

AZ ÖKOLÓGIAI ÉS KONVENCIONÁLIS MŰVELÉS ALÁ ESŐ NYÍRSÉGI TALAJOK MIKROBIOLÓGIAI ÉS TALAJKÉMIAI VIZSGÁLATAI

DEMETER Ibolya¹, MAKÁDI Marianna², ARANYOS Tibor², FERENCZY Antal³, POSTA Katalin¹

¹Szent István Egyetem, Növényvédelmi Intézet, Mikrobiológiai és Ökotoxikológiai Csoport, 2100 Gödöllő, Páter Károly út. 1.

²Debreceni Egyetem, Agrár-és Gazdálkodástudományok Centruma KIT, Nyíregyházi Kutatóintézet, 4400 Nyíregyháza, Westsik Vilmos út 4-6.

³Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar,
e-mail: ibolyad85@gmail.com

Kulcsszavak: homoktalaj, ökológiai gazdálkodás, konvencionális gazdálkodás, talajenzimek, szervesanyag

Összefoglalás:A talajok termékenységének fenntartása az élelmiszertermelés alapja. A termékenység nem csak a felvehető tápanyagok mennyiségét jelenti, hanem szoros kapcsolatban van a talajok mikrobiális aktivitásával, kémiai és fizikai tulajdonságaival is. A talaj mikroorganizmus közösségét -mennyiségét és diverzitását- azonban jelentősen befolyásolja az alkalmazott gazdálkodási rendszer, és változása a talaj termékenységére is hatást gyakorol.

Munkánk célja a nyírségre jellemző homok és emellett kisebb területi kiterjedésben található réti talajok mikrobiológiai sajátosságainak és szervesanyag dinamikájának, illetve az ezek közötti összefüggéseknek a vizsgálata volt ökológia és konvencionális gazdálkodási rendszerekben. Különböző mélységből származó talajminták invertáz, kataláz enzim aktivitását és talajkémiai tulajdonságait (pH_{KCl}, szén- és nitrogéntartalom, humusztartalom, nitrit-nitrát-N tartalom), valamint a közöttük fennálló összefüggést vizsgáltuk.

A 2012-es év mérési eredményei alapján megállapítható, hogy az invertáz és kataláz enzimek aktivitása, valamint a szén- és nitrogéntartalom a talajban csökkent a mélységgel. Az eltérő talajtípusok és művelési módok jelentős hatással voltak mindkét enzim aktivitására. Homoktalajoknál az ökológiai gazdálkodású, míg a réti típusú talajoknál a konvencionális gazdálkodás alá eső területeken jelentkezett magasabb enzimaktivitás és C, N tartalom.

Bevezetés

A legújabb adatok alapján ismert, hogy talajaink globálisan 2344 gigatonna szerves szenet tartalmaznak, mely a legnagyobb mértékű szén tartalékokat jelenti a Földön (STOCKMANN et al. 2013). Az itt bekövetkező változások hatásai igen jelentősek, mivel befolyásolják a levegő CO₂ koncentrációját és így a klímaváltozáshoz, a globális hőmérsékleti változásokhoz is hozzájárulhatnak. Mindemellett a talaj termékenységi viszonyaira is nagy hatást gyakorolnak. A talaj szervesanyag tartalmát befolyásoló folyamatokról és azok mechanizmusairól egyre több tanulmány lát napvilágot, de még sok kérdés nem tisztázott. Hogyan biztosíthatjuk a talaj szervesanyag tartalmával összefüggő, és az élelmiszer előállításával szoros kapcsolatban felmerülő közel optimális talajadottságokat, melyek hosszú távon biztosíthatják az élelmiszer előállítását?

A talaj szervesanyag tartalmának igen nagy része szoros kapcsolatban van a talaj mikrobiológiai adottságaival (TRUMBORE 2009) és számos biológiai folyamat befolyásolja a talaj különböző szerves szén formáinak lebontó folyamatait. Többek között idetartozik az 50-es években felismert „priming effect” a növényi és talajbiológiai sokféleség (biodeverzitás) és a gyökérváladékok hatása is (STOCKMANN et al. 2013).

A talaj fizikai és kémiai tulajdonságait befolyásoló tényezőkről, valamint önállóan a talajbiológia elemeire gyakorolt hatásairól már született tanulmány (SUN et al. 2004), de együttes vizsgálatokról még kevés információval rendelkezünk. Ezért célul tűztük ki a talaj szervesanyag tartalmát befolyásoló hatások vizsgálatát, jelen munkánkban az 1929 óta

konvencionális gazdálkodású, valamint a tizenhat éve ökológia gazdálkodási rendszerre átállított területek összehasonlítását két enzim (invertáz, kataláz) aktivitásának mérésével.

