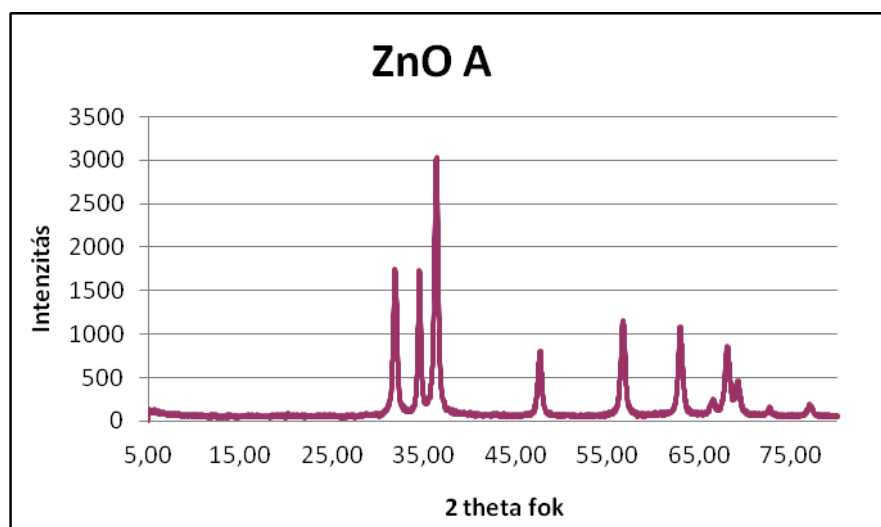


13. diagram: Oldott cink koncentráció eltérő pH tartományokban: 5,5 pH barna erdő talaj pH-ja, 6,3 pH *C. elegans* belső pH-ja, 7,0 pH a tesztelésnél használt közeg pH-ja (SÁVOLY 2014)

2. melléklet:

