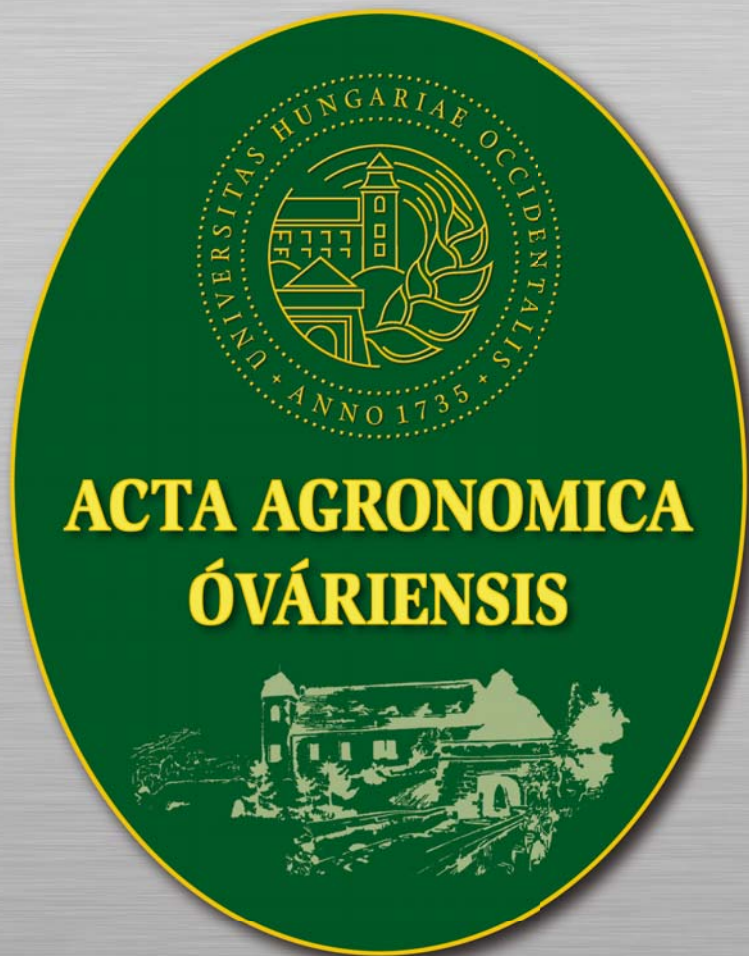


ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS



VOLUME 54.

NUMBER 1.

Mosonmagyaróvár

2012



SZÉCHENYI TERV



**ACTA AGRONOMICA
ÓVÁRIENSIS**



VOLUME 54.

NUMBER 1.

**Mosonmagyaróvár
2012**

UNIVERSITY OF WEST HUNGARY
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár
Hungary

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
Mosonmagyaróvári
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Közleményei

Volume 54. Number 1.

**Mosonmagyaróvár
2012**

Editorial Board/Szerkesztőbizottság:

Benedek Pál DSc
Kovács Attila József PhD
Kovácsné Gaál Katalin CSc
Kuroli Géza DSc
Manninger Sándor CSc
Nagy Frigyes PhD
Neményi Miklós CMHAS
Pinke Gyula PhD
Porpáczy Aladár DSc
Reisinger Péter CSc
Salamon Lajos CSc
Schmidt János MHAS
Schmidt Rezső CSc
Tóth Tamás PhD
Varga László PhD
Varga-Haszonits Zoltán DSc
Varga Zoltán PhD *Editor-in-chief*

Address of editorial office/A szerkesztőség címe:
H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.

Publisher/Kiadja:
University of West Hungary Press/Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó
9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4.



Alacsony teljesítményű mikrohullámú sugárzás hatása a cellobiáz enzim működésére

LAKATOS ERIKA – KOVÁCS ATTILA J. – KAPCSÁNDI VIKTÓRIA – NEMÉNYI MIKLÓS

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatási célunk a második generációs bioetanol-előállítás során egyre inkább kiemelkedő jelentőségű cellulóz enzimkomplex egyik tagjának, a cellobiáz (β -glükozidáz) enzim specifikus aktivitásának növelése alacsony, 50 W teljesítményű inverter (folyamatos) mikrohullámú besugárzás révén. Annak érdekében, hogy a mikrohullámú kezelés nem termikus hatását tudjuk vizsgálni, a vizsgálandó mintákat kontrollként konduktív úton is felmelegítettük, a mikrohullámú kezelésekkkel azonos melegítési paraméterek alkalmazása mellett. Az enzim működését a kezelt minták megváltozott glükózkoncentrációjának mérése révén követtük nyomon. Az eredmények alapján a mikrohullámmal kezelt oldatokban (pufferoldatban szuszpendáltatott enzim-szubsztrát komplex) a keletkezett glükóz mennyisége megközelítőleg 26%-kal haladja meg a kontrollként, főzőlapon felmelegített mintákban lévő glükóz mennyiségét.

Továbbiakban vizsgáltuk ez enzimaktivitás változását abban az esetben is, ha csak a pufferoldatot; a pufferoldatot és a szubsztrátot; illetve a pufferoldatot és az enzimet kezeltük mikrohullámmal. A kezelést követően az oldatokat minden esetben enzim-szubsztrát pufferoldat rendszerre egészítettük ki. Az eredmények alapján a mikrohullámmal besugárzott pufferoldatba behelyezett enzim aktivitása a kezelés után átlagosan 16%-kal volt magasabb a kontroll mintához képest. Amennyiben a pufferoldatba szubsztrátot (cellobiózt) is helyeztünk és úgy végeztük el a kezeléseket, majd a kezeléseket után adtuk hozzá az oldathoz az enzimet, gyakorlatilag nem tapasztaltunk különbségeket az előbb említett mérésekhez képest. A következő mérési sorozatban a pufferoldat-enzim szuszpenziót melegítettük fel mikrohullámmal és főzőlapon, majd ezt követően adtuk hozzá a szubsztrátot. Ebben az esetben a mikrohullámmal melegített oldatban a kezelés után átlagosan 18%-kal magasabb enzimaktivitást detektálhattunk, mint a főzőlapon melegített oldatban. További méréseket végeztünk, amelyek során arra kerestük a választ, hogy a kezelt puffer-enzim oldat megőrzi-e aktivitásának megváltozását a kezelést követő 48, illetve 96 óra múlva. Tapasztalataink szerint 48 óra és 96 óra múlva a mikrohullámmal kezelt oldatban lévő enzim még mindig átlagosan 20%-kal hatékonyabban bontja a glükózt, mint a hagyományos módon, főzőlapon kezelt mintában lévő enzim.

Kulcsszavak: mikrohullám, enzim, cellobióz, bioetanol.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A Földön cellulóz évente megközelítőleg 4×10^{10} tonna mennyiségben képződik, összes mennyisége 7×10^{11} tonna, így a legnagyobb mennyiségben előforduló, növényi biomasszából származó szénhidrátforrás. A másodlagos biomasszaforrások, mint a mezőgazdasági, ipari hulladékok is hatalmas mennyiségben tartalmaznak cellulózt (Coughlan és Mayer 1992). Az utóbbi években egyre inkább megnőtt az érdeklődés a cellulóz ipari felhasználása iránt. Ez a folyamatosan megújuló energiaforrás nyersanyaga lehet a vegyiparban, az élelmiszeriparban és nem utolsósorban alapját képezheti a bioetanol-előállításnak (László *et al.* 2007). Ez utóbbi területen kiemelt jelentőséggel bírnak a második generációs, hemicellulóz, – egyes szerzők szerint lignocellulóz (Chen és Qiu 2010, Balat 2011) – alapú bioetanol előállításának hatékonyságát megcélzó kutatások. Az etanol előállítása során a cellulózt első lépésként glükózzá kell alakítani. A lebontása történhet savval magas hőmérsékleten és esetleg magas nyomáson, illetve enzimek segítségével (Reczey *et al.* 1996). Ez utóbbi eljárás környezetvédelmi és energetikai szempontok alapján is egyre nagyobb szerephez jut. A folyamat során celluláz enzimrendszert alkalmaznak, mellyel elkerülik a melléktermék-képződést és magasabb glükózhozamot érnek el, mint a hagyományos savas hidrolízises eljárással. A cellulózból történő etanol-előállítás sikere nagyrészt a lignocellulóz előkezelésén (Zhu *et al.* 2006, Lu *et al.* 2011, Xu *et al.* 2011), illetve hatékony celluláz enzimkomplex alkalmazásán is múlik. A celluláz enzimrendszerben (endoglükánáz, cellobiohidroláz, cellobiáz) a β -glükozidázok (cellobiáz, EC 3.2.1.21.) szerepe a köztermék cellobióz lebontása, ami gátló hatású az enzimrendszer többi tagjára nézve. Ilyen módon a β -glükozidázok szerepe nem elhanyagolható a cellulóz enzimatis lebonatásában (Gasztonyi és Lásztity 1992, Jáger 2003). Az enzimek aktivitásának megváltoztatására számos irodalmi forrás szerint sikeresen alkalmaztak alacsony teljesítményű mikrohullámú besugárzást (Szabó *et al.* 1998, Parker *et al.* 1996, Lin és Lin 1998, Bradoo *et al.* 2002, Nogueira *et al.* 2010). Ezen eredmények alapján arra a kérdésre kerestük a választ, hogy az alacsony teljesítményű mikrohullámú sugárzás milyen hatást gyakorol a β -glükozidáz/cellobiáz enzim működésére. Célunk volt egy kezelési protokoll kidolgozása, amely során az alkalmazott enzim aktivitásának növelése révén magasabb glükózkoncentrációt kívántunk elérni. A hidrolízis során felszabadult glükóz bekerülve az alkoholos fermentációs folyamatokba tápanyagforrásként szolgálhat az élesztőknek. A hidrolízis és a fermentáció külön-külön, illetve kellő mennyiségű glükóz esetén, együttesen (szimultán) is megvalósítható. Annak ellenére, hogy a szimultán folyamat a résztvevő enzimek és mikroorganizmusok miatt bonyolultabb szabályozási rendszert igényel, idő- és költséghatékonyabb etanol-előállítás valósítható meg általa (Zhu *et al.* 2005, Nikolic *et al.* 2009).

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatok során Na-acetát–ecetsav pufferoldatot (0,1 M, pH 4,6) használtunk. A pufferoldatban szuszpendáltattuk 4 g D-(+)-cellobióz szubsztrátot, valamint 2 ml 1,4-(1,3:1,4)-B-D-Glucan-4glucano-hydrolase (Sigma-Aldrich, ATCC 26921) enzimet.

A mikrohullámú kezeléseket FISO száloptikával kiegészített Panasonic NNF 653WF típusú mikrohullámú készülékben (Québec, Canada) végeztük. A mikrohullámú besugárzás során az enzimsuszpenzióban egyenletes hőeloszlást kívántunk megvalósítani, azaz törekedtünk arra, hogy a mikrohullám hatásai egyenletesen érvényesüljenek, ezért a kezeléseket vízcsapdák alkalmazásával végeztük. A forgótányér középpontjára helyeztük a 60 mm magas és 85 mm átmérőjű teflon mintatartó edényt, amibe 200 ml enzimsuszpenzió került. A mintatartó edény körül négy darab 10 mm magas, 38 mm átmérőjű teflon edénybe 12 °C-os, egyenként 90 g csapvizet töltöttünk, amelyek így alkották a vízcsapdát. A besugárzott energia (leadott magnetron teljesítmény 50 W) jelentős része ($\approx 83\%$) a vízcsapdában nyelődött el (Lakatos *et al.* 2005), így a 25 perces besugárzási idő ellenére is csak 45 °C-ig emelkedett a vizsgálandó minták hőmérséklete (felfűtés sebessége $v = 1,8$ °C/perc, az anyagban disszipált teljesítmény 42,5 mW/ml).

Annak érdekében, hogy össze tudjuk hasonlítani a mikrohullámú és a hagyományos főzőlapon történő melegítés hatását (azaz a mikrohullám nem termikus hatását vizsgálni tudjuk), kontrollként ugyanolyan enzim-szubsztrát szuszpenziót melegítettünk Yellowline Mst basic C típusú fűtőlapos mágneses keverővel, hasonló melegítési paraméterek (kiindulási hőmérséklet, hőkezelési idő, felfűtési sebesség) alkalmazása mellett.

Az enzimaktivitás megváltozását az oldatok glükózkoncentrációjának megváltozása révén követtük nyomon. Előkísérletek során standard glükózoldatok és a glükóz GOD/PAP stabil folyékony reagens (Diagnosticum Zrt.) felhasználásával lineáris összefüggést állítottunk fel a standard oldatok glükózkoncentrációja és az oldatok spektrofotométerben (Hitachi UV/VIS fotométer), 505 nm-en mért abszorbanciája között ($R^2 = 0,998$).

$$C_g = 3,6099ABS - 0,2232 \quad (1)$$

C_g : keletkezett glükóz koncentrációja (g/l)

ABS : az oldatok 505 nm-en mért abszorbancia értéke.

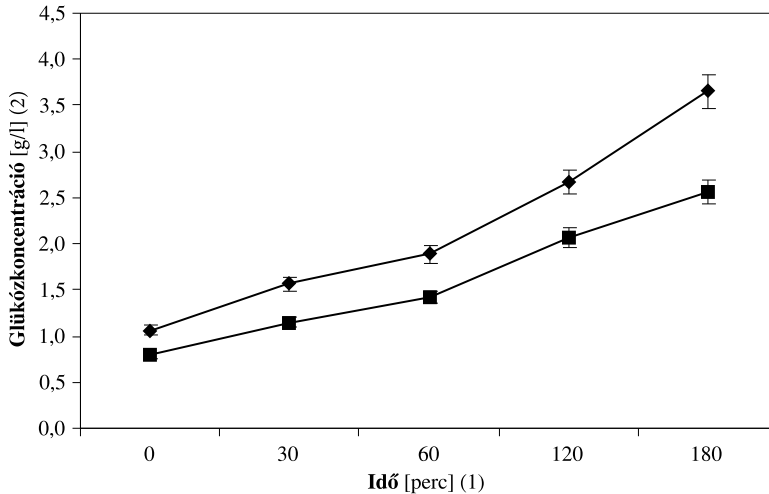
Méréseink során mind a mikrohullámmal, mind a főzőlapon melegített mintákból közvetlen a kezeléseket után 1 ml mintát kivettünk. A mintához 10 ml glükóz GOD/PAP reagenst adtunk. Az így kapott oldatot 10 percig 37 °C-os vízfürdőben inkubáltuk, majd mértük az oldatok abszorbanciáját 505 nm-en. A kapott abszorbanciaértéket behelyettesítve a kalibrációs egyenes (1) egyenletébe meghatároztuk az oldatok glükóztartalmát.

A mikrohullámmal és főzőlapon hőkezelt mintákat 37 °C-os vízfürdőben tároltuk. A tárolás során 30, 60, 120 és 180 perc elteltével szintén 1–1 ml mintát vettünk az oldatokból, és a fent bemutatott módon meghatároztuk a minták glükóztartalmát. A mérések során a statisztikai vizsgálatokat 95%-os szignifikancia szinten végeztük el.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

Az enzimsuszpenzió mikrohullámú és főzőlapon történő hőkezelése után közvetlenül (0 perc), majd a 37 °C-on történő inkubáció során 30, 60, 120 és 180 perc elteltével vettünk mintát, és a mért abszorbanciaértékeket felhasználva kiszámítottuk az oldatok

glükózkoncentrációját. A méréseket hat ismétlésben hajtottuk végre, az 1. ábrán az eredmények átlagát tüntettük fel. A mikrohullám hatására az enzimműködés megközelítőleg 26%-kal volt intenzívebb, mint az azonos körülmények között, de főzőlapon melegített minták esetében.