Anyag és módszer

A mintavételi pontokat a Debreceni Egyetem AGTC KIT Nyíregyházi Kutatóintézetének ökológiai és konvencionális gazdálkodás alá eső parcelláin jelöltük ki 2012 őszén. A homoktalaj lepelhomok, ahol 0,5-2,5 m mélyen eltemetett humuszos réteg található. A vizsgált homoktalajok domborzati eltérései miatt az egyes parcellákat dombra és dombaljra különítettük el. A réti talajon – kialakulásából adódóan – a mintavételi helyek domborzatilag nem különíthetők el, a terület sík. Az ökológiai gazdálkodásra átállított területen a növénytermesztés a vonatkozó jogszabályoknak megfelelően történik, ahol, szemben a konvencionális művelésű területekkel, semmilyen műtrágya, illetve növényvédőszer kijuttatás nem történik. A mintákat 0-30 és 30-60 cm-es mélységekből vettük, 4 ismétlésben. A mikrobiális vizsgálatokra szánt mintákat a kataláz kivételével a minta előkészítésig -20 °C-on tároltuk, a többi vizsgálatot légszáraz talajmintákból végeztük.

Az invertáz enzim aktivitás meghatározását fotometriásan végeztük 508 nm hullámhosszon, dinitro-szalicilsav jelenlétében (MIKANOVÁ et al. 2001).

A kataláz enzim aktivitását légszáraz talajmintából KMnO_4 -es titrálással határoztuk meg az MSZ-08-1721/4-86 számú magyar szabvány útmutatásai alapján.

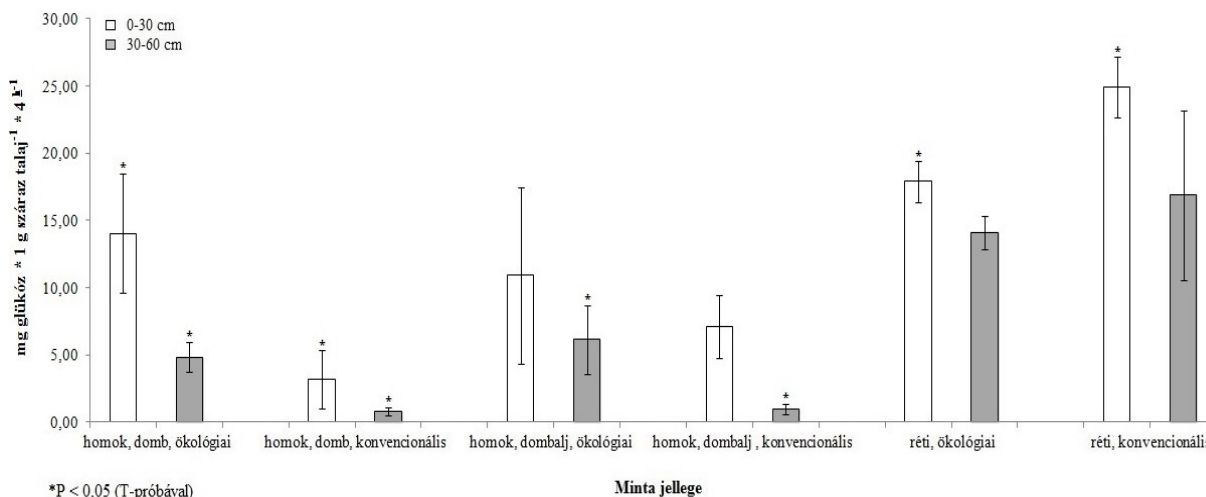
A talajminták összes szén és nitrogén-tartalmát egy Dumas-féle égetés elvén működő Elementar gyártmányú varioMAX CNS elem analizátor segítségével mértük meg.

A pH megállapítását az MSZ-08-0206-2:1978 magyar szabvány szerint, Thermo Sci. gyártmányú, Orion 2 Star típusú digitális pH mérővel; a humusz tartalmát az MSZ-08-0452:1980 szabvány szerint, UNICAM gyártmányú fotométerrel; a nitrit-nitrát-N tartalmát pedig az MSZ 20135:1999 szabvány szerint, FIA Star 5000 típusú áramlásos spektrofotométerrel a Kecskeméti Főiskola Talaj- és Növényvizsgáló Laboratóriumában végezték a fenti 0-30 cm-es rétegből.

A vizsgálati adatok kiértékelésénél a Microsoft Office Excel program 2007-es verzióját, valamint a IBM SPSS Statistics programcsomag 21-es verzióját használtuk. A statisztikai kiértékelést egymintás és kétmintás T-próbával végeztük, 95%-os valószínűségi szinten.