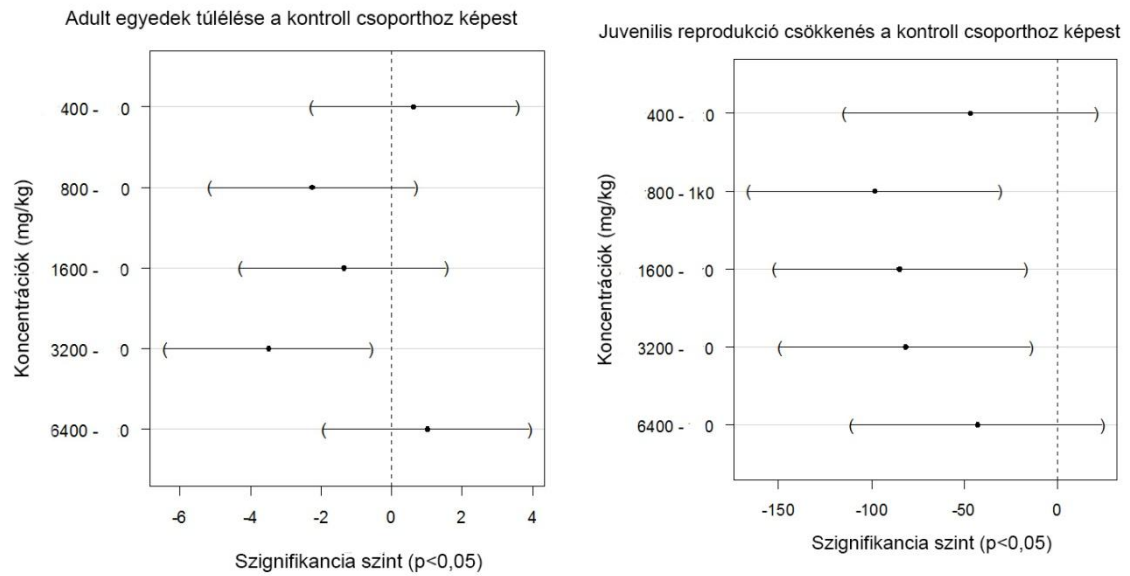


14. diagram: 100 nm ZnO szemcseméret eloszlása

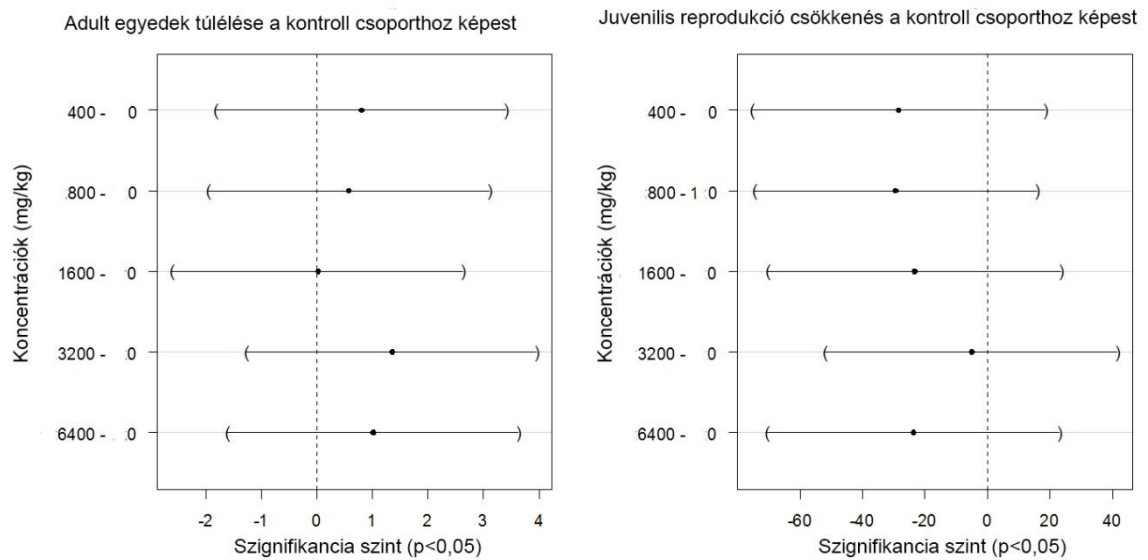


15. diagram: 20 nm ZnO szemcseméret eloszlása

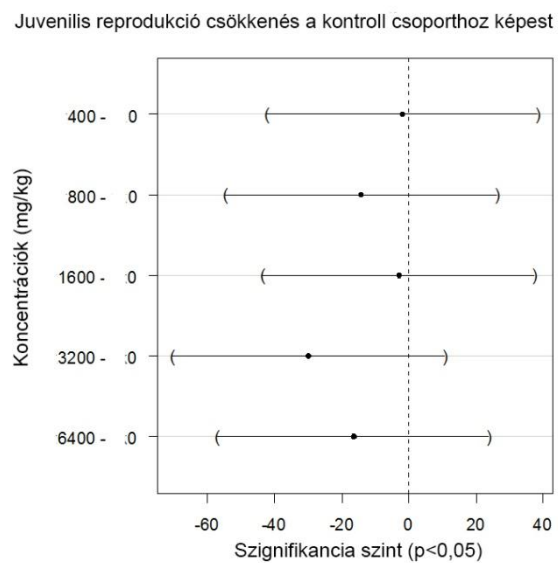
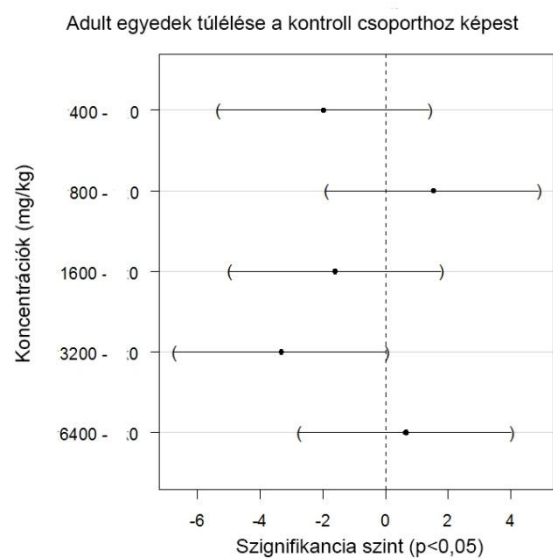
3. melléklet:



16-17. diagram: Első *F. candida*-val végzett gipszes vizsgálathoz végzett Dunnett tesztek



18-19. diagram: Második *F. candida*-val végzett gipszes vizsgálathoz végzett Dunnett tesztek



20-21. diagram: Harmadik *F. candida*-val végzett gipszes vizsgálathoz végzett Dunnett tesztek

4. Nyilatkozat

Alulírott _____, a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar _____ szak nappali/levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy szakdolgozatom/diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön a Kar / Intézet / Szak honlapjára. A digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető tanszéken/intézetben, illetve a kialakításra kerülő Kari központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Gödöllő, _____ év _____ hó _____ nap

hallgató aláírása

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot/diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmak korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot/diplomadolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem.

Gödöllő, _____ év _____ hó _____ nap

témavezető aláírása