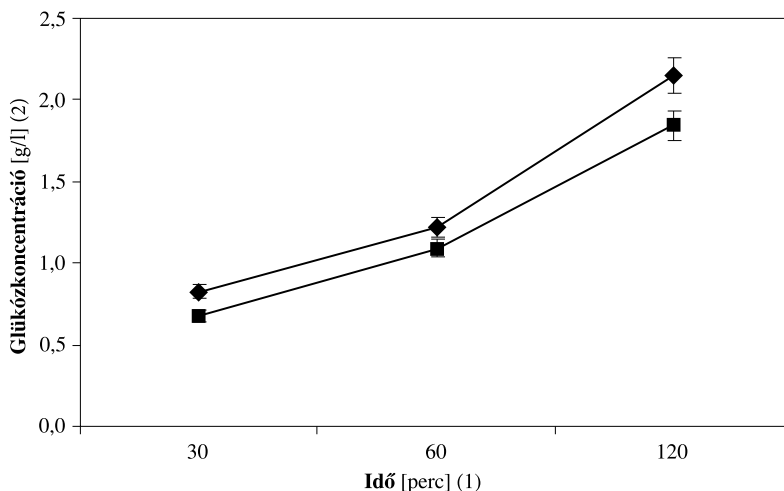


1. ábra A mikrohullámmal (◆) és a főzőlapon (■) kezelt enzimszuszpenzió aktivitásának változása a kezelés után

Figure 1. The activity changes of cellulase enzyme, substrate (D – (+) - cellobiose) in buffer suspension treated by microwave (◆) and conventional heat treatment (■)
(1) time [min], (2) concentration of glucose [g/l]

A továbbiakban vizsgáltuk, hogy abban az esetben is lesz-e különbség a kétféle melegítési mód között (mikrohullám, főzőlapon), ha csupán a pufferoldatot kezeljük, majd a melegítést követően adjuk hozzá a szubsztrátot és az enzimet. A méréseket ebben az esetben is hat ismétlésben végeztük el (2. ábra). Látható, hogy amennyiben csak a pufferoldatot melegítjük, majd ezek után helyezük bele az enzimet és a szubsztrátot, akkor is mutatkozik különbség a mikrohullámmal és a főzőlapon melegített minták glükóztartalma között, a mikrohullámmal besugárzott oldatba behelyezett enzim átlagosan 16%-kal több glükózt állított, mint a főzőlapon melegített mintába behelyezett enzim. Meg kell jegyezni, hogy ebben a mérésorozatban a kezeléseket követően 180 perccel már nem volt mérhető különbség a minták glükóztartalma között. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a mikrohullám nem termikus hatása a pufferoldatban is érvényesül. (Annak érdekében, hogy az elektromágneses sugárzás pufferoldatra gyakorolt hatását tisztázzuk, még további mérésekre van szükség.) Vizsgáltuk a pufferoldat és a szubsztrát együttes hőkezelésének hatását is. Ezek az eredmények hasonló értékeket mutattak, mint csak a pufferoldat kezelését követő méréseknél (átlagos különbség ekkor is 16%). Ennek oka abban keresendő, hogy a mikrohullámú besugárzás az általunk alkalmazott teljesítményértékek mellett nem képes a

szubsztrát kémiai kötéseit megbontani (Datta és Anantheswaran 2001), azaz a mikrohullám nem tudja a cellobiózt bontani, ezért nem mutatkozott különbség a két mérési sorozat között.



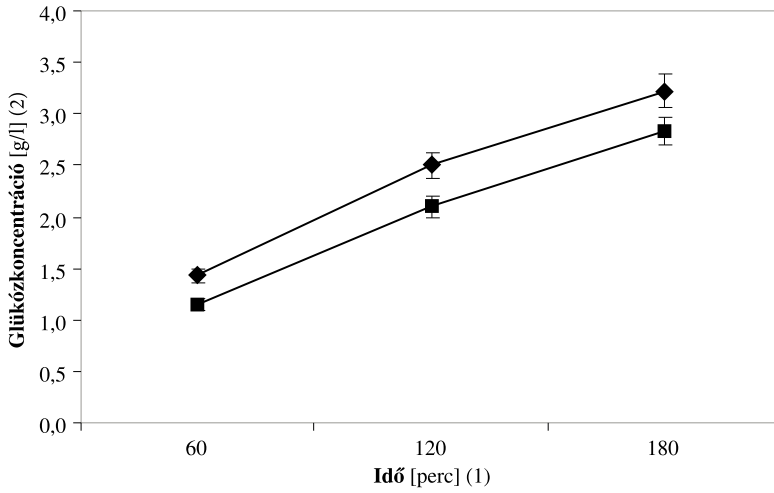
2. ábra A glükóztartalom változása kizárólag a pufferoldat mikrohullámú (◆) és főzőlapos (■) kezelése után

Figure 2. The change of glucose content only buffer solution after microwave (◆) and conventional heat treatment (■) (1) time [min], (2) concentration of glucose [g/l]

A következőkben vizsgáltuk a puffer- és enzimoldat egyszerre történő hőkezelésekor bekövetkezett változásokat. A hőkezelések a korábban leírtak szerint történtek. Ebben az esetben a hőkezelést követően adtuk hozzá a szubsztrátot az oldatokhoz, majd mértük a glükózkonzentrációt. Ezen mérések során is tudtunk különbséget detektálni a különböző módon felmelegített minták között, a különbség átlagosan 18%-kal több glükóz a mikrohullámmal kezelt mintákban. A méréseket most is hat ismétlésben végeztük, ebben az esetben azonban 30 perccel a kezelés után még nem tudtunk különbséget detektálni a minták glükóztartalmát illetően, viszont az enzimaktivitás a kezelést követően 180 perccel még mérhető volt (3. ábra).

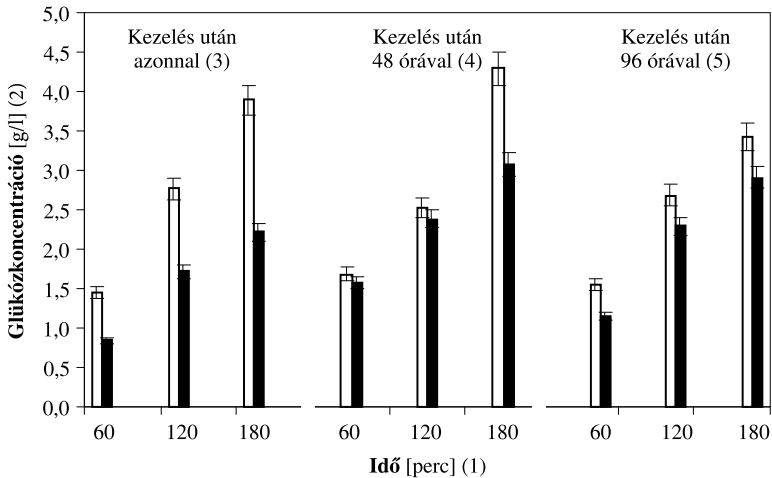
Az utolsó mérésorozatban a mikrohullámmal és konduktívan kezelt, majd a kezelést követően 48, illetve 96 óráig 8 °C-on tárolt enzimszuszpenziók aktivitásának megváltozását összehasonlítottuk a frissen kezelt mintákkal. Az elvégzett 6 ismétlés során kapott átlageredményeket a 4. ábra szemlélteti. Ebben az esetben a 60. a 120. és a 180. percben vettünk mintát az oldatokból (a szubsztrát behelyezését követően 30 perc elteltével még nem volt mérhető különbség az oldatok glükóztartalmát illetően).

A mérési eredmények statisztikai kiértékelésénél, az alkalmazott t-próba alapján minden esetben 95%-os szinten tudtunk igazolni szignifikáns különbséget a mikrohullámmal, illetve a főzőlapon melegített minták enzimaktivitása között.



3. ábra A glükóztartalom változása kizárólag az enzim-pufferoldat mikrohullámú (◆) és főzőlapos (■) kezelése után

Figure 3. The change of glucose content only enzyme-buffer solution after microwave (◆) and conventional heat treatment (■)
(1) time [min], (2) concentration of glucose [g/l]



4. ábra A mikrohullámmal (□) és a főzőlapon kezelt (■) enzimszuszpenzió aktivitásának változása a kezelést követően, illetve 48 és 96 órával később

Figure 4. The change of enzyme activity in microwave (□) and conventional heat treated (■) enzyme suspension direct after treatment, 48, and 96 hours later
(1) time [min], (2) concentration of glucose [g/l], (3) directly after treatment, (4) 48 hours after treatment, (5) 96 hours after treatment

Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a mikrohullámmal kezelt cellobiáz enzim a kezelést követően 96 óra elteltével is megnövekedett aktivitást mutat a főzőlapon kezelt cellobiáz enzimszuszpenzióhoz képest. A növekedés mértéke 48 óra elteltével, illetve 96 óra elteltével egyaránt megközelítőleg 20%.

Eredményeink alapján megállapítható, hogy az alacsony teljesítményű elektromágneses sugárzás megváltoztathatja az enzimaktivitást. Esetünkben a vizsgálatok során a mikrohullámmal kezelt minták esetében magasabb glükózkoncentrációt értünk el, mint a konduktív, főzőlapos kezelések során. A keletkezett glükóz potenciális tápanyagforrása a fermentációs folyamatokban résztvevő élesztőknek, magasabb koncentráció esetében gyorsabb és/vagy hatékonyabb etanol-előállítást tesz lehetővé. A puffer és az enzim szubsztrát nélküli kezelésének jelentősége abban áll, hogy amennyiben meg lehet növelni a mikrohullámú besugárzással az enzimek aktivitását, olyan enzimkészítményeket lehet előállítani, ami besugárzás után is tárolhatók, és felhasználásuk későbbi időpontban is lehetséges.

The effect of low intensity microwave radiation on cellobiase enzymes activity

ERIKA LAKATOS – ATILA J. KOVÁCS – VIKTÓRIA KAPCSÁNDI – MIKLÓS NEMÉNYI

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Our research aim was to enhance the activity of β -glucosidase enzyme in connection to the 2nd generation bioethanol production by using only physical methods (a special designed inverter type microwave oven was used running on 50 W). In order to study the non-thermal effect of microwave treatment samples were heated with the same parameters as microwave heating by conventional convective method (hot plate) as standard. The enzyme activity changes were followed by the increased glucose concentration. Based on the results the produced glucose of the microwave treated solution was 26% higher than in the solution heated up on a hot-plate.

Further the changes the enzyme activity was investigated even in cases where only the buffer, the buffer and the substrate, or a buffer solution and the enzyme were treated by microwave radiation. After treatment, the solutions was added the enzyme-substrate-buffer system in each case. Based on the results of treating only the buffer solution after treatment with the enzyme activity was an average 16% compared to the control sample. If the substrate (cellobiose) and buffer were treated together and after this treatment the

enzyme was added to the solution. In this case there was a not difference compared with the aforementioned measurements. In the next test series, the enzyme-buffer suspension was heated in a microwave and hot plate and then was added to the substrate. In this case, in the solution that was heated by microwave the enzyme activity was an average 18% higher than the a hot plate heated solution. Hence, it can be concluded that microwave affected not only the buffer solution but the enzyme, too.

Supplementary measurements were carried out in which the change of enzyme activity was investigated directly after treatment, and 48 and 96 hours later. Based on our results the microwave-treated enzyme can broken the cellobiose 20% more effectively 48 hours and 96 hours after treatment than in the hot-treated enzyme.

Keywords: microwave, enzyme, cellobiose, bioethanol.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatások a TÁMOP 4.2.1/B – 09/KONV-2010-0006 számú projekt támogatásával valósultak meg.

IRODALOM

- Balat M.* (2011): Production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical. *Energy Conversion and Management*. **52**, 858–875.
- Bradoo, S. – Rathi, P. – Saxena, R. K. – Gupta, R.* (2002): Microwave-assisted rapid characterization of lipase selectivities, *Journal of Biochemical, Biophysical Methods* **51**, 115–120.
- Chen H. – Qiu W.* (2010): Key technologies for bioethanol production from lignocellulose. *Biotechnology Advances*. **28**, 556–562.
- Couglan, M. P. – Mayer, F.* (1992): In the Prokaryotes: handbook on the biology of bacteria. Chapman and Hall, New York.
- Datta, A. K. – Anantheswaran, R. C.* (2001): Handbook of Microwave Technology for Food Applications. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Gasztonyi K. – Lásztity R.* (1992): Élelmiszer-kémia 1. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Jáger Sz.* (2003): *Aspergillus carbonarius*-ből izolált extracelluláris β -glükózidáz működési mechanizmusának vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés, Debreceni egyetem, Debrecen.
- Lakatos E. – Kovács A. J. – Neményi M.* (2005): Homogenous microwave field creation. *Hungarian Agricultural Engineering*. **18**, 80–81.
- László Zs. – Beszédes S. – Kertész Sz. – Hodúr C. – Szabó G. – Kiricsi I.* (2007): Bioethanol from sweet sorghum. *Hungarian Agricultural Engineering* **20**, 15–17.
- Lin, G. – Lin, W. Y.* (1998): Microwave promoted lipase catalyzed reactions. *Tetrahedron Letters* **39**, 4333–4336.
- Lu, X. – Xi, B. – Zhang, Y. – Angelidaki, I.* (2011): Microwave pretreatment of rape straw for bioethanol production: Focus on energy efficiency. *Bioresource Technology*. **102**, 7937–7940.
- Nikolic, S. – Mojovic, L. – Rakin, M. – Pejin, D.* (2009): Bioethanol production from corn meal by simultaneous enzymatic saccharification and fermentation with immobilized cells of *Saccharomyces cerevisiae* var. *ellipsoideus*. *Fuel* **88**, 1602–1607.
- Nogueira, B. M. – Carretoni, C. – Cruz, R. – Freitas, S. – Melo, A. P. – Costa-Félix, R. – Pinto, J. C. – Nele, M.* (2010): Microwave activation of enzymatic catalysts for biodiesel production. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic* **67**, (1–2) 117–121.

- Parker, M. C. – Besson, T. – Sylvain, L. – Legoy, M. D. (1996): Microwave radiation can increase the rate of enzyme-catalyzed reactions in organic media. *Tetrahedron Letters* **37**, (46) 8383–8386.
- Reczey K. – Szengyel Zs. – Eklund R. – Zacchi G. (1996): Cellulase production by *T. reesei*. *Bioresource Technology* **57**, 25–30.
- Szabó G. – Rajkó R. – Kovács E. – Vidal C. (1998): Designed experiments for reducing antinutritive agents in soybean by microwave energy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **45**, 3565–3569.
- Xu, J. – Chen, H. – Kádár Zs. – Thomsen, A. B. – Schmidt, J. E. – Peng, H. (2011): Optimization of microwave pretreatment on wheat straw for ethanol production. *Biomass and Bioenergy* **35**, 3859–3864.
- Zhu, S. – Wu, Y. – Yu, Z. – Zhang, X. – Wang, C. – Yu, F. – Jin, S. (2006): Production of ethanol from microwave-assisted alkali pretreated wheat straw. *Process Biochemistry* **41**, (4) 869–873.
- Zhu, S. – Wu, Y. – Yu, Z. – Zhang, X. – Wang, C. – Yu, F. – Jin, S. – Zhao, Y. – Tu, S. – Xue, Y. (2005): Simultaneous Saccharification and Fermentation of Microwave/Alkali Pre-treated Rice Straw to Ethanol. *Biosystems Engineering* **92**, 2229–2235.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

KAPCSÁNDI Viktória – LAKATOS Erika – KOVÁCS Attila J. – NEMÉNYI Miklós
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
E-mail: kapocs@mtk.nyme.hu
lakatose@mtk.nyme.hu
kovacsaj@mtk.nyme.hu
nemenyim@mtk.nyme.hu



A fizikai talajféleség befolyása egyes fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságokra a kislélföldi Duna-völgyi talajokban I. A térfogattömeg

SZŰCS MIHÁLY¹ – SZŰCS MIHÁLYNÉ¹ – VARGA ZOLTÁN²

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

¹ Talajtani és Vízgazdálkodási Intézeti Tanszék

² Matematika–Fizika Tanszék
Meteorológiai Csoport

ÖSSZEFOGLALÁS

A Duna völgyében, a Rajkától Esztergomig terjedő 150 km hosszú és 5–10 km széles sávban található öntés-, réti és csernozjomtalajokban, szántóföldi művelésű táblákon 102, erdészeti területeken pedig 19 talajszelvény 150 cm mélységig történő mintázásával térfogattömeg-vizsgálatokat végeztünk. Mivel a szelvényfeltárások több alkalomra osztva őszi és tavaszi időszakokban több hónapos időtartammal folytak, az eredmények az üzemi területek átlagos állapotát tükrözik.

A térfogattömeg a talaj fizikai féleségével és humusztartalmával, a talajvízhatás alatt álló ártéri erdők talajában a nedvességtartalommal, egyes esetekben még a mésztartalommal mutatott szignifikáns lineáris összefüggést.

A megvizsgált 555 talajrétegben fizikai féleségük szerint csoportokba soroltuk a több mint 1500 térfogattömeg-meghatározást, ezen felül a tábla művelési ága és a mintavétel mélysége alapján is csoportosítottuk azokat.

Megállapítottuk, hogy homok fizikai féleség esetén a feltalajban, a több finom frakciót tartalmazó rétegek esetében pedig a mélység felé haladva lesz nagyobb a térfogattömeg. Ezt azzal magyarázzuk, hogy a több finom frakciót tartalmazó rétegek felszín közeli fekvésben a rendkívüli terhelések szüneteiben a duzzadás-zsugorodási ciklusok hatására könnyebben visszanyerik egyensúlyi állapotukat. Az az általános megfigyelés, amely szerint a homokrétegek térfogattömege nagyobb, mint a vályogé, csak a feltalajra igaz, a 60 cm-nél mélyebb rétegekben nem figyelhető meg ilyen törvényszerűség.

Szántó- és erdőművelésű táblákról származó szelvények azonos fizikai féleségű rétegekben mért térfogattömeg-értékek összehasonlítása azt mutatja, hogy a homok- és homokos vályogrétegek, azok mélyebb fekvésükben a taposás hatására nem tömörödnek a természetnél jobban, míg a több finom frakciót tartalmazó rétegnél a tömörödés 60 cm-nél mélyebben is kimutatható.

A frissen, vagy a mintavétel előtt néhány héttel szántott vályog fizikai féleségű feltalajok térfogatömege átlagosan több mint $0,2 \text{ Mg m}^{-3}$ értékkel kisebb volt, mint az egy vegetációval korábban szántotté. A szántás kismértékben növelte a szántott réteg alatt a térfogatömeget, 60 cm alatt viszont ismét csökkenés volt megfigyelhető. Ez utóbbit a szántás hatására eredményesebben lejutó csapadék nedvesség duzzadást előidéző hatásával magyarázzuk. A talajművelés a feltalajban átmenetileg hasonló nagyságrendű, de fordított előjelű változást okoz a térfogatömegekben, mint a gépek nyomása. Ugyanakkora különbségek a fizikai talajféleség különbözősége miatt is megjelenhetnek.

Kulcsszavak: talaj, térfogatömeg, szelvény, erdő, fizikai talajféleség.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A kisméretű és nagy fajlagos felületű részecskék részaránya által meghatározott fizikai talajféleség döntő befolyással bír a legtöbb olyan tulajdonságra, amely a termékenységet szabályozza. Ide tartoznak a fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságok is, amelyek fizikai talajféleség függősége némely esetben annyira egyértelmű, hogy határértékes táblázatokba foglalva hivatkoznak rájuk (Várallyay 1987), mások viszont fontos modellezési kutatások (Fodor és Rajkai 2004) tárgyát képezik.

A térfogatömeg a talaj tömörödöttségének egyik fontos mérőszáma, a porozitás kiszámításának legfontosabb alapadata. Ismeretes, hogy a nem tömörödött talajok egyensúlyi térfogatömege (Rawls 1983), a tömöríthetőség mértéke (Gomez et al. 2002), a térfogatömeg lehetséges intervalluma és a növények által elviselt maximális értéke (Canillas és Salokhe 2002) egyaránt nagymértékben függ a talaj fizikai féleségétől.

A térfogatömeg kedvezőtlen mértékű megnövekedése a tartós öntözéses gazdálkodás egyik velejárója (Morozova 1964, Poznyak 1985), azonban száraz gazdálkodási körülmények között is bekövetkezhet a nehéz talajművelő gépek használata miatt (Canillas és Salokhe 2002).

A térfogatömeg csökkentését a szántott talajrétegben műveléssel végezhetjük, a tartós egyensúlyi állapot (Kozin 1989) azonban csak a duzzadási és zsugorodási ciklusok következtében állhat elő (Bondarev et al. 1994). A kisebb tömörödések általában egy vegetációs periódus (Szkvorcova és Szapoznikov 1998, Birkás 2006), a szántott réteg alattiak és a nagyobbak pedig több év alatt (Horn 2004) térhetnek vissza az egyensúlyi értékükhöz.

A tömörítő hatás mértéke és mélysége a talaj fizikai féleségén kívül a műveléskori és a mintavételkori talajnedvességtől is függ (Sillon et al. 2003). A hatás mélységére vonatkozóan is eltérő adatokkal találkozunk. Egyes szerzők 10 cm (Jorge et al. 1992, Chan et al. 2006), mások 25 cm (Gysi et al. 2000) mélységig mértek tömörödést keréknyomokban. Silva et al. (1997) viszont arról számoltak be, hogy keréknyomhatás nélkül a kukorica soraiban a térfogatömeg kisebb volt, mint a természetesen ülepedett, nem művelt kontrollban.

Tartósan művelt üzemi táblák térfogatömegének megfigyelése a sokféle hatás és azok módosulásai miatt szükséges lenne. Nagyobb számban, könnyen elérhető közvetlen mérési adatok azonban nem állnak rendelkezésre a szántott rétegre sem, az alatta lévőkre pedig még kevésbé; a más adatokból történő becslés viszont igen bizonytalan eredményre vezet (Tóth et al. 2006). Jelen közleményünkben a Duna völgyében, elsősorban a Szigetközben, kisebb mértékben az Esztergomig terjedő szűk sávban üzemi talajokon végzett méréseinket kívánjuk elemezni.

ANYAG ÉS MÓDSZER

1984 és 1989 között tavaszi és őszi időszakokban szántó művelésű táblákon 102, erdészeti művelésű területeken pedig 19 talajszelvényt tártunk fel és mintáztunk meg 150 cm mélységig. A feltárt szelvények nagyobb része a Szigetközben, egy kisebb hányada pedig Győr–Esztergom között a Dunától 5–10 km-es sávban került kijelölésre. A vizsgált terület 60–70%-át öntés talajok, 20–25%-át réti talajok, a fennmaradó kb. 5%-ot pedig öntés csernozjomok foglalják el (Szűcs és Szűcs 2004). Az öntés folyamatok által létrehozott osztályozott és rétegzett üledékekben minden fizikai talajféleség kategóriájú réteg előfordul. A különböző talajrétegekben elszórta jelenlévő kavics mennyisége nem ér el olyan mértéket, amelyet figyelembe kellene venni. A termőréteg-vastagságot korlátozó összefüggő kavicsréteg megjelenési mélysége a vizsgált területen viszonylag kevés esetben kisebb a felszíntől számított 150 cm-nél.

A megvizsgált 555 rétegből rétegenként 3 db 100 cm³-es bolygatatlan mintát vettünk, amelyekből a minta szárítószekrényben történt kiszárítása után megmértük a térfogat-tömeget. A bolygatott mintarészekből nátrium-pirofoszfátos előkészítéssel leiszapolható rész vizsgálatot (agyag- és iszapfrakció), Arany-féle kötöttségi szám és ötórás kapilláris vízemelés méréseket is végeztünk. A háromféle vizsgálat eredményének együttes figyelembevételével soroltuk be a vizsgált rétegeket a megfelelő fizikai talajféleség kategóriákba (Stefanovits 1981) (1. táblázat).

A 60 cm alatti rétegek adatait további csoportokra nem bontottuk fel, mert fontosnak tartottuk, hogy a kialakított csoportokban a mérések száma lehetőleg ne legyen 30-nál kevesebb. Az értékelés során, a viszonylag nagyobb ismétlésszámmal jelentkező vályog fizikai félelőségű rétegek esetében még további megosztást végeztünk annak megfelelően, hogy az adott helyszíneken a mintavételt megelőzően mikor szántottak utoljára.

1. táblázat A vizsgált rétegek megoszlása fizikai talajféleség és mintavételi mélység szerint (db)

Table 1. Distribution of investigated soil layers according to their texture classes and sampling depths, items (1) depth, cm, (2) coarse sand, (3) sand, (4) sandy loam, (5) loam, (6) clay loam, (7) clay, (8) agricultural fields, (9) forests

Mélység cm (1)	Durva homok (2)	Homok (3)	Homokos vályog (4)	Vályog (5)	Agyagos vályog (6)	Agyag (7)
Szántó (8)						
0–30	–	27	27	159	96	–
30–60	–	15	51	123	105	15
60–150	95	147	153	216	147	33
Erdő (9)						
0–30	–	6	6	27	18	–
30–60	6	3	9	39	18	–
60–150	24	12	21	45	24	–

Az egy adott helyszínen is meglehetősen vegyes faj és kor összetételű ártéri erdők talajait az értékelés során, tekintettel a viszonylag kicsi szelvénytáblákra is, faállomány szerint nem osztottuk csoportokra.

A középértékek közötti különbség szignifikanciájának megítéléséhez statisztikai szignifikancia hibásávokat (ssb) (Schunn 1999, Kennett *et al.* 2001, 2002) számítottunk és illesztettünk. Bármely két középértéket akkor tekintünk 5% statisztikai hibával különbözőnek, ha a megfelelő szabadságfokokkal számított hibásávok nem fednek át. Nagyon eltérő ismétléssel rendelkező középértékek összehasonlításakor növekszik ugyan az ezzel a módszerrel végzett becslés hibája (Payton *et al.* 2003), de esetünkben a 30-nál nagyobb ismétlésszám miatt ez a hiba a grafikus ábrázolás hibáján belül marad. A standard hiba helyett választottuk ezt az eljárást, ahol a 95%-os konfidenciahatárok feltüntetésére lenne szükség, és a szignifikancia-becsléshez még további mértékekre is (Cumming *et al.* 2006).

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált paraméterek fontosabb statisztikai jellemzőit a 2. táblázatban foglaltuk össze. Megállapítható, hogy a térfogattömeg értéke több év vizsgálati átlagában a szántó területeken volt nagyobb, különösen érvényes ez a feltalajra. A térfogattömeg a legtöbb esetben a talaj fizikai féleségét jellemző értékekkel mutatott szignifikáns lineáris összefüggést. Jellemző volt a lineáris összefüggés a humusztartalommal, ritkábban a mésztartalommal. A talaj nedvességtartalma az állandó talajvízhatás alatt álló ártéri erdők talajában befolyásolta szignifikánsan a térfogattömeget. Figyelembe véve a talajvíz átlagos mélységét és az átlag szórását, belátható, hogy a szántó területek nagy része az időnkénti áradások kivételével, a vegetációs időben nem állt tartósan talajvízhatás alatt, ezért a nedvességgel való lineáris kapcsolat nem mutatható ki.

A szántó művelésű táblákon feltárt talajok rétegeinek többsége vályog fizikai féleségű, néhány kivétellel a többi fizikai talajféleség kategóriára is 30-nál több mérési adat áll rendelkezésre (1. táblázat). Az erdő alatti területekről a kevesebb feltárt szelvény miatt az ismétlésszámok kisebbek. Mindkét művelési ág halmazra jellemző, hogy a durva homok és az agyag fizikai féleség a feltalajban nem fordul elő.

A művelés során történő taposás maradandó talajtömörítő hatását mutatja, hogy valamennyi fizikai talajféleség esetén a szántóterületi művelésben lévő táblákon a felső 30 cm-es réteg térfogattömege lényegesen nagyobb, mint az ártéri erdők esetén (1. és 2. ábra). Ez a különbség a mélyebb talajrétegekben is megfigyelhető, de mértéke kisebb.

Mindkét művelési ág és valamennyi fizikai talajféleség kategória tekintetében általános tendencia a térfogattömeg növekedése a szelvény mélységével, ami az adott rétegre nehezedő állandó nyomás mértékének változásával magyarázható. Kivételek ez alól a szántó művelésű táblák homok fizikai féleségű feltalajai, ahol a térfogattömeg nagyobb, mint a mélyebben fekvő homokrétegekben. Ennek a kivételnek a magyarázatát a szántó művelésű táblák fokozott tömörödése adhatja és az, hogy ezt a tömörítő hatást a kevés duzzadó ásványt tartalmazó homoktalajréteg nem tudja a duzzadó-zsugorodó mozgások váltakozásával ellensúlyozni.

Ez nem mond ellent annak a tapasztalatnak, hogy azonos erőhatás esetén a homok kevésbé tömörödik (Gomez *et al.* 2002). A mi méréseink több alkalommal hosszú időszakot átfogó, az adott használatot átlagosan jellemző vizsgálatok eredményeként születtek, ami magába foglalja annak esélyét, hogy a periodikus terhelésre jobban tömörödő vályog, vagy agyagos vályogréteg térfogattömege az időközben lejátszódó duzzadások hatására jobban közelítsen egyensúlyi állapotára felé, mint a homokrétegé.

2. táblázat A vizsgált paraméterek néhány matematikai statisztikai adata

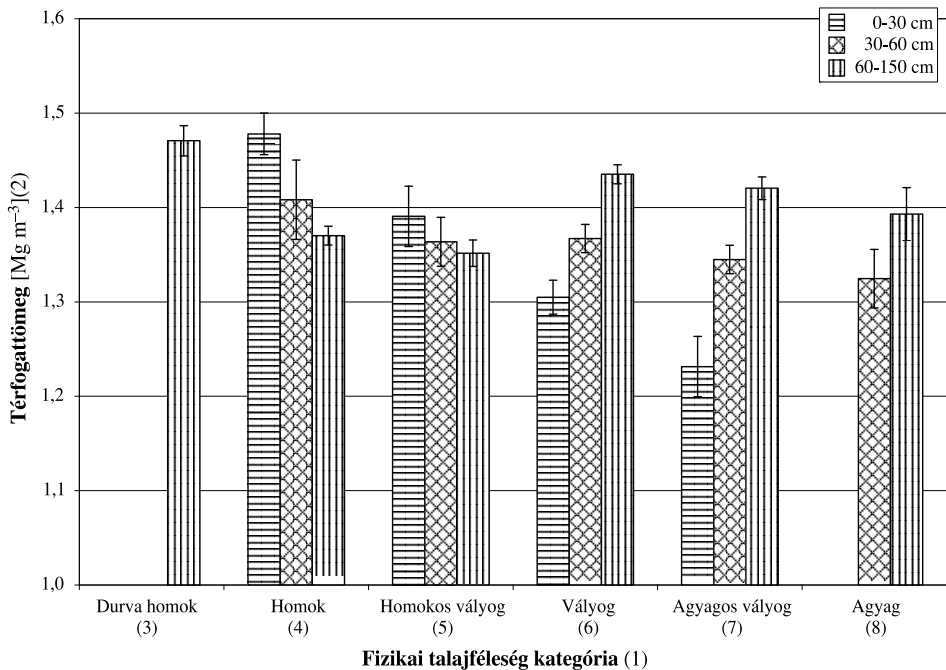
Table 2. Some statistical data of investigated parameters

- (1) parameters, (2) mean, (3) standard deviation, (4) correlation with the bulk density, (5) upper soil, (6) agricultural fields, (7) under forests, (8) bulk density, (9) ground water depth, (10) soil moisture, vol.%, (11) sum of silt and clay, (12) boundness (SP), (13) 5 hour capillary rise, (14) O.M., (15) CaCO₃, (16) subsoil, all layers between 30 and 15 cm depth

Paraméterek (1)	Közéérték (2)	Szórás (3)	Korreláció a térfogattömegeg r (4)	Közéérték (2)	Szórás (3)	Korreláció a térfogattömegeg r (4)
Feltalaj (5)						
	Szántó, n = 120 (6)			Erdő, n = 19 (7)		
Térfogattömeg, Mg m ⁻³ (8)	1,28	0,18	1	1,11	0,16	1
Talajvíz mélysége, cm (9)	315,31	147,78	0,11 n.s.	224,42	94,20	0,40 n. s.
Nedvesség, tf% (10)	23,69	10,43	-0,15 n.s.	40,25	15,56	-0,83 ***
Leiszapolható rész, % (11)	42,23	16,02	-0,32 **	43,34	21,95	-0,37 n.s.
Arany-féle kötöttségi szám (12)	45,76	13,07	-0,59 ***	55,21	13,53	-0,65 **
Ötórás kapilláris vízemelés cm (13)	21,62	8,47	0,37 ***	21,64	7,06	0,44 n. s.
Humusz, % (14)	2,59	2,09	-0,20 *	2,77	1,17	-0,78 ***
CaCO ₃ , % (15)	16,52	7,84	-0,32 **	18,60	5,73	-0,31 n.s.
Altalaj, a 30–150 cm mélység közötti összes vizsgált réteg (16)						
	Szántó, n = 432 (6)			Erdő, n = 67 (7)		
Térfogattömeg, Mg m ⁻³ (8)	1,37	0,10	1	1,33	0,12	1
Talajvíz mélysége, cm (9)	244,78	138,79	-0,30 **	171,91	86,75	0,13 n. s.
Nedvesség, tf% (10)	21,99	11,40	0,05 n.s.	33,46	13,11	-0,61 ***
Leiszapolható rész, % (11)	34,02	22,54	-0,10 n. s.	36,45	22,36	-0,46 ***
Arany-féle kötöttségi szám (12)	41,40	10,36	-0,37 ***	44,90	13,03	-0,72 ***
Ötórás kapilláris vízemelés cm (13)	30,17	13,95	-0,03 n. s.	28,18	12,05	0,52 ***
Humusz, % (14)	0,94	0,73	-0,30 **	1,07	0,72	-0,62 ***
CaCO ₃ , % (15)	20,37	9,24	-0,07 n. s.	21,64	5,96	-0,35 **

Megjegyzések: n.s. – nem szignifikáns; * 5% hibaszinten szignifikáns; ** 1% hibaszinten szignifikáns; *** 0,1% hibaszinten szignifikáns

Notes: n.s. – not significant, * significant at 5% error level, ** significant at 1% error level, *** significant at 0.1% error level



1. ábra A térfogattömeg alakulása a szántóföldi művelésű táblák talajszelvényeinek különböző fizikai féleségű rétegeiben

A hibasávok a statisztikai szignifikancia hibasávokat (ssb) jelentik

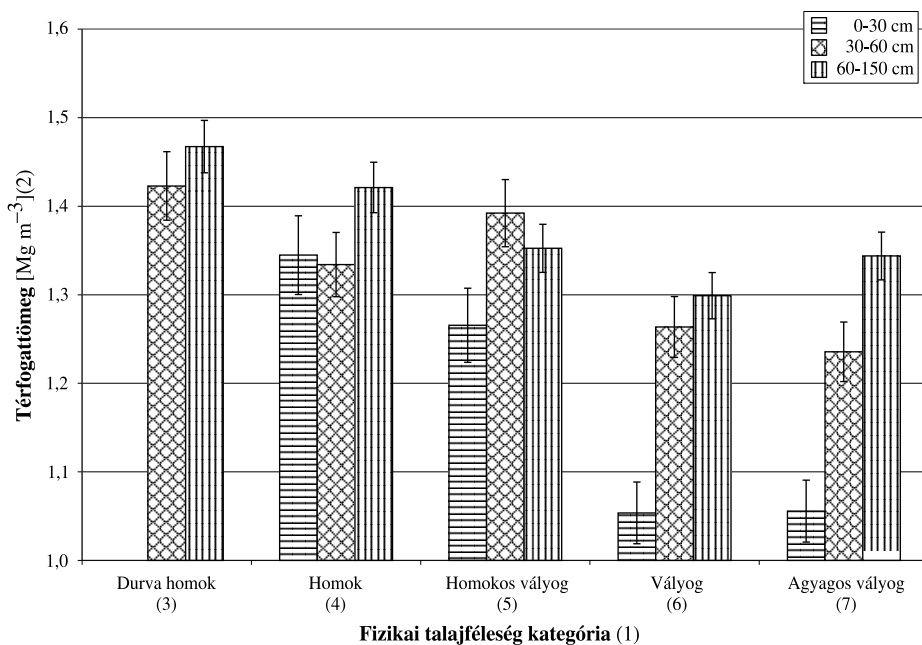
Figure 1. Average bulk density at different depths of agricultural field profiles

(1) texture classes, (2) bulk density, Mg m^{-3} , (3) coarse sand, (4) sand, (5) sandy loam, (6) loam, (7) clay loam, (8) clay

Legend box: sampling depth; error bars: statistical significance bars (ssb)

A szántóföldi művelésű táblákról származó szelvényekben megfelelően nagy számban találtunk vályog fizikai féleségű talajrétegeket (*1. táblázat*) ahhoz, hogy azok további csoportokba osztása ne eredményezzen túlságosan kicsi ismétlésszámot. A talajszelvények feltárásakor megfigyelhető műveltségi állapot szerint a vályog fizikai féleségű rétegek csoportjait két részre osztottuk.

A *szántás* csoportba azokat a szelvényeket soroltuk, amelyek tábláit a feltárás előtt néhány naptól néhány hétig terjedő időszakban szántották. A *régen művelt* jelzésű csoportba a szelvényfeltárás idején éppen díszlő, vagy betakarított növényállomány vetése előtt, tehát egy vegetációval korábban szántott táblák szelvényei tartoztak. A kialakított csoportokban, ahol a minimális mintavételi ismétlésszám mindenütt meghaladta az 50-et, a különböző mintavételi mélységekben mért átlagos térfogattömeg-értékeket a *3. ábra* mutatja.



2. ábra A térfogattömeg alakulása az erdő művelésű táblák talajszelvényeinek különböző fizikai féleségű rétegeiben

Hibasávok: lásd 1. ábra

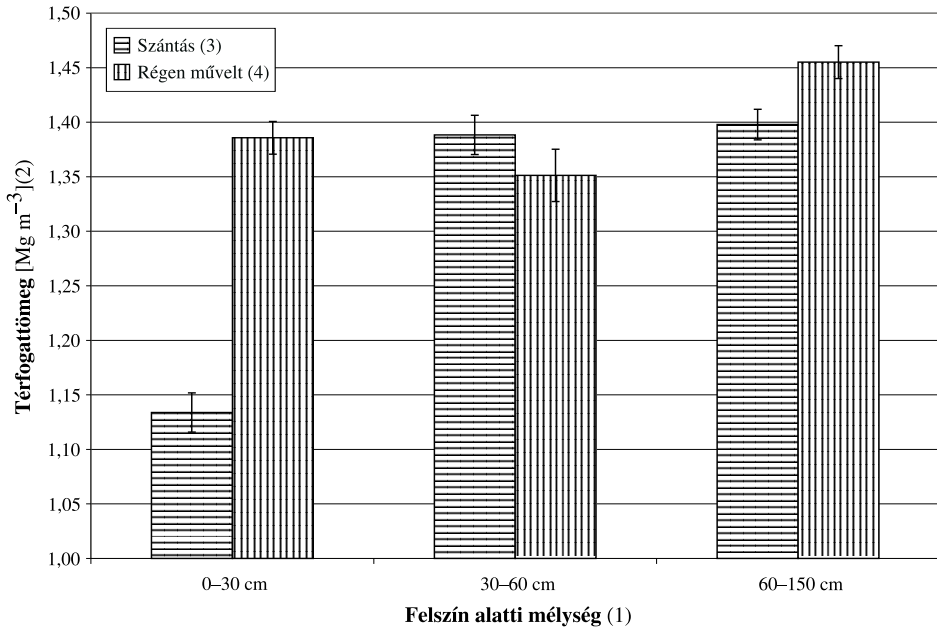
Figure 2. Average bulk density at different depths of forest field profiles

(1) texture classes, (2) bulk density, Mg m^{-3} , (3) coarse sand, (4) sand, (5) sandy loam, (6) loam, (7) clay loam

Legend box: sampling depth; error bars: see Figure 1.

A vizsgálat előtt nem hosszú idővel elvégzett szántás eredményeként a feltalajban jelentkezik a földművelők által jól ismert hatás, a térfogattömeg jelentős csökkenése. A szántott réteg alatt, a szántás hatására megfigyelhető enyhe térfogattömeg-növekedést a gépek tömörítő hatásának tulajdonítjuk. Egyszeri talajművelés érzékelhető tömörítő hatását általában nem tudják 15–25 cm-nél mélyebben kimutatni (Gysi et al. 2000), de találunk olyan közleményt is, ahol a szerzők (Chan et al. 2006) állítása szerint a tömörítés csak 10 cm-ig hatolt, viszont ha megvizsgáljuk az általuk a mélyebb rétegekre megadott, de nem elemzett adatokat, további tömörödési sávot fedezünk fel a lazított réteg alatt.

A 60 cm alatt általunk a szántott csoportban megfigyelt térfogattömeg-csökkenésről azt feltételezzük, hogy odáig már nem hatott az egyszeri tömörítő hatás, viszont a lazított feltalajon keresztül az időközben lehullott csapadék regeneráló duzzadást eredményezhetett.



3. ábra A vályog fizikai féleségű talajrétegek térfogattömege, elhelyezkedésük felszín alatti mélysége és a mintavétel előtti művelés időpontjának függvényében
Hibasávok: lásd 1. ábra

Figure 3. Bulk density of loamy soil layers, depending on their depths and the time of soil ploughing before sampling

- (1) sampling depth, (2) bulk density, Mg m⁻³, (3) time of ploughing – freshly ploughed, (4) time of ploughing – fields ploughed a vegetation season before
Error bars: see Figure 1.

Texture dependence of some physical and water properties of soils in the Danube valley in the Kisalföld region of Hungary

I. The bulk density

MIHÁLY SZŰCS¹ – LJUDMILA SZŰCS¹ – ZOLTÁN VARGA²

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

¹ Department of Soil Science and Water Management

² Department of Mathematics and Physics, Meteorological Group

SUMMARY

Bulk density determinations were carried out on samples of 102 soil profiles from ploughed fields and 19 profiles from forest territories until the depth of 150 cm, along a 150 km in

length and 5–10 km wide zone of the Danube valley from village Rajka to Esztergom city. As field samplings lasted several months in Spring and also in Autumn, the results characterise average conditions of farm fields in the region.

Significant linear correlations were proved between the values of bulk density and soil texture, soil organic matter content, and in some cases for calcium carbonate content as well. For bulk density of floodplain forest soils under the constant influence of ground water level changes significant linear correlation with soil moisture content was also proved. Texture classes of the investigated 555 soil layers were determined by the use of several parallel applied texture definition methods and the result data of more than 1500 bulk density determinations were grouped also according to land use and sampling depth.

It was found that the bulk density of sandy soil layers is bigger when they are on the top of the profile, but for the layers with increased quantity of fine particles the bulk density increases with their depth. It is explained by the swelling of fine particles, which balances the effect of pressure for the layers near the surface. The common observation, that the bulk density of a sandy soil layers is bigger than that of a loamy layer can be supported only for the upper layer of the profile, but not for layers below 60 cm depth.

Comparing the bulk density of layers of ploughed and forest soils with identical texture it was found that compaction of sandy and sandy loam layers under the surface do not depend on land use, but for layers with elevated fine particle content the influence of compaction effect of regular wheel pressure can be measured for layers under 60 cm depth.

Bulk density of topsoil ploughed freshly or several weeks before sampling was more than 0.2 cm^3 less than for layers ploughed a season earlier. The ploughing increased slightly the bulk density of the layer below the ploughing and resulted in a decrease for layers below 60 cm. This decrease is attributed to the swelling caused by the wetness from precipitations penetrated more easily after ploughing.

Tillage caused similar value but reverse direction temporary change for the bulk density of the upper soil layer compared with the effect of regular wheel traffic. Similar extent changes can be observed under the influence of differences in texture.

Keywords: soil, bulk density, profile, forest, soil texture.

IRODALOM

- Birkás M. (szerk.) (2006): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Bondarev, A. G. – Kuznecova, I. V. – Szapoznikov, P. M. (1994): Pereuplotnenie pocsv szel'szkohozjajsztvennoj tehnikoj, prognoz javlenija i proceszszü razuplotnenija. Pocsvovedenie. (4) 58–64.
- Canillas, E. C. – Salokhe, V. M. (2002): A decision support system for compaction assessment in agricultural soils. Soil & Tillage Research. **65**, 221–230.
- Chan, K. Y. – Oates, A. – Swan, A. D. – Hayes, R. C. – Dear, B. S. – Peoples, M. B. (2006): Agronomic consequences of tractor wheel compaction on a clay soil. Soil & Tillage Research. **89**, 13–21.
- Cumming, G. – Fidler, F. – Vaux, D. L. (2006): Error bars in experimental biology. The Journal of Cell Biology. **177**, (1) 7–11.
- Fodor N. – Rajkai K. (2004): Talajfizikai tulajdonságok becslése és alkalmazásuk modellekben. Agro-kémia és Talajtan. **53**, (3–4) 225–238.

- Gysi, M. – Klubertanz, G. – Vulliet, L.* (2000): Compaction of an Eutric Cambisol under heavy wheel traffic in Switzerland – field data and modelling. *Soil & Tillage Research*. **56**, 117–129.
- Gomez, A. – Powers, R. F. – Singer, M. J. – Horwath, W. R.* (2002): Soil compaction effects on growth of young ponderosa pine following litter removal in California's Sierra Nevada. *Soil Science Society of America Journal*. **66**, (4) 1334–1343.
- Horn, R.* (2004): Time dependence of soil mechanical properties and pore functions for arable soils. *Soil Science Society of America Journal*. **68**, (4) 1131–1137.
- Jorge, J. A. – Mansell, R. S. – Rhoads, F. M. – Bloom, S. A. – Hammond, L. C.* (1992): Compaction of fallow sandy loam soil by tractor tires. *Soil Science*. **153**, (4) 322–330.
- Kennett, S. – Taylor-Clarke, M. – Haggard, P.* (2001): Noninformative vision improves the spatial resolution of touch in humans. *Current Biology*. **11**, 1188–1191.
- Kennett, S. – Spence, C. – Driver, J.* (2002): Visuo-tactile links in covert exogenous spatial attention remap across changes in unseen hand posture. *Perception & Psychophysics*. **64**, (7) 1083–1094.
- Kozin, V. K.* (1989): Raszchet ravnovesznoj plotnoszti pocsv. *Pocsvovedenie*. (1) 153–156.
- Morozova, É. F.* (1964): Vlijanie szlozszenija pahotnogo szloja na szvojsztva orosaemogo tipicsnogo szerozema i urozsaj hlopcsatnika. *Pocsvovedenie*. (3) 71–77.
- Payton, M. E. – Greenstone, M. H. – Schenker N.* (2003): Overlapping confidence intervals or standard error intervals: What do they mean in terms of statistical significance? *Journal of Insect Science*. **34**, (3) 1–6.
- Poznyak, Sz. P.* (1985): Dinamika plotnoszti orosaemüh csernozemov juga Ukrainü. *Pocsvovedenie*. (4) 56–59.
- Rawls, W. J.* (1983): Estimating soil bulk density from particle size analysis and organic matter content. *Soil Science*. **135**, (2) 123–125.
- Schunn, C. D.* (1999): Statistical significance bars (SSB): A way to make graphs more interpretable. Unpublished manuscript. www.lrdc.pitt.edu/schunn/SSB/
- Sillon, J. F. – Richard, G. – Cousin, I.* (2003): Tillage and traffic effects on soil hydraulic properties and evaporation. *Geoderma*. **116**, 29–46.
- Silva, A. P. – Kay, B. D – Perfect, E.* (1997): Management versus inherent soil properties effects on bulk density and relative compaction. *Soil & Tillage Research*. **44**, 81–93.
- Stefanovits P.* (1981): Talajtan. Második átdolgozott kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Szkvorcova, E. B. – Szapoznikov, P. M.* (1998): Dinamika sztroenija porovogo prosztranzsztva pri uplotnenii i razuplotnenii pahotnüh pocsv. *Pocsvovedenie*. (2) 167–175.
- Szűcs M. – Szűcs L.* (2004): Buried humus layers in the Szigetköz region of Hungary. XXIInd Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. 30 August – 2 September 2004 Brno. CD. 1–8 p.
- Tóth B. – Makó A. – Rajkai K. – Kele G. – Hermann T. – Marth P.* (2006): Use of soil water retention capacity and hydraulic conductivity estimation in the preparation of soil water management maps. *Agrokémia és Talajtan*. **55**, (1) 49–58.
- Várallyay Gy.* (1987): A talaj vízgazdálkodása. Doktori értekezés tézisei. Budapest.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

SZŰCS Mihály
 Nyugat-magyarországi Egyetem
 Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
 Talajtani és Vízgazdálkodási Intézeti Tanszék
 9200 Mosonmagyaróvár, Pozsonyi út 4.
 E-mail: szucs@mtk.nyme.hu



A fizikai talajféleség befolyása egyes fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságokra a kislétföldi Duna-völgyi talajokban

II. A hidraulikus vezetőképesség

SZŰCS MIHÁLY¹ – SZŰCS MIHÁLYNÉ¹ – VARGA ZOLTÁN²

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

¹ Talajtani és Vízgazdálkodási Intézeti Tanszék

² Matematika–Fizika Tanszék
Meteorológiai Csoport

ÖSSZEFOGLALÁS

A Duna völgyében, a Rajkától Esztergomig terjedő 150 km hosszú és 5–10 km széles sávban található öntés-, réti és csernozjomtalajokban, szántóföldi művelésű táblákon 102, erdészeti területeken pedig 19 talajszelvényből 150 cm mélységig vett minták hidraulikus vezetőképességét mértük és vetettük össze a mért térfogattömeg értékükkel. Mivel a szelvényfeltárások több alkalomra osztva őszi és tavaszi időszakokban több hónapon át folytak, az eredmények az üzemi területek átlagos állapotát tükrözik.

Két művelési ág feltalaj és altalaj mintáinak mért adatai szerint a talaj hidraulikus vezetőképessége csak a feltalajban és csak szántó művelésű területeken mutatott szignifikáns, fordított előjelű összefüggést a térfogattömeggel. Ennek oka az lehet, hogy a feltalajban a térfogattömeg értéke a tömörítő és lazító hatások váltakozása következtében gyakran válik szélsőségesen nagygyá vagy kicsivé. Az altalajban a fizikai talajféleséget jellemző mutatók függenek össze szignifikánsan a hidraulikus vezetőképességgel. A szerkezetet stabilizáló humusz- és mésztartalom, valamint a mintavételkor mért nedvességtartalom összefüggése a K értékkel az altalajban csak látszólagos, a talaj fizikai féleségével való együttváltozásukon alapszik.

A megvizsgált 555 talajrétegben mért K értékeket a talajrétegek mechanikai összetétele, a mintavétel mélysége és a tábla művelési ága alapján csoportokba soroltuk. A csoportok mértani középértékeit hasonlítottuk össze, mert ez biztosította a jellemzően lognormális eloszlású tulajdonság csoportonkénti szórásainak normális eloszlását és azok statisztikai feldolgozhatóságát.

Megállapítottuk, hogy homok, különösen durva homok mechanikai összetétel esetén a K értékek kiemelkedően nagyok, más fizikai féleség kategóriák szerint viszont a különbségek mérsékeltek. A szélsőségesen durva homok- és az agygrétegek K értékei között is kisebbek a különbségek, mint azt egyes irodalmi források becsülni engedik.

A 30–60 cm-es rétegekben, több mechanikai összetétel kategóriában a 0–30 és 60–150 cm-es rétegekhez képest megállapítható nagyobb K érték nem vezethető vissza térfogat-tömeg-változásokra.

A közvetlenül a mintavételt megelőzően végzett szántás olyan értékre növelte a vályogtalajok hidraulikus vezetőképességét a feltalajban, ami egyébként csak a durva homoktalajra jellemző.

Kulcsszavak: talaj, hidraulikus vezetőképesség, szelvény, erdő, fizikai talajféleség.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A telített talaj vízvezetésének és a vízzel telített állapotból a megfelelő levegőellátást is biztosítani tudó víztartalomra történő visszaállás ütemének jellemzéséhez is használjuk a hidraulikus vezetőképességet.

Korábbi vizsgálatokra visszautalva *Sillanpaa* (1959) megállapítja, hogy már az 1930-as években felmerült, hogy ennek a mutatónak kapcsolata lehet a talaj mechanikai összetételével, bár ezt a hatást csak a homok és homokos vályog esetében tudták bizonyítani. A mechanikai összetétel és a szerkezet szerepét a hidraulikus vezetőképesség alakulásában általánosan elfogadottnak tekinthetjük (*Brady* 1990). *Várallyay* (1987) összefoglaló értékelése szerint a hidraulikus vezetőképességre gyakorolt hatása tekintetében a mechanikai összetétel a szerkezeti és tömődöttségi tulajdonságokat követi a rangsorban. Ennek ellenére gyakran találunk olyan táblázatokat (*Várallyay* 1981, 2005), ahol a különböző mechanikai összetétel kategóriákhoz rendelt hidraulikus vezetőképesség értéktartományok azt a benyomást keltik, mintha ez a kapcsolat az Arany-féle kötöttségi számhoz hasonló szorosságú és egyetemes lenne.

Valójában azonban a vízvezető képesség nagymértékű, fordított arányú összefüggése a közepes szemcseátmérővel csak megfelelően osztályozott rendszerekben volt bizonyítható (*Ungár* 1960). A homokszem nagyságú részhez keveredő finom szemcsék, különösen az iszap- és agyagszem nagyságúak a kísérleteknél már aránylag kis mennyiségben is az áteresztőképesség nagymértékű csökkenését idézték elő. A helyszíni vízvezető képesség mérése során is azt tapasztalták (*Mattyasovszky* 1953), hogy a különböző mechanikai összetételű talajok adatai nem különböztek lényegesen, kivéve a homokot, ahol a különbség szintén nem nagyságrend mértékű volt. A K tényező mérése során a folyásirány megfordítása (*Sillanpaa* 1956) az áramlást 10-szeresre növelte, majd az visszatért az eredeti stabilizálódott értékre. Ez a finom talajrészecskék szállítását és lerakását bizonyítja. *Campbell* (1985) a hidraulikus vezetőképesség–mechanikai összetétel kapcsolatot a víztartó képességnél tapasztalt összefüggésből gondolja levezethetőnek. A pF-görbékéből számított K értékek azonban nagy szórást mutatnak (*Messing* 1989).

A térfogattömeg-változás szerepére is többen (*Voznjuk et al.* 1979, *Dexter et al.* 2004) felhívták a figyelmet. A térfogattömeg-növekedés hatására bekövetkező nagymértékű K érték csökkenést leginkább a keréknyomokban történő mérésekkel (*Cifkáné et al.* 1982,

Blanco-Canqui et al. 2004) szokták bizonyítani, mert ilyenkor jól biztosítható a különböző térfogattömegű talajfoltok egyéb tulajdonságainak azonossága. Megfigyelték azt is, hogy a talajszelvény különböző mélységében nem azonos módon hat a térfogattömeg-változás a hidraulikus vezetőképességre (Nakano és Miyazaki 2005). Homoktalajok mélyebb rétegeiben valószínűleg azért nem csökkent a hidraulikus vezetőképesség (Talsma és Flint 1958), mert a térfogattömeg-növekedés nem jelentős.

Az abszolút értékek tekintetében fellépő bizonytalanság valószínűleg abból is ered, hogy viszonylag kevés mért adattal rendelkezünk (Tóth et al. 2006). Ezen túlmenően fontos lehet még, hogy a mérésekre jellemző igen nagy szórás (McIntyre 1979) és az ennek nem megfelelő, kicsi mintavételi ismétlésszám miatt a becsült adatok gyakran távol esnek a valóságos értéktől. Fodor et al. (2009) homoktalajon végzett mérései szerint a kiugró értékek mennyiségét csökkenteni lehetne a falhatás mérséklésével, ami a mintavevő hengerek belső falának mintavétel előtti kiszívásával érhető el.

A hidraulikus vezetőképesség adatok lognormális eloszlása miatt például Tietje és Hennings (1996) is a mértani középértékek használatát javasolja.

Közleményünkben a Duna völgyében, elsősorban a Szigetközben, kisebb mértékben az Esztergomig terjedő szűk sávban, üzemi talajokon végzett méréseinket elemezzük.

ANYAG ÉS MÓDSZER

1984 és 1989 között tavaszi és őszi időszakokban, szántó művelésű táblákon 102 db, ártéri erdő területeken pedig 19 db talajszelvényt tártunk fel és mintáztunk meg 150 cm mélyséig. A feltárt szelvények nagyobb részét a Szigetközben, egy kisebb hányadát pedig Győr – Esztergom között, a Dunától 5–10 km-es sávban jelöltük ki. A vizsgált terület 60–70%-át öntéstalajok, 20–25%-át réti talajok és kb. 5%-ot pedig öntés csernozjomok foglalják el (Szűcs és Szűcs 2004). Az öntés folyamatok által létrehozott, osztályozott és rétegzett üledékben valamennyi mechanikai összetételű talajréteg előfordul.

A megvizsgált 555 talajrétegből rétegenként 3 db 100 cm³-es bolygatatlan mintát vettünk, amelyekből hidraulikus vezetőképességet mértünk. A K érték meghatározását az állandó víznyomás módszerével (Hegedűs 1980) végeztük, kivéve a nagyon kis vízmennyiséget áteresztő mintákat, amelyeket a vizsgálati sorból kiszedve a csökkenő víznyomás módszerével mértünk meg. A két módszer közel azonos értékű eredményeket adott. A talajminták mechanikai összetételének és térfogattömegének vizsgálatáról egy korábbi közleményünkben (Szűcs et al. 2012) számoltunk be.

Az adatokat a mintavétel mélysége (0–30, 30–60 és 60 cm alatt) és az adott réteg talajának mechanikai összetétele szerint csoportokra (durva homok, homok, homokos vályog, vályog, agyagos vályog, agyag) osztva dolgoztuk fel és értékeltük. A 60 cm alatti rétegek adatait további csoportokra nem bontottuk, mert fontosnak tartottuk, hogy a kialakított csoportokban a mérések száma lehetőleg ne legyen 30-nál kevesebb.

A szántó művelésű táblákon feltárt talajok rétegeinek többsége vályog, néhány kivétellel a többi fizikai talajféleségre is 30-nál több adat áll rendelkezésre (Szűcs et al. 2012). Az erdő

alatti területekről a kevesebb feltárt szelvény miatt az ismétlésszámok kisebbek. Mindkét művelési ág halmazra jellemző, hogy a durva homok és az agyag fizikai féleség a feltalajban nem fordul elő.

A kialakított halmazok középértékeit – a könnyebb áttekinthetőség kedvéért – grafikusán ábrázoltuk. A középértékek közötti különbség szignifikanciájának megítéléséhez, statisztikai szignifikancia hibásávokat (ssb) (Szűcs *et al.* 2012) számítottunk és illesztettünk. Bármely két középértéket akkor tekintünk 5% statisztikai hibával különbözőnek, ha hibásávjai nem kerülnek egymással átfedésbe. A középértékek közötti különbségek, és azok szignifikancia szintjeinek számításához az összehasonlítható halmazok mértani közép értékeiből és azok szórásaiból indultunk ki, figyelembe véve a hasonló adatbázisok feldolgozása során mások (Tietje és Hennings 1996) által is követett eljárást, mert így biztosítható volt a statisztikai számításoknál elvárt normalitás. A K mértani átlagszámítások kivitelezése során természetes alapú logaritmus transzformációt alkalmaztunk. A táblázatokban és ábrákon megadott (1., 2. és 3. táblázat; 1., 2. és 3. ábra) hidraulikus vezetőképesség mértani középérték és szórás adatok, valamint a hibásávok számításához használt standard hiba is visszaalakított (ex) értékek.

Az összegyűjtött hidraulikus vezetőképesség adatok talaj mechanikai összetétel és földhasználat szerinti statisztikai vizsgálata ugyanis azt mutatta, hogy az eloszlás nagymértékű csúcsossága és ferdesége mértani közép képzésével csökkenthető (1. táblázat). A transzformáció után számított eloszlási mutatók már megfelelnek a statisztikai számítások által támasztott követelményeknek (Sváb 1981). Ugyanakkor azt is meg kell jegyeznünk, hogy a számítás, – a kiugró értékek érvényesülését fékező hatása miatt – a képzett mértani közép értékek adatsorainkban $70 \pm 20\%$ -kal kisebbek a megfelelő számtani közép értékénél. A számítási módból adódó következmény még, hogy a középértékekhez illeszthető statisztikai szignifikancia hibásávok (Szűcs *et al.* 2012) nem szimmetrikusak.

1. táblázat A szántó területek mintáiban mért hidraulikus vezetőképesség eloszlásának vizsgálata a 15 adathalmaz átlagában

Table 1. Investigation of statistical distribution data for hydraulic conductivity of 15 data sets of agricultural fields

(1) parameters, (2) for original data, arithmetic mean, (3) for logarithmic transformed data, geometric mean, (4) mean, cm/day, (5) mean, %, (6) kurtosis of distributions, (7) skewness of distributions

Paraméterek (1)	Eredeti adatsorban (2)	Logaritmus-transzformált adatsorban (3)
Középérték, cm/nap (4)	113,00	72,00
Középérték, % (5)	100,00	60,00
Az eloszlás csúcsossága (6)	2,78	0,54
Az eloszlás ferdesége (7)	1,48	-0,70

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A talajvizsgálati adatokat először csak a vizsgált két fő művelési ág és feltalaj vagy altalaj szerinti elhelyezkedésük szerint csoportosítva vizsgáltuk a jellemző középértékeket, szórásokat (a hidraulikus vezetőképesség esetében mértani közép és szórása) és azt, hogy a logaritmus transzformált hidraulikus vezetőképesség mely más talajvizsgálati adatokkal mutat szignifikáns lineáris összefüggést (2. táblázat). Megállapítható volt, hogy a hidraulikus vezetőképesség csak a feltalajban és csak szántó művelésű területeken mutatott szignifikáns, fordított előjelű összefüggést a térfogattömeggel. Ennek oka az, hogy a feltalajban a térfogattömeg értéke a mesterséges tömörítő és lazító hatások váltakozása következtében gyakrabban vesz fel szélsőséges értéket. Az altalajban a fizikai talajféleséget jellemző mutatókkal, valamint a humusztartalommal és mésztartalommal mutatott szignifikáns összefüggések a jellemzőek. Az ötórás kapilláris vízemeléssel mutatott pozitív előjelű összefüggés azzal magyarázható, hogy ennek a paraméternek a növekedése a talajrészecske finomfrakció csökkenésével jár együtt. Az Arany-féle kötöttség és a leiszapolható rész vizsgálat esetén az értékek a finomfrakció mennyiségével együtt nőnek, ezért a K értékkel való kapcsolatuk negatív előjelű. A humusz- és a mésztartalom a talaj szerkezetének alakításában játszik fontos szerepet, mennyiségük és a K érték közötti elvárt kapcsolat ezért pozitív irányú lenne. A talaj fizikai féleségét jellemző leiszapolható rész állandóvá tételével számított parciális korrelációk (3. táblázat) azt mutatják, hogy az altalajban valószínűleg semmilyen szignifikáns összefüggés nem bizonyítható ezekkel a paraméterekkel. A 2. táblázatban található szignifikáns összefüggések tehát azzal magyarázhatók, hogy a vizsgált területen az altalajban a humusz- és mésztartalom átlagosnál nagyobb értékei a nagyobb agyagtartalmú, tömörödtebb réti talajrétegekben fordulnak elő. Ugyanez vonatkozik a mintavételkor mért nedvességtartalommal számított összefüggésre is, ahol a réti talajok mélyebb fekvése, felszínhez közelebb megjelenő talajvíz szintje is okozza az átlagoshoz képest nagyobb nedvességtartalmat.