Eredmények

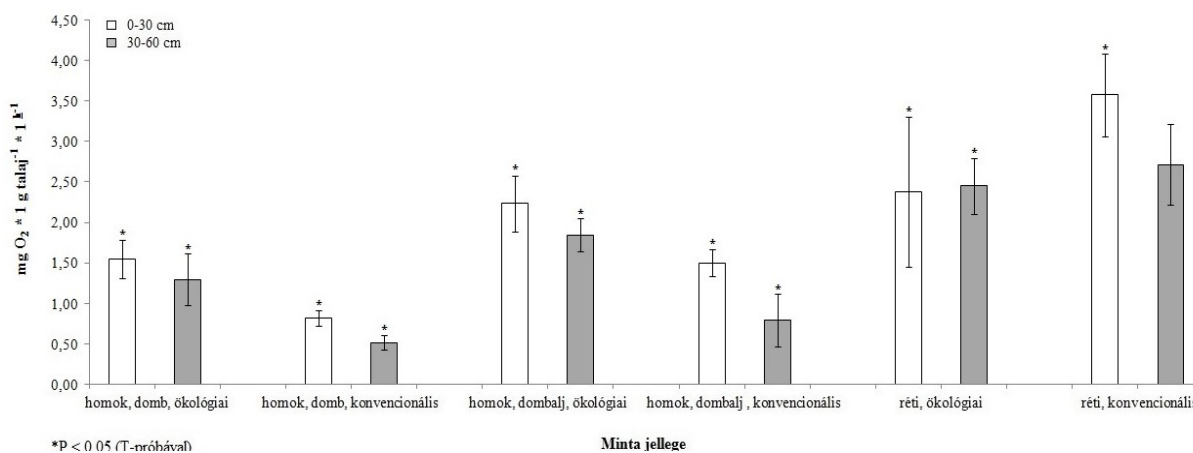
Az ökológiai és konvencionális művelés alá eső talajok invertáz-aktivitásának összehasonlítása alapján megállapítható (1. ábra), hogy a homoktalajoknál az ökológiai, míg réti jellegű talajoknál a konvencionális művelés alá eső területeken jelentkezett nagyobb invertáz-aktivitás. Mindkét talajtípusnál, illetve művelési módnál a 0-30 cm-es mélységből vett talajmintáknak volt szignifikánsan nagyobb invertáz-aktivitása a 30-60 cm mélységből származó mintákhoz képest (1. ábra, 1. táblázat). Ugyanakkor a réti illetve homoktalajok mélység szerinti invertáz aktivitásának mértéke jelentős különbséget mutatott: a réti talajoknál a mélyebb rétegeknél már nem volt szignifikáns eltérés az ökológiai és konvencionális művelésű területek invertáz aktivitása között. Homoktalajon a domborzat hatása is jelentkezett: mindkét gazdálkodási típusnál elkülönültek a dombon és a dombalján mért invertáz aktivitások, a különbség azonban nem szignifikáns.



1. ábra Az ökológiai és konvencionális művelés alá eső talajok invertáz-aktivitásának összehasonlítása

Figure 1. Comparison of the invertase activity of soils in organic and conventional farming

A 2. ábrán tüntettük fel a kataláz-aktivitás vizsgálatok eredményeit. A kataláz enzim aktivitása az invertázhoz hasonlóan a réti jellegű talajokban volt magasabb, a legnagyobb értéket a konvencionálisan művelt területen kaptuk és aktivitásuk csökkent a mélységgel. A homoktalajok kataláz aktivitása az ökológiai, réti talajok esetében a konvencionális művelés alá eső minták esetében volt magasabb. A domborzat befolyásoló hatása itt is jelentkezett, de az invertázhoz képest fordítottan alakult. A homoktalajoknál a dombaljból vett mintákban mértünk magasabb enzim aktivitás értékeket a dombtetőhöz viszonyítva.

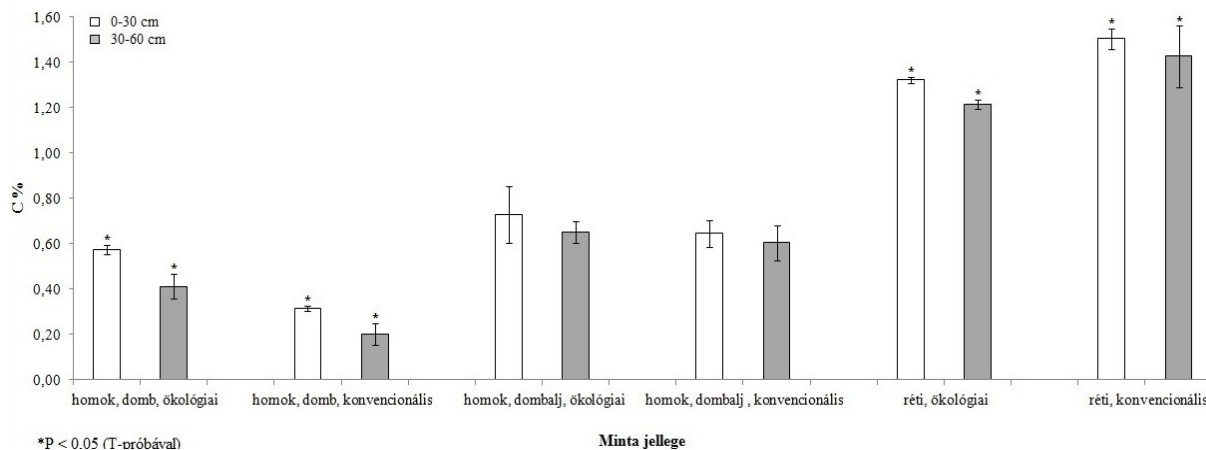


2. ábra Az ökológiai és konvencionális művelés alá eső talajok kataláz-aktivitásának összehasonlítása

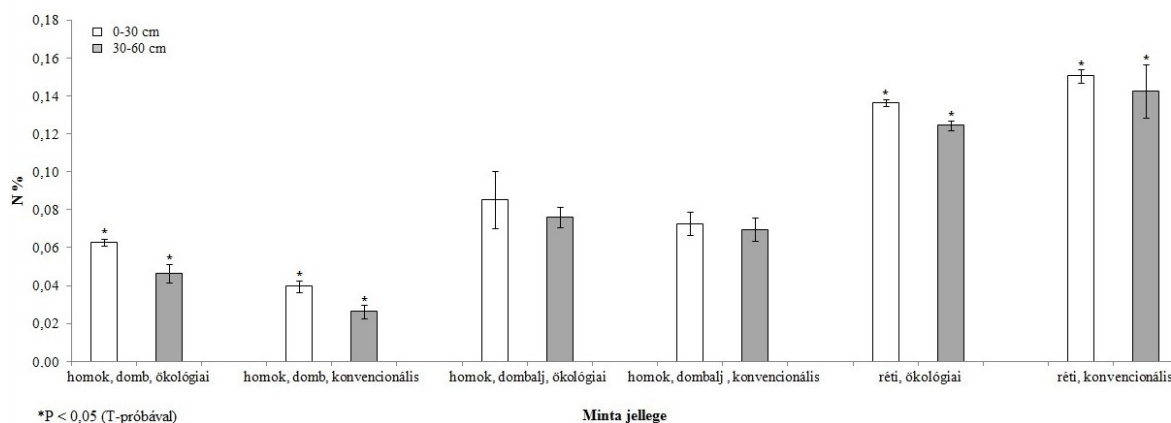
Figure 2. Comparison of the catalase activity of soils in organic and conventional farming

A 3. és a 4. ábrák tartalmazzák az eltérő művelésű területek talajainak összes szén és nitrogén mennyiségét százalékosan kifejezve. A réti talajokban nagyobb szén- és nitrogéntartalmat mértünk a homoktalajokhoz képest, mely a mélységgel csökkent (1. táblázat). A vizsgált elemek koncentrációjának talaj mélységgel történő csökkenése azonban a művelési módtól és talajtípustól függetlenül minden vizsgálati ponton jelentkezett, de a homokdomb aljában vett mintákban a csökkenés mértéke nagyon kicsi. A konvencionális művelés

megnövelte a réti talaj C és N tartalmát, míg a homoktalajokban fordítva, az ökológiai művelésnél mutatott nagyobb értékeket. A homoktalajok szén- és nitrogén-tartalmában domborzat szerinti eltérés is megfigyelhető volt, a dombaljából vett minták magasabb C és N százalékos értékeket adtak.