Ezek a számítások megerősítik annak jogosságát, hogy az adott területen a talaj fizikai félesége és a legutolsó talajművelés óta eltelt idő szerint kialakított halmazokban további vizsgálatokat végezzünk.

A 2. táblázat alapján az is látható, hogy a hidraulikus vezetőképesség-értékek esetében a mértani középhez számított szórások nem nagyok. Utalva az 1. táblázatban található adatokra is, a megbízható statisztikai elemzés, a kialakított halmazok összehasonlítása a mértani középértékekkel eredményesebben végezhető.

A hidraulikus vezetőképességek a feltalajban, erdő alatt általában nagyobbak, mint szántó művelésben (1. és 2. ábra). Erdő alatt a feltalaj hidraulikus vezetőképessége általában lényegesen nagyobb, mint a mélyebben fekvő rétegeké. Ez a szántó területekre nem jellemző. Ezeket a különbségeket a szántó területek művelés hatására bekövetkező tömörödésével magyarázzuk, ami a térfogattömegek különbségében is megjelent (Szűcs et al. 2012).

2. táblázat A vizsgált paraméterek néhány matematikai statisztikai jellemzője

Table 2. Some statistical data of investigated parameters

- (1) parameters, (2) mean, (3) standard deviation, (4) correlation with the logarithmic transformed hydraulic conductivity, (5) upper soil, (6) agricultural fields, (7) under forests, (8) hydraulic conductivity, cm/day (geometric mean and its standard deviation), (9) bulk density, (10) subsoil, all layers between 30 and 150 cm depths, (11) sum of silt and clay, (12) boundness (SP), (13) 5 hour capillary rise, (14) soil moisture, vol.%, (15) O.M., (16) CaCO₃

Paraméterek (1)	Közéérték (2)	Szórás (3)	Korreláció a hidraulikus vezetőképesség logaritmus transzformált értékeivel, r (4)	Közéérték (2)	Szórás (3)	Korreláció a hidraulikus vezető- képességgel, r (4)
Feltalaj (5)						
	Szántó, n = 120 (6)			Erdő, n = 19 (7)		
Hidraulikus vezetőképesség (K), cm/nap (mértani közép és szórása) (8)	75,40	4,52	1	110,80	2,79	1
Térfogattömeg, Mg m-3 (9)	1,28	0,18	-0,51***	1,11	0,16	0,03 n. s.
Altalaj, 30–150 cm között minden vizsgált réteg (10)						
	Szántó, n = 432 (6)			Erdő, n = 67 (7)		
Hidraulikus vezetőképesség (K), cm/nap (mértani közép és szórása) (8)	62,34	3,72	1	71,58	2,70	1
Leiszapolható rész, % (11)	34,02	22,54	-0,45 ***	36,45	22,36	-0,56 ***
Arany-féle kötöttségi szám (12)	41,40	10,36	-0,34 ***	44,90	13,03	-0,36 **
Ötórás kapilláris vízemelés cm (13)	30,17	13,95	0,39 ***	28,18	12,05	0,54 ***
Nedvességtartalom, tf% (14)	21,99	11,40	-0,39 ***	33,46	13,11	-0,44 ***
Humusz, % (15)	0,94	0,73	-0,13 n.s.	1,07	0,72	-0,29 *
CaCO ₃ , % (16)	20,37	9,24	-0,34 ***	21,64	5,96	-0,35 **

Megjegyzések: n.s. nem szignifikáns; * 5% hibaszinten szignifikáns; ** 1% hibaszinten szignifikáns; *** 0,1% hibaszinten szignifikáns

Notes: n.s. not significant, * significant at 5% error level, ** significant at 1% error level, *** significant at 0.1% error level

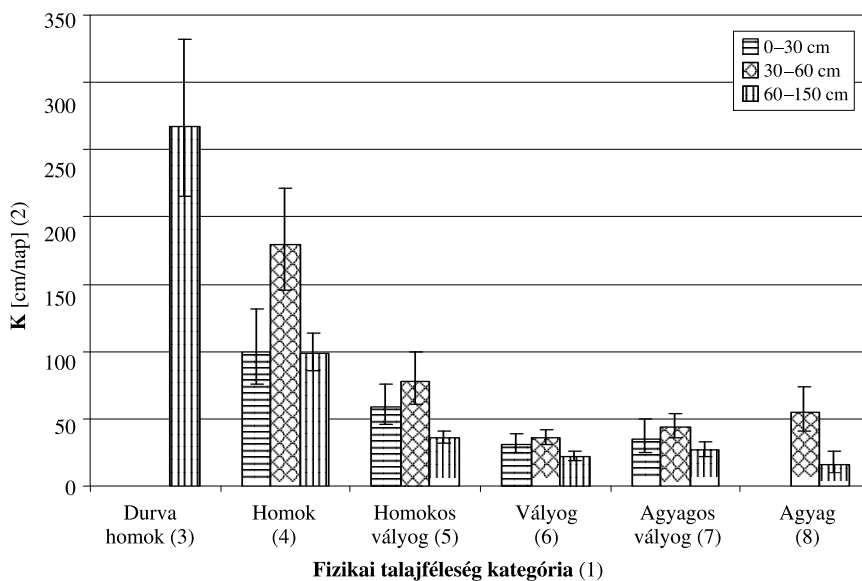
3. táblázat Parciális korreláció értékek a logaritmus transzformált hidraulikus vezetőképesség és a néhány más talajvizsgálat között az altalajban a leiszapolható rész% állandóvá tétele esetén

Table 3. Partial correlation between logarithmic transformed hydraulic conductivity and other soil parameter in the subsoil whilst taking away the effects of the sum of silt and clay
(1) subsoil parameters, (2) correlation with the logarithmic transformed hydraulic conductivity, (3) agricultural fields, (4) under forests (5) soil moisture, vol.%, (6) O.M., (7) CaCO₃

Paraméterek az altalajban (1)	Korreláció a hidraulikus vezetőképesség logaritmus transzformált értékeivel, r (2)	
	Szántó, n = 432 (3)	Erdő, n = 67 (4)
Nedvességtartalom, tf% (5)	-0,21 *	-0,23 n.s.
Humusz, % (6)	0,10 n.s.	0,05 n.s.
CaCO ₃ , % (7)	-0,19 n.s.	0,05 n.s.

Megjegyzések: n.s. nem szignifikáns; * 5% hibaszinten szignifikáns

Notes: n.s. not significant, * significant at 5% error level



I. ábra A hidraulikus vezetőképesség mértani középértékének alakulása a szántóföldi művelésű táblák különböző fizikai féleségű talajrétegeiben
A hibásávok a statisztikai szignifikancia hibásávok (ssb)

Figure 1. Geometric mean for saturated hydraulic conductivity at different depths of agricultural field profiles with different texture characteristics

(1) texture classes, (2) saturated hydraulic conductivity, cm/day, (3) coarse sand, (4) sand, (5) sandy loam, (6) loam, (7) clay loam, (8) clay

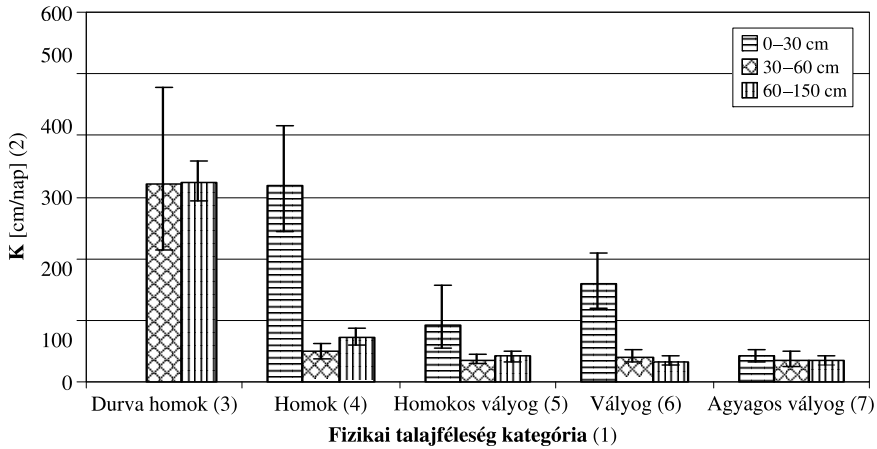
Legend box: sampling depth

Error bars: statistical significance bars (ssb)

Mindkét földhasználatban megfigyelhető, hogy a durva homok és a homok fizikai féleségű talajrétegek a többi fizikai féleségeknél nagyobb vezetőképességűek. A többi fizikai féleség kategóriában nagy különbségek nincsenek. Szabadföldi viszonyok között még a durva homok- és az agyagrétegek vezetőképessége között sincs akkora különbség, mint azt feltételezik (Várallyay 1981, 2005). A durva homok talajrétegek vízvezető képesség értékei különböző mélységben és használatban állandó értékűek, valószínűleg azért, mert nincs bennük aggregátum szerkezet, amely a víz hatására megváltozna.

A frissen szántott vályog fizikai féleségű táblák feltalajában mért kis térfogattömeg első sorban a nagy pórusok mennyiségének gyarapodását mutatja, ami olyan hidraulikus vezetőképességet eredményez (3. ábra), mintha a réteg fizikai félesége durva homok lenne. Ez arra enged következtetni, hogy a művelő eszközök lazító, vagy tömörítő hatása a nagy pórusok mennyiségét változtatja meg, amit a K érték változása mutat.

Összességében azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a lazítás és a tömörítés hatása a hidraulikus vezetőképességre hasonló nagyságú, esetenként nagyobb, mint a fizikai talajféleségé.



2. ábra A hidraulikus vezetőképesség mértani középértékének alakulása az erdő művelésű táblák különböző fizikai féleségű talajrétegeiben.

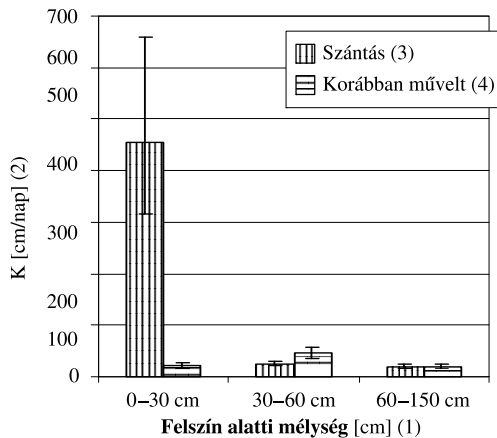
A hibásávok a statisztikai szignifikancia hibásávok (ssb)

Figure 2. Geometric mean for saturated hydraulic conductivity at different depths of forest field profiles with different texture characteristics

(1) texture classes, (2) saturated hydraulic conductivity, cm/day, (3) coarse sand,

(4) sand, (5) sandy loam, (6) loam, (7) clay loam

Legend box: sampling depth; error bars: statistical significance bars (ssb)



3. ábra A szántóföldi művelésű vályog fizikai féleségű talajok hidraulikus vezetőképessége a művelés ideje és a mintavétel mélysége szerint (mértani középértékek)

A hibásávok a statisztikai szignifikancia hibásávok (ssb)

Figure 3. Saturated hydraulic conductivity of loamy soil layers, depending on their sampling depths and the time of soil ploughing before sampling

(1) sampling depth, (2) saturated hydraulic conductivity, cm/day, (3) time of ploughing – freshly ploughed, (4) time of ploughing – fields ploughed a vegetation season before

Error bars: statistical significance bars (ssb)

**Texture dependence of some hydro-physical properties of soils
in the Danube valley of the Kisalföld region of Hungary
II. The saturated hydraulic conductivity**

MIHÁLY SZŰCS¹ – LJUDMILA SZŰCS¹ – ZOLTÁN VARGA²

University of West Hungary

Faculty of Agricultural and Food Sciences

¹ Department of Soil Science and Water Management

² Department of Mathematics and Physics, Meteorological Group
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Saturated hydraulic conductivity and bulk density determination were carried out on samples of 102 soil profiles from arable fields and 19 profiles from forest territories on alluvial, meadow and chernozem soils until the depth of 150 cm, along a 150 km length and 5–10 km wide zone of the Danube valley from village Rajka to Esztergom city. As field samplings lasted several months in Spring and also in Autumn, the results characterise the average conditions of farm fields in the region.

Investigation of data grouped according to their land use classes and sampling depths showed that linear correlation of hydraulic conductivity with bulk density could be proved only for the topsoil of arable fields owing to the occurrence of extreme bulk densities caused by the soil cultivation. For the subsoil layers correlation only with the soil texture parameters were found to be significant. Linear correlations of hydraulic conductivity with soil organic matter, carbonate content and water content at sampling are not real for the subsoil layers, they appear only as a result of their parallel changes with soil texture. Hydraulic conductivity values of the investigated 555 soil layers were grouped according to their texture classes, land use types and sampling depths. Geometric mean values were used for comparing of the formed groups, to provide the expected normal distribution of data in the groups, coming from a typically lognormal distributed parameter of K_s data. Considerably big mean K values were found for sandy and especially for coarse sandy soil layers but differences of means among other texture group means were almost negligible. It was found that differences of K values of extreme groups like coarse sand and clay texture soils are smaller than they can be expected from literature data.

Larger saturated hydraulic conductivity values of soil layers with sampling depth 30–60 cm, compared to mean values for 0–30 and 60–150 cm depths, cannot be explained by changes of the bulk density of these layers.

Increased bulk density of layers in different sampling depths of ploughed soils in comparison to similar layers of forest fields were observed, but parallel decrease of K values happened only in the upper layers of soils.

The decrease of bulk density of topsoils in loamy texture category caused by recent ploughing, resulted in high K values, typical only for coarse sand texture soils, and at the same time the compaction of deeper layers decreased their K value.

The results show that the abrupt changes in bulk density caused by loosening of the ploughing or compaction under the pressure of wheels are followed by adverse changes in K values because these mechanical interferences alter dominantly the large pores. In case of slow changes governed by natural processes connection between changes of bulk density and saturated hydraulic conductivity cannot be found.

Keywords: soil, saturated hydraulic conductivity, profile, forest, soil texture.