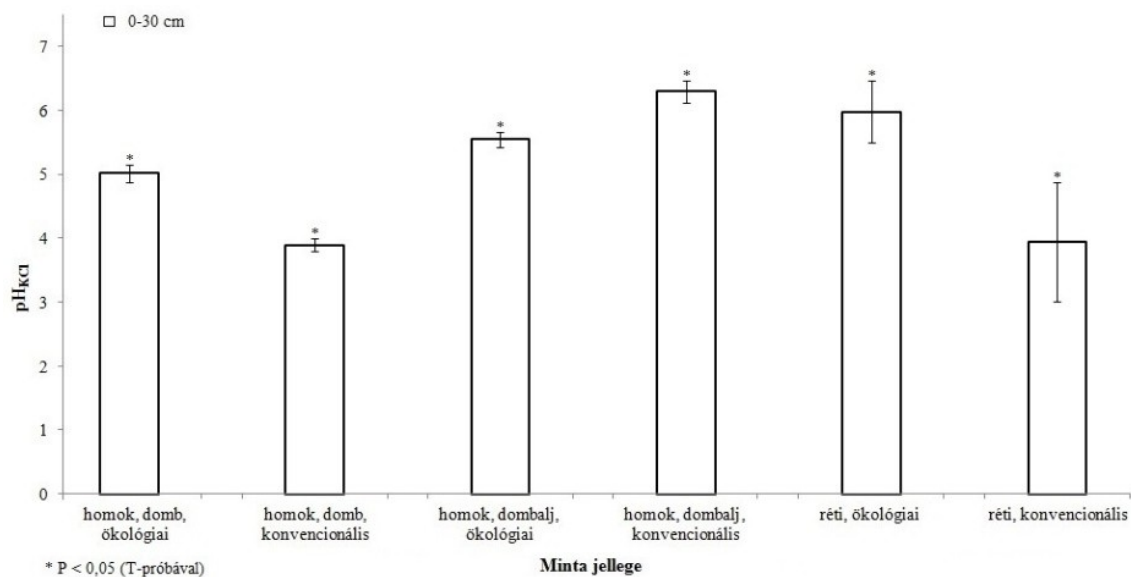
3. ábra Eltérő mélységből származó ökológiai és konvencionális művelés alá eső talajok széntartalma
Figure 3. Carbon content of organic and conventional farming soils at different depths



4. ábra Eltérő mélységből származó ökológiai és konvencionális művelés alá eső talajok nitrogéntartalma

Figure 4. Nitrogen content of organic and conventional farming soils at different depths

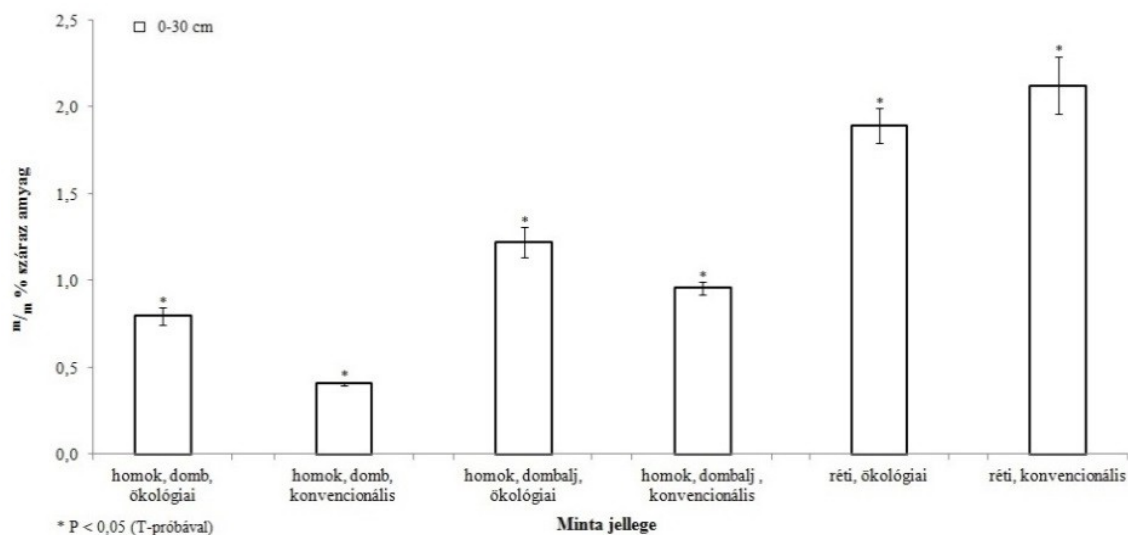
A vizsgált minták pH_{KCl} értékeit az 5. ábrán tüntettük fel. A legsavasabb pH_{KCl} -t a konvencionális művelés alá eső homoktalajon, a dombon mértünk ($pH_{KCl} = 3,8$), mely a Nyírségre jellemző pH tartomány alsó határán mozog. Meglepő módon a konvencionális művelés alá eső réti talaj pH_{KCl} értéke is alacsony volt, alig közelítette meg a $pH_{KCl}=4,0$ -et. Az ökológiai művelés alá eső homoktalajok még savas kémhatást mutattak, a dombaljban 5,3, a dombon 5,0, mely a réti jellegű talajnál már megközelítette a $pH_{KCl}=6,0$ értéket.



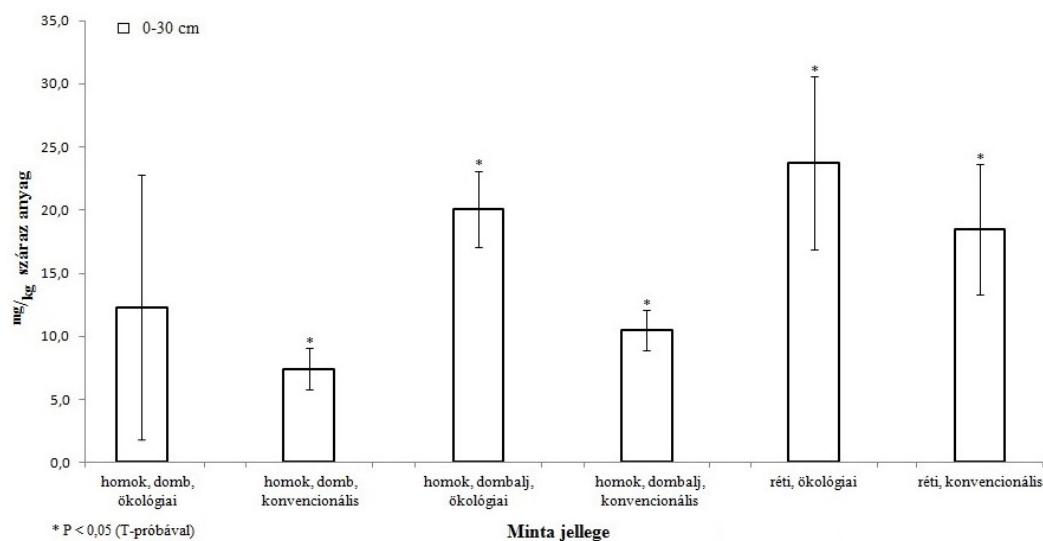
5. ábra pH_{KCl} az ökológiai és konvencionális gazdálkodás alá eső talajokban
 Figure 5. pH_{KCl} of soils in organic and conventional farming

Legnagyobb humusztartalom a konvencionális művelésű réti talajban jelentkezett és csak minimális csökkenése volt tapasztalható ökogazdálkodásnál (6. ábra). A homoktalajok humusztartalma átlagosan csak fele volt a réti talaj humusztartalmának, és a réti talajtól eltérően a konvencionális művelés csökkentette a homoktalaj humusztartalmát. A dombaljból származó minták műveléstől függetlenül mindig nagyobb humusztartalmat mutattak.

A vizsgált talajok nitrit-nitrát-N tartalmáról általánosságban elmondható, hogy mindkét talajtípusnál az ökológiai művelés alá eső területeken kaptunk magasabb értékeket. A homoktalaj a réti talajokhoz képest csak csökkent nitrát-nitrit-N tartalmúak.



6. ábra Az ökológiai és konvencionális gazdálkodás alá eső talajok humusz tartalma
 Figure 6. Humus content of soils in organic and conventional farming



7. ábra Az ökológiai és konvencionális gazdálkodás alá eső talajok nitrit-nitrát-N tartalma
Figure 7. Nitrite-nitrate content of soils in organic and conventional farming

1. táblázat Az eltérő mélységekből (0-30, 30-60 cm) származó talajminták mikrobiológiai és talajkémiai tulajdonságainak változása

Table 1. The variability of microbiological and soil chemical parameters of soil samples in different depths (0-30, 30-60 cm)

| Minta jellege/vizsgált paraméter | Homoktalaj | | | | Réti talaj | |
|----------------------------------|------------|----------------|----------|----------------|------------|----------------|
| | Domb | | Dombalj | | Ökológia | Konvencionális |
| | Ökológia | Konvencionális | Ökológia | Konvencionális | | |
| i | s | i | s | i | s | |
| Invertáz-aktivitás | * | * | * | * | * | * |
| Kataláz-aktivitás | * | * | * | * | - | * |
| Szén-tartalom | * | * | * | - | * | - |
| Nitrogén-tartalom | * | * | * | - | * | - |

* P < 0,05 (kétmintás T-próbával)

- P > 0,05 (kétmintás T-próbával)

2. táblázat Az ökológiai és konvencionális parcellákból származó talajminták mikrobiológiai és talajkémiai tulajdonságainak változása

Table 2. The variability of microbiological and soil chemical parameters using different tillage methods of soil samples

| Minta jellege/vizsgált paraméter | Homoktalaj | | | | Réti talaj | |
|--|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | Domb | | Dombalj | | | |
| | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm | 0-30 cm | 30-60 cm |
| Invertáz- aktivitás | - | - | * | - | * | - |
| Kataláz- aktivitás | * | * | * | * | * | - |
| Szén-tartalom | * | * | * | - | * | * |
| Nitrogén- tartalom | * | * | * | - | * | * |
| pH _{KCl} | * | n. a. | - | n. a. | * | n. a. |
| Humusz- tartalom | * | n. a. | * | n. a. | * | n. a. |
| Nitrit-nitrát-N tartalom | * | n. a. | * | n. a. | * | n. a. |

* P < 0,05 (kétmintás T-próbával)

- P > 0,05 (kétmintás T-próbával)

n.a. nincs mérési adat

Megvitatás

A mezőgazdasági gyakorlatban alkalmazott talajművelés és a tápanyag-utánpótlás módjának helyes megválasztásával kedvezően befolyásolhatjuk a talaj termékenységét. Számos tanulmány az intenzív gazdálkodás mikrobiális diverzitást csökkentő és ezzel együtt a növényi produktumot csökkentő hatásáról számol be. Jelen munkánkban két igen eltérő gazdálkodási rendszer (Low- High input) talaj tulajdonságainak összehasonlító vizsgálatát terveztük, első lépésben csak két enzim aktivitásának változását vizsgálva.