IRODALOM

- Blanco-Canqui, H. – Gantzer, C. J. – Anderson, S. H. – Alberts, E. E.* (2004): Tillage and Crop Influences on Physical Properties for an Epiaqualf. *Soil Science Society of America Journal*. **68**, (2) 567–576.
- Brady, N. C.* (1990): *The Nature and Properties of Soils*. Tenth Edition. Macmillan Publishing Company, New York.
- Campbell, G. S.* (1985): *Soil Physics with BASIC*. Elsevier, Amsterdam.
- Cifkáné Huszai K. – Lévai K. – Zsoldos L.* (1982): A mezőgazdasági gépek járószerkezetének hatására fellépő talajtömörítés mértékének vizsgálata. Melioráció és tápanyaggazdálkodás. (3) 3–6.
- Dexter, A. R. – Czyz, E. A. – Gat, O. P.* (2004): Soil structure and the saturated hydraulic conductivity of subsoils. *Soil & Tillage Research*. **79**, 185–189.
- Fodor N. – Blaskó L. – Éri L. – Rajkai K.* (2009): Hidraulikus vezetőképesség mérési és becslési eredmények összehasonlítása homoktalajra. *Agrokémia és talajtan*. **58**, (2) 369–380.
- Hegedűs L.* (1980): *Talajtani Laboratóriumok Módszerkönyve*. Budapest.
- Mattyasovszky J.* (1953): Talajok vízvezető képességének vizsgálata és az eredmények alkalmazása a talajvédelemben. *Agrokémia és talajtan*. **2**, (2) 161–172.
- McIntyre, D. S. – Cunningham, R. B. – Vatanakul, V. I. – Stewart, G. A.* (1979): Measuring hydraulic conductivity in clay soils: methods, techniques, and errors. *Soil Science*. **128**, (3) 171–183.
- Messing, I.* (1989): Estimation of the Saturated Hydraulic Conductivity in Clay Soils from Soil Moisture Retention Data. *Soil Sci Soc. Am. J.* **53**, 665–668.
- Nakano, K. – Miyazaki, T.* (2005): Predicting the saturated hydraulic conductivity of compacted subsoils using the non-similar media concept. *Soil & Tillage Research*. **84**, 145–153.
- Sillanpaa, M.* (1956): *Studies on the hydraulic conductivity of soils and its measurement*. Hameenlinna, Helsinki.
- Sillanpaa, M.* (1959): Hydraulic conductivity of finnish subsoils as related to some other soil physical properties. *Agrogeologia Julkaisuja*. **73**, 7–26.
- Szűcs M. – Szűcs L.* (2004): Buried humus layers in the Szigetköz region of Hungary. XXIInd Conference of the Danubian Countries on the Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management. 30 August – 2 September 2004 Brno. CD. 1–8 p.
- Szűcs M. – Szűcs M-né – Varga Z.* (2012): A fizikai talajfésülés befolyása egyes fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságokra a kisalföldi Duna-völgyi talajokban. I. A térfogattömeg. *Acta Agronomica Óváriensis*. **54**, (1) 13–22.
- Sváb J.* (1981): *Biometriai módszerek a kutatásban*. Mezőgazdasági kiadó, Budapest.
- Talsma, T. – Flint, S. E.* (1958): Some factors determining the hydraulic conductivity of subsoils with special reference to tile drainage problems. *Soil Science*. **85**, (4) 198–206.
- Tietje, O. – Hennings, V.* (1996): Accuracy of the saturated hydraulic conductivity prediction by pedo-transfer functions compared to the variability within FAO textural classes. *Geoderma*. **69**, 71–84.
- Tóth B. – Makó A. – Rajkai K. – Kele G. – Hermann T. – Marth P.* (2006): Use of Soil Water Retention Capacity and Hydraulic Conductivity Estimation in the Preparation of Soil Water Management Maps. *Agrokémia és Talajtan*. **55**, (1) 49–58.
- Ungár T.* (1960): Homokszemcse-csoportok vízáteresztő képességéről. *Agrokémia és talajtan*. **9**, (2) 189–200.

- Várallyay Gy. (1981): Kedvezőtlen vízgazdálkodás – korlátozott talajtermékenység. *Agrokémia és Talajtan*. **30**, (1–2) 151–161.
- Várallyai Gy. (1987): A talaj vízgazdálkodása. Doktori értekezés tézisei. Budapest.
- Várallyay Gy. (2005): Magyarország talajainak vízraktározó képessége. *Agrokémia és Talajtan*. **54**, (1–2) 5–24.
- Voznjuk, Sz. T. – Kuz'mics, P. K. – Volkova, L. A. (1979): Funkcional'nije szvjazi gidravlicseszkoj provodimoszti sz fizicseszкими szvojsztvami pocsv. *Pocsvovedenie*. (2) 82–87.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

SZŰCS Mihály
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Talajtani és Vízgazdálkodási Intézeti Tanszék
H-9200 Mosonmagyaróvár, Pozsonyi út 4.
E-mail: szucsm@mtk.nyme.hu



A fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.) fejlődésének bioklimatológiai elemzése

VARGA ZOLTÁN – VARGA-HASZONITS ZOLTÁN –
ENZSÖLNÉ GERENCSÉR ERZSÉBET – LANTOS ZSUZSANNA – MILICS GÁBOR

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Az éghajlatingadozás jelenlegi, számos bizonytalansággal terhelt szakaszában különböző élő szervezetek – s nem kizárólag a leginkább vizsgált gazdasági növények – fenológiai vagy bioklimatológiai elemzése segítségével információkat gyűjthetünk az éghajlati rendszer változékonyságáról és hatásairól. Az ország nagy részét lefedő állomáshálózat több mint egy évtizedes (fehér) akác fenológiai adatok és az azokkal társítható termikus meteorológiai adatok felhasználásával elemeztük:

- az akác fenológiai jelenségeiben megnyilvánuló törvényszerűségeket, területi és időbeli anomáliákat,
- az akác különböző fenofázisa alatti termikus meteorológiai viszonyok statisztikai jellemzőit és változási tendenciáit,
- a termikus elemek és indexek hatását az akác fázisstartamaira és fejlődési ütemeire.

Eredményeink adalékot jelenthetnek az éghajlatváltozással kapcsolatos komplex jelenségkör vizsgálatához és – különösen a radiotermikus indexszel kapcsolatos eredmények – segíthetnek az akácfejlődés numerikus előrejelzésében.

E cikk része egy négy fajt – fehér akác (*Robinia pseudoacacia* L.), fekete bodza (*Sambucus nigra* L.), kislevelű hárs (*Tilia cordata* L.) és májusi orgona (*Syringa vulgaris* L.) – érintő tanulmányisorozatnak, amelyben e vadontermő növényeknek az esetleges éghajlatváltozás hatásait mutató indikátornövényként való alkalmazhatóságát vizsgáltuk (Varga et al. 2009a, 2009b, 2010). Úgy találtuk, hogy a 20. század végének hőmérsékletemelkedési tendenciája szorosabb összefüggésben van az akác és a bodza fenológiai adatsorainak alakulásával, mint a hárs és az orgona fejlődésével. A termikus elemek értékeinek megfigyelt növekedése általában a fehér akác vegetációs időszakának meghosszabbodásával járt.

Eredményeink szerint a termikus elemeknek az akác vegetációs időszaka alatt tapasztalható területi változékonyságát főként a virágzás utáni viszonyok befolyásolják. Néhány fontosabb sugárzási és hőmérsékleti elemnek a *Robinia* fejlődésére gyakorolt hatását kutatva azt tapasztaltuk, hogy általában a hőmérsékleti összeg és a globálsugárzás alakulása mutatott

szoros korrelációt a fejlődéssel. A hőmérséklet és a sugárzás együttes hatását kifejező radiotermikus index csaknem determinisztikusan hatott a fehér akác fenofázisainak alakulására, ezért ez az index felhasználható e vadontermő növény fejlődésének modellezésekor, s kifejezetten előrejelzési célokra is.

A kapott eredmények a kisszámú vizsgálati helyszín és az éghajlati szempontból rövid adatsorok miatt természetesen kellő óvatossággal kezelendők, ezzel együtt érdekes adalékokat nyújtanak a 20. század végén tapasztalható felmelegedési tendencia biometeorológiai vonatkozásaival kapcsolatban.

Kulcsszavak: akác, fenológia, sugárzás, hőmérséklet, éghajlatváltozás.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Egy esetleges éghajlatváltozás hatása a teljes bioszférát, a legkülönbözőbb fejlettségű és rendszertani besorolású szervezeteket érinti. A hatások jellege és mértéke fajonként jelentősen eltérhet, de ez a komplex és globális érintettség lehetőséget nyújt arra, hogy az éghajlatingadozás jelenlegi, számos bizonytalansággal terhelt szakaszában különböző élőszervezetek – s nem kizárólag a leginkább vizsgált gazdasági növények – fenológiai vagy bioklimatológiai elemzése segítségével információkat gyűjtsünk az éghajlati rendszer változékonyságáról és hatásairól. Egy viszonylag kevésbé vizsgált terület a vadon termő, fás szárú növényekre gyakorolt éghajlati hatás számszerűsítése.

A várható éghajlati hatások tekintetében is vannak figyelembe vehető analógiák. *Sukopp* és *Wurzel* (2000) szerint, mivel az európai nagyvárosok vegetációja jól dokumentált és a hőmérsékletemelkedési tendencia jellemzője e területeknek, ezért a belvárosi körzetek mikroklimatikus viszonyai (alacsony légnedvesség, magas léghőmérséklet) alkalmasak a globális felmelegedés szimulációjára. Számos faj, köztük az akác hőmérsékletemelkedésre adott reakciója válik így tanulmányozhatóvá, szem előtt tartva, hogy a körülmények sok tekintetben eltérnek a természetes termőhelyi viszonyoktól.

Az akác egyike a kevés rizobiális N-kötésre képes, fagynak kitett területeken előforduló fás növénynek. Hasznosítása sokrétű: faanyag, lombozata takarmány, mézelő növény (főként hazánkban), elhagyott felszíni fejtések rehabilitációjára alkalmas, erdőgazdaságilag hasznosítható és köztes természetben is figyelembe vehető (*Hanover* és *Mebrahtu* 1991), továbbá erózió elleni védelemre és megújuló energiaforrásként is használható (*Barrett et al.* 1990). *Xu et al.* (2004) a hőmérséklet, a sugárzás és a csapadék hatását vizsgálták az akác virágzásának kezdetére. A hőmérséklet befolyása volt a legerősebb. A termikus elemek értékének növekedése gyorsította, a leggyengébb összefüggést mutató csapadék növekedése lassította a fejlődést. A tél végi, tavaszi, a virágzást megelőző 20–80 napos időszak hőmérséklete volt a leginkább meghatározó. *Lu et al.* (2006) elemzése is azt mutatták, hogy a virágzás az azt közvetlenül megelőző időszak átlaghőmérsékleteire a legérzékenyebb. A hőmérsékleti viszonyok módosulása a 20. század második felében erőteljesebben jelentkezett a téli és kora tavaszi időszakban, mint késő tavasszal és kora nyáron, ezért nagyobb változásokat tudtak kimutatni a korábban virágzó fajknál. Az akác évtizedenként 1,5–2 nappal virágzott korábban.

Ezzel megegyezően *Walkovszky* (1998) is a virágzás erős hőmérsékleti meghatározottságát észlelte. A március közepe és május közepe közötti átlagos tavaszi hőmérséklet és az akác virágzása közötti szoros kapcsolatot felismerve és több évtizedes, párhuzamos adatsorok segítségével számszerűsítve az akác fenológiai adatai segítségével 0,2 Celsius fokos pontossággal képes volt megbecsülni a tavaszi átlaghőmérsékletet. Ezáltal az akácot mint bioindikátort használta a környezeti (hőmérsékleti) viszonyok jelzésére. *Chmielewski et al.* (2005) szerint is a fás szárú évelők várhatóan a tavaszi és a nyári fenofázisaikkal reagálnak a legérzékenyebben az éghajlati viszonyok változásaira, s különösen a korábbi tavaszi lombosodás és virágzás valószínűsíthető. 2050-re a szerzők a fenofázisok akár több héttel korábbi bekövetkezését is elképzelhetőnek tartják.

Az őszi fenofázisok kisebb változásai miatt *Chmielewski et al.* (2005) a vegetációs időszak meghosszabbodását valószínűsítik. Viszont más környezeti (meteorológiai) hatások is befolyásolhatják ezt az összefüggést. Például, ha nagyobb aszálygyakoriság is jelentkezik, akkor a lomb elszíneződése, s lehullása szintén több héttel korábban jelentkezhet, s így a vegetációs periódus nem meghosszabbodik, csupán előbbre tolódik.

Ennél drasztikusabb változások csak hosszabb idő alatt mennek végbe, köszönhetően e fajok több évtizedes élettartamának. *He et al.* (2005) vizsgálatai szerint a felmelegedés fás szárú vegetációra gyakorolt hatásai az elterjedési terület szegélyén jelentkeznek a legnyilvánvalóbban. Ilyen szempontból is érdekes lehet elemezni e meleget kedvelő, szőlőéhez hasonló éghajlatigényű (*Murray et al.* 1989, www.hungarobinia.hu) növény fenológiai adatairaiban fellelhető anomáliákat.

Yang et al. (2006) szerint a legvalószínűbbnek tartott éghajlatváltozási scenáriók hőmérséklet- és csapadékviszonyai kedvezőtlennek tűnnek az akác növekedése szempontjából, bár a szén-dioxid hatása akár ellensúlyozhatja is azokat. Különösen kedvező, hogy a magasabb szén-dioxid szint növeli az akácgyökerek mikorrhizák általi kolonizációját. Az ilyen, szimbiózisban élő fiatal növények biomassza-termelése, gumóképződése, N- és P-tartalma és gyökereinek N-megkötő képessége egyaránt megnő (*Olesniewicz és Thomas* 1999). Ez a magasabb szén-dioxid szint melletti jó nitrogénfelvétel fontos előnye az akácnak a nitrogén-fixálásra képtelen fajokkal szemben (*Dyckmans* 2006).

Másfelől maga az akác is mérsékelheti az éghajlatváltozás ütemét, hiszen 20 t/ha körüli biomasszát produkálva termelése csökkenti a szén-dioxid kibocsátást és a fosszilis energiahordozóktól való függőséget (*Candilo et al.* 2004). Szélvédő erdősavként telepítve pedig, különösen száraz években, csökkenti a termésveszteségeket – például őszi árpa esetén (*Miloserdov* 1989).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az akácfejlődés bioklimatológiai jellemzőinek vizsgálatához a Nyugat-magyarországi Egyetem mosonmagyaróvári Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karának agroklimatológiai adatbankját használtuk fel. Az adatbank az Országos Meteorológiai Szolgálat meteorológiai megfigyelő hálózata és az Országos Fajtaminősítő Intézet – a

mai Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal – fenológiai megfigyelő hálózata által mért meteorológiai és fenológiai adatokat tartalmazza.

Az elemzés az 1984 és 1997 közötti 14 esztendő 7 állomáson (Badacsony, Eger, Kaposvár, Mosonmagyaróvár, Pápa, Szeged, Tiszaroff) észlelt fenológiai adataira és a hozzájuk rendelhető közeli, hasonló természetföldrajzi adottságok mellett gyűjtött (a fenológiai állomások fenti sorrendjének megfelelően a meteorológiai adatok származási helyei: Zalaegerszeg, Kompolt, Iregszemcse, Mosonmagyaróvár, Győr, Szeged, Szolnok) mért és számított napi termikus meteorológiai adatokra épül. A növények fejlődésével az adott időszak átlaghőmérsékletét, pozitív hőmérsékleti összegét, napfénytartam összegét és globálsugárzás összegét – illetve a később bemutatandó indexeket – hoztuk összefüggésbe. Az egyes fenológiai időpontok naptári dátumait az év napjainak a sorszámvá alakítottuk oly módon, hogy a napok sorszámozását minden esetben január 1-től kezdtük és folyamatosan sorszámoztuk az év végéig, azaz normál évben december 31. az év 365. napja, szökőévben pedig a 366. napja lett. Ez lehetővé tette, hogy a fenofázisok dátumai segítségével meghatározzuk a fázisidő hosszát, s ennek a meteorológiai elemekkel való kapcsolatát elemezzük:

$$n = F_2 - F_1 = f(m_1, m_2, \dots, m_k) \quad (1)$$

ahol n a fázisidő hossza napokban, F_1 és F_2 pedig az egymás utáni fenofázisok bekövetkezésének az időpontjai, az m_1, m_2, \dots, m_k pedig az egyes meteorológiai elemeket jelölik. A fenofázis tartamából az átlagos fejlődési ütemet úgy számíthatjuk, hogy az n nappól álló fázisidő egy napra eső hányadát ($1/n$) vesszük, ugyanis, ha ezt n napon át összegezzük, abban az esetben:

$$\sum \frac{1}{n} = \left(\frac{1}{n}\right)_1 + \left(\frac{1}{n}\right)_2 + \dots + \left(\frac{1}{n}\right)_n = n \frac{1}{n} = 1 \quad (2)$$

és akkor bekövetkezik az újabb fenofázis. Ezt a napi átlagos fejlődési ütemet ugyancsak összefüggésbe lehet hozni a meteorológiai elemekkel, azaz

$$\frac{1}{n} = f(m_1, m_2, \dots, m_k) \quad (3)$$

Az (1) és (3) egyenletbe foglalt meteorológiai hatásfüggvényeket először egyetlen elem alapján határoztuk meg, majd a legerősebb összefüggést mutató elemeket indexként egybe foglaltuk. A használt indexek (fototermikus index, radiotermikus index) bemutatása az Eredmények fejezetben történik.

A matematikai-statisztikai elemzésekhez Excel 2003 és Statistica 6.0 szoftvereket, a területi változékonyságot megjelenítő térképek megrajzolásához pedig ArcView 9.1 szoftvert használtunk.

EREDMÉNYEK

AZ AKÁC FENOFÁZISAINAK STATISZTIKAI JELLEMZŐI

Az 1. táblázat az akác fenológiai jelenségeinek legkorábbi, átlagos és legkésőbbi bekövetkezési időpontját, illetve a fenológiai fázisok legrövidebb, átlagos és leghosszabb tartamát mutatja be állomásonként az 1984–1997-es időszak adatai alapján.

A lombosodás átlagosan kb. két hetes ingadozással kezdődik meg az egész országban; a Dunántúlon és az Alföldön április második felében, míg az északkeleti országrészben május elején várható legvalószínűbben a lombosodás kezdete. Az akác levélképződése legkorábban március végén, legkésőbb május közepén várható a vizsgált időszak adatai alapján. Tendenciaszerűen e statisztikai jellemzőkben kimutathatók a földrajzi fekvés által kiváltott fenológiai különbségek – a déli területeket korábbi, az északiakat későbbi lombosodási dátumok jellemzik e tekintetben is.



1. térkép Az akácvirágzás kezdete átlagos kezdőnapjának sorszáma (1984–1997)

Map 1. Average date of flowering of black locust (ordinal number of day of year, 1984–1997)

A virágzás átlagos kezdési időpontja országosan nem egészen 10 napos különbségeket mutat; május közepén számíthatunk egy átlagos évben ennek bekövetkeztére. E fenofázis bekövetkezési idejének a földrajzi szélességtől (és ezáltal a hőmérséklettől) való függését jól szemlélteti az 1. térkép. Az állomások viszonylag kis száma miatt természetesen csak jelzésértékűek a térképen bemutatott anomáliák. A térképről leolvasható területi elrendeződés egybecseng Walkovszky (1998) és Chmielewski *et al.* (2005) megállapításával a fás szárú évelők virág-

zásának fokozott hőmérsékleti érzékenységről. Előfordult a 20. század végén olyan év is, amikor már április végén, s olyan is, amikor csak június elején kezdődött meg a virágzás. A lombhullás átlagosan október közepétől november elejéig várható, – több mint három hetes az országon belüli területi eltérés – de szeptember közepétől november második feléig van esély az előfordulására. E fenológiai jelenség bekövetkezése az ország középső részén várható a legkésőbb, s északra, illetve dél felé haladva korábbi lombhullásra számíthatunk.

I. táblázat Az akác fenológiai jelenségeinek és fázisstartamainak statisztikája (1984–1997)

Table 1. Statistics of phenological events and phenophases of black locust (1984–1997)

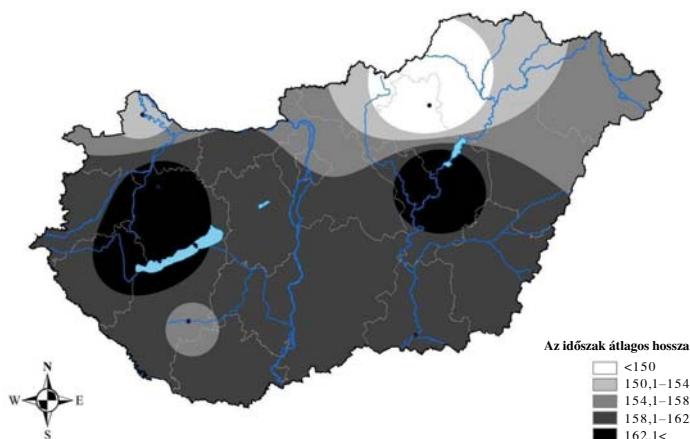
(1) station, (2) date of phenological event in Julian day, (3) leafing, (4) flowering,

(5) leaf fall, (6) average, (7) length of phenophase, (8) leafing–flowering,

(9) flowering–leaf fall, (10) growth season

Állomás (1)	A fenológiai jelenség bekövetkezési napjának sorszáma (2)								
	Lombosodás (3)			Virágzás kezdete (4)			Lombhullás (5)		
	min	átlag (6)	max	min	átlag	max	min	átlag	max
Badacsony	101	118	135	129	137	149	285	302	316
Eger	113	125	136	131	141	153	257	282	303
Kaposvár	90	109	126	123	134	149	280	291	315
Mosonmagyaróvár	109	120	130	127	138	150	268	289	324
Pápa	107	121	130	131	140	156	277	305	315
Szeged	100	117	130	113	133	147	275	292	309
Tiszaróff	97	117	136	124	137	150	293	305	317
Állomás	Fenofázis hossza (7)								
	Lombosodás–virágzás kezdete (8)			Virágzás kezdete–lombhullás (9)			Vegetációs periódus (10)		
	min	átlag	max	min	átlag	max	min	átlag	max
Badacsony	10	19	29	139	165	183	150	184	202
Eger	8	16	21	110	141	160	126	157	178
Kaposvár	13	26	44	138	157	183	163	183	216
Mosonmagyaróvár	10	18	31	136	151	185	147	169	201
Pápa	7	19	30	128	165	177	148	184	205
Szeged	8	16	27	146	159	169	157	175	187
Tiszaróff	8	20	34	143	168	185	157	188	208

A fenológiai jelenségek bekövetkezési időpontjának következményeként, amint az az *I. táblázat* alsó felének utolsó oszlopaiban látható, az akác lombosodástól lombhullásig terjedő aktív időszaka az ország középső megyéiben a leghosszabb, délen rövidebb, az északi hűvösebb vidékeken pedig a legrövidebb. A különbség sokévi átlagban az 1 hónapot is meghaladhatja; az akác aktív időszaka átlagosan 5–6 hónapig tart, de Hevesben előfordult alig 4 hónapos, míg a Közép-Dunántúlon 7 hónapot meghaladó vegetációs időszak is. A tenyészidőszak virágzásig terjedő első fele átlagosan 2–4 hetes (16–26 nap), a virágzással kezdődő második szakasz pedig általában 5 hónap körüli (141–168 nap) hosszúságú, a teljes vegetációs periódust is jellemző területi anomáliákkal, azaz alapvetően a középső területek hosszabb fázisaival és kisebb déli és főként északi értékekkel (*2. térkép*).



2. térkép Az akác virágzás–lombhullás kezdete fenofázisának átlagos hossza (nap, 1984–1997)
 Map 2. Average length of flowering–leaf fall phenophase of black locust (days, 1984–1997)

Vizsgáltuk az akác fenológiai jelenségek bekövetkezési dátumainak és fázisstartamainak tendenciózus, az éghajlatváltozással összefüggésbe hozható lineáris megváltozását (korábbi vagy későbbi időpontra tolódását, illetve rövidülését vagy hosszabbá válását) is. A 7 megfigyelőhely állomásonkénti 6 (lombosodás, virágzás, lombhullás időpontja, illetve a lombosodás–virágzás, virágzás–lombhullás és a vegetációs periódus hossza), mindösszesen 42 jellemzőjét elemezve az esetek csaknem 30%-ában tudtunk különböző (közte egészen erős) szinten szignifikáns összefüggést kimutatni. A fenológiai jelenségek időpontját tekintve az akác lombhullása Mosonmagyaróváron 1984 és 1997 között 1%-os szignifikancia szinten igazolhatóan – évenként 2,7 nappal – korábban következett be, míg Szegeden a lombosodás ideje tolodott előbbre évente 1,2 nappal – 10%-os szignifikancia szinten. Badacsonyban ($P = 2\%$), Kaposváron ($P = 10\%$) és Tiszaroffon ($P = 10\%$) a lombhullás későbbre tolódása volt észlelhető évenként 1–1,3 nappal. A fázisstartamok vonatkozásában Szegeden a lombosodás–virágzás fenofázis hossza évente 1 nappal ($P = 1\%$), a virágzás–lombhullásé évente 0,8 nappal ($P = 10\%$), a tenyészidőszaké pedig 1,8 nappal ($P = 0,1\%$) nőtt. Badacsonyban a virágzás–lombhullás szakasz és a vegetációs periódus évente 2 napos meghosszabbodása volt 2%-os, illetve 5%-os szinten kimutatható. Mosonmagyaróváron viszont ugyanezen fenológiai időszakok évenkénti 2,3–2,7 napos rövidülése bizonyult 1%-os szinten szignifikáns összefüggésnek. A 42-ből 12 szignifikáns összefüggés alátámasztani látszik *Walkovszky* (1998) megállapítását az akác bioindikátorként való felhasználhatóságáról.

AZ AKÁC FENOLÓGIAI FÁZISSTARTAMAIT JELLEMZŐ TERMIKUS METEOROLÓGIAI VISZONYOK

A 2. táblázat az akác fenológiai szakaszait jellemző termikus viszonyok átlagos és szélsőséges alakulását mutatja be. Az akác vegetációs periódusának átlaghőmérséklete 16,3–18,1 °C között van, s a területi eloszlást inkább a vegetációs periódus hossza, mint a földrajzi szélesség befolyásolja.

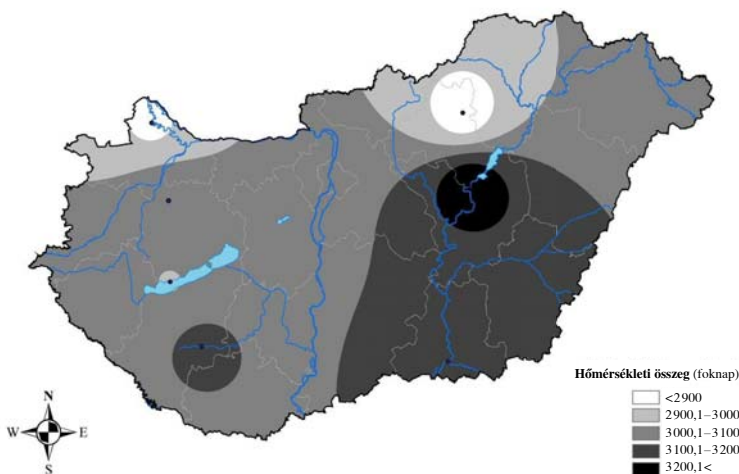
2. táblázat Az akác fenológiai fázisstartamait jellemző meteorológiai értékek statisztikája (1984–1997)

Table 2. Statistics of meteorological conditions during phenophases of black locust (1984–1997)

(1) leafing–flowering, (2) station, (3) average temperature, (4) sum of positive temperatures, (5) sum of sunshine duration, (6) sum of global radiation, (7) average, (8) flowering–leaf fall, (9) growth season

Állomás (2)	Átlaghőmérséklet (°C) (3)			Pozitív hőmérsékleti összeg (foknap) (4)			Napfénytartam (óra) (5)			Globálisugárzás összeg (MJ/m ²) (6)		
	min	átlag (7)	max	min	átlag	max	min	átlag	max	min	átlag	max
Lombosodás–virágzás kezdete (1)												
Badacsony	11,0	13,9	16,6	163	253	331	75	130	202	202	333	477
Eger	12,6	15,7	18,1	127	247	323	68	114	174	171	291	389
Kaposvár	10,6	13,8	18,7	243	336	466	116	170	256	290	432	713
Mosonmagyaróvár	10,4	14,3	17,9	146	251	407	74	132	201	215	329	540
Pápa	11,8	15,0	18,8	132	274	408	79	142	208	165	352	526
Szeged	12,3	15,5	18,9	118	248	392	22	115	197	111	289	489
Tiszaroff	12,1	15,2	18,6	65	300	484	73	141	238	176	356	575
Virágzás kezdete–lombhullás (8)												
Badacsony	15,7	16,6	17,8	2302	2743	3083	951	1200	1363	2354	2793	3076
Eger	16,6	18,4	20,5	2131	2593	3012	995	1102	1260	2259	2553	2868
Kaposvár	17,0	17,8	18,8	2376	2785	3190	987	1210	1393	2361	2794	3114
Mosonmagyaróvár	14,9	17,5	20,0	2433	2629	2817	987	1168	1336	2407	2681	2958
Pápa	15,8	17,0	17,9	2230	2804	3134	982	1274	1442	2322	2832	3109
Szeged	16,9	18,3	19,6	2711	2902	3238	1117	1253	1387	2714	2879	3080
Tiszaroff	16,6	17,8	18,5	2565	2972	3334	1136	1326	1524	2585	2936	3254
Vegetációs periódus (9)												
Badacsony	15,2	16,3	17,3	2465	2996	3352	1027	1330	1515	2556	3126	3485
Eger	16,4	18,1	20,0	2335	2840	3306	1077	1216	1397	2506	2843	3195
Kaposvár	16,3	17,1	18,3	2681	3122	3608	1190	1380	1626	2898	3227	3676
Mosonm.óvár	14,9	17,1	19,1	2660	2881	3108	1143	1300	1442	2799	3009	3205
Pápa	16,0	16,7	17,7	2513	3078	3375	1098	1417	1617	2657	3184	3515
Szeged	16,6	18,0	19,4	2829	3151	3503	1177	1367	1479	2825	3167	3368
Tiszaroff	16,4	17,5	18,2	2818	3273	3662	1291	1467	1660	2872	3291	3677

A vizsgált 14 év során észleltek 14,9 °C-os, de 20,0 °C-os átlaghőmérsékletű vegetációs periódust is. Ez utóbbi – egri – szélsőérték is döntően annak tulajdonítható, hogy Heves megyében a hűvös idő jelentősen lerövidíti az aktív vegetációs időszakot, amely ilyen módon az év melegebb periódusára tolódik el. Ezt támasztja alá az is, hogy a tenyészidőszak hőmérsékleti összegének minimuma 2840 foknapos értékkel pontosan ezen a területen található, a legmagasabb vegetációs periódus alatti hőmérsékleti összeg érték (Tiszaroff: 3273 foknap) pedig a leghosszabb vegetációs periódus esetén adódott.



3. térkép Az akác vegetációs periódusának pozitív hőmérsékleti összege (foknap, 1984–1997)
 Map 3. Sum of positive temperatures of black locust growth season (degree days, 1984–1997)

A vegetációs periódusbeli összeg jellegű sugárzási elemeknél is hasonló területi eloszlás rajzolódik ki: a minimum (napfénytartam összeg: 1216 óra, globálsugárzás összeg: 2843 MJ/m²) Egerhez köthető, a maximum (napfénytartam összeg: 1467 óra, globálsugárzás összeg: 3291 MJ/m²) pedig Tiszaroffhoz, ahogy ez a 2. táblázat alsó harmadából leolvasható. Az összességű meteorológiai elemek magasabb értékeiben a hosszabb vegetációs periódus hatása mellett csak kisebb súllyal esik latba a déli fekvés befolyása; ezt jól mutatják a viszonylag alacsony szegedi értékek (3. térkép). A térkép által bemutatott kép az állomások kis száma miatt természetesen ebben az esetben is vázaltszerű. Országos összehasonlításban a termikus meteorológiai elemek területi ingadozása – akár ezen elemek átlagos, akár szélső értékeit tekintjük – viszonylag alacsony, ±10%-on belül marad az átlaghoz képest, mind a vegetációs periódus egészében, mind a virágzás–lombhullás időszakban. A kezdeti fejlődés időszakában viszont jelentősebb területi ingadozások tapasztalhatók. Az egész vegetációs periódust jellemző meteorológiai értékek esetén tapasztalt összefüggések és területi anomáliák meglehetősen hasonlóan alakulnak a virágzás kezdete–lombhullás vegetációs részidőszakra is (2. táblázat középső harmada), ami nem meglepő, hiszen az átlagosan 5–6 hónap hosszúságú virágzás kezdete–lombhullás szakasz viszonyai határozzák meg leginkább

a teljes lombos időszak jellemzőit