Az invertáz enzim felelős a növényekben is nagy mennyiségben jelenlévő szacharóz hidrolizálásáért, így a talaj invertáz aktivitásának mértékéből a növényi maradványok lebontására, az azokat végző mikrobiológiai folyamatok intenzitására tudunk következtetni.

A homoktalajok kisebb invertáz aktivitása (1. ábra) így nem meglepő a nagyobb szervesanyag tartalommal jellemezhető réti talajokhoz képest. A konvencionális művelés, amelyre jellemző a műtrágyázás útján történő tápelem utánpótlás-, kiemelkedő invertáz aktivitást mutat a réti talaj felső, 0-30 cm mélységében. A műtrágyázással megnövelt növényi produktum lebontása miatt jelentkezett ez a kiugró enzimaktivitás, de szakirodalomban ettől eltérő eredmények is születtek (GE et al. 2009) és az invertáz enzim szezonális változása is ismert. A jelen vizsgálatban csak a műtrágyázással előidézett talaj enzim-aktivitás csökkenését csak a homoktalajban észleltünk (1. és 2. ábra). Ha a talaj invertáz aktivitása savas tartományban mutat maximális értéket, akkor valószínűsíthető, hogy a gombák lebontó folyamatai dominánsak, mint esetünkben is (FRANKERBERGER és JOHANSON 1983).

Az invertáz enzim aktivitása gyakran pozitívan korrelál a talajban található szerves szén és az összes nitrogén tartalommal (FRANKERBERGER és JOHANSON 1983), mely összefüggés kísérletünkben is jelentkezett. Míg a talajban található szerves szén javítja, addig

a talaj savas pH-ja általában gátolja a mikrobiális aktivitást (KUMAR SAHOO et al. 2010). A kataláz aktivitása általában stabil a talajban és szignifikáns összefüggést mutat a szerves széntartalommal, valamint csökken a mélységgel ALEF és NANNIPIERI (1995) eredményeihez hasonlóan. A kataláz aktivitás mértékét még befolyásolja a tápanyag (szervesanyag) utánpótlásának módja is (2. ábra), melyet PASCUAL et al. (1997) is leírtak már.

Az intenzív gazdálkodásban a talajművelő eszközök hatására először a makro-aggregátumok szétesésével, majd a mikro-aggregátumok diszpergálásával módosul a talajszerkezet. Ez a hatás kifejezettebb a közepes és durva textúrájú talajoknál, így a vizsgált homoktalajoknál is Ennek a folyamatnak további következménye lehet az is, hogy mind az enzimaktivitások, mind a szén és nitrogén tartalom csökkent a réti talajokhoz képest. A pH_{KCl} , a humusztartalom, valamint a nitrit-nitrát-N-tartalom tekintetében megfigyelhető a homoktalajoknál a domborzat befolyásoló hatása is. Mindhárom vizsgált paraméternél a dombaljban mértünk magasabb értékeket, mely a domb felszínének szél és víz általi kitettségével magyarázható, valamint az elfolyó veszteség is erősebben érvényesül (STEFANOVITS et al. 2010).

Habár az ökológiai és konvencionális művelésű parcellák jelentős eltérést mutattak talajtípustól függően, a humusz valamint a nitrit-nitrát-N tartalom mindkét talajtípusnál az ökológiai művelésű parcellákban volt magasabb (2. táblázat). Ezek az eredmények összhangban vannak azzal a megállapítással, hogy az ökológiai gazdálkodás során is alkalmazott szerves trágyázás hatására kevésbé ürül ki a talaj szervesanyag és tápelem készlete, mint a többi tápanyag-utánpótlási technika esetén (NARDI et al. 2003).

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük az Ökológiai Mezőgazdasági Kutatóintézetnek, hogy anyagi támogatásukkal lehetővé tették munkám kivitelezését, valamint a Kutató Kari Kiválósági Támogatás – 17586-4/2013/TUDPOL, illetve KTIA_AIK_12-1-2012-0012 pályázatok támogatását.

Irodalom

- ALEF K., NANNIPIERI P. 1995: *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*, Academic Press, London.
- BALESDENT J., CHENU C., BALABANE M. 2000: Relationship of soil organic matter dynamics to physical rotection and tillage, *Soil & Tillage Research* 53: 215-230.
- FRANKENBERGER JR W. T., JOHANSON J. B. 1983: Factors affecting invertase activity in soils, *Plant and Soil* 74: 313-323.
- GE G. F., LI Z. J., ZHANG J., WANG L. G., XU M. G., ZHANG J. B., WANG J. K., XIE X. L., LIANG Y. C. 2009: Geographical and climatic differences in long-term effect of organic and inorganic amendmets on soil enzymatic activities and respiration in field experimental stations of China, *Ecological Complexity* 6: 421-431.
- KUMAR SAHOO P., BHATTACHARYYA P., TRIPATHYA S., EQUENUDDINA SK. MD., PANIGRAHIA M. K. 2010: Influence of different forms of acidities on soil microbiological properties and enzyme activities at an acid mine drainage contaminated site, *Journal of Hazardous Materials* 179: 966-975.
- MIKANOVÁ O., KUBÁT J., MIKHAILOVSKAYA N., VÖRÖS I., BÍRÓ B. 2001: Influence of heavy metal pollution on some soil-biological parameters in the alluvium of the Litavka river. *Rostlinná Výroba* 47: 117-122.
- NARDI S., MORARI F., BERTI A., TOSONI M., GIARDINI L. 2004: Soil organic matter properties after 40 years of different use of organic and mineral fertilisers, *Europ. J. Agronomy* 21: 357-367.
- PASCUAL J. A., HERNANDEZ T., GARCIA C., AYUSO M. 1998: Enzymic activities in an arid soil amended with urban organic wastes: laboratory experiment, *Biores Technology* 64: 131-138.
- STEFANOVITS P., FILEP GY., FÜLEKY GY. 2010: *Talajtan (második kiadás)*, Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- STOCKMANN U., ADAMS M. A., CRAWFORD J. W., FIELD D. J., HENAKAARCHCHI N., JENKINS M., MINASNY B., MCBRATNEY A. B., DE REMY DE COURCELLES V., SINGH K., WHEELER I., ABBOTT L., ANGERS D. A., BALDOCK J., BIRD M., BROOKES P. C., CHENU C., JASTROW J. D., LAL R., LEHMANN J., O'DONNELL A. G., PARTON W. J., WHITEHEAD D., ZIMMERMANN M. 2013: The knowns, known unknowns and unknowns of sequestration of soil organic carbon. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 164: 80-99.
- SUN H. Y., DENG S. P., RAUN W. R. 2004: Bacterial community structure and diversity in a century-old manure-treated agroecosystem. *Applied and Environmental Microbiology* 70: 5868-5874.

MICROBIAL AND CHEMICAL INVESTIGATIONS OF SOILS IN ORGANIC AND CONVENTIONAL FARMING IN NYÍRSÉG REGION

I. DEMETER¹, M. MAKÁDI², T. ARANYOS², A. FERENCZY³, K. POSTA¹

¹ Plant Protection Institute, Microbiology and Environmental Toxicology Group of Szent István University, Páter Károly Str. 1, Gödöllő, H-2100, Hungary,

² Research Institute of Nyíregyháza, RISF, CAAES, University of Debrecen, Westsik Vilmos Str. 4-6, Nyíregyháza, H-4400, Hungary

³ Corvinus University, Faculty of Horticultural Sciences, Department of Mathematics and Informatics, Villányi Str. 29-43, Budapest, H-1118, Hungary
e-mail: ibolyad85@gmail.com

Kulcsszavak: sand soil, organic farming, conventional farming, , soil enzyme, organic matter

The maintenance of soil fertility is the base of food production. Fertility means not only the quantity of available nutrients, but it is closely related to the microbial activity, and physical and chemical properties of the soil as well. However the microbial community of soil -its diversity and quantity- is significantly influenced by the applied farming system, the shifts in microbial community also effect on soil fertility.

Our aim was to determine the dynamics of organic matter and microbiological characteristics, and to study the relationship of these parameters in typical sandy and meadow soil samples in Nyírség region, under conventional and ecological farming systems. Invertase and catalase activity and soil chemical properties (pH_{KCl}, carbon and nitrogen content, soil organic matter, nitrite-nitrate-N content) were examined and the correlation between them was studied in two soil depths.

Our results of the samples of 2012 showed that the invertase and catalase enzyme activity, and the carbon and nitrogen content of the soil decreased with depth. The different soil types and farming methods had significant effect on both enzyme activities. Higher level of enzyme activities as well as carbon and nitrogen content was found in sandy soil samples in organic farming and in meadow soil samples in conventional farming system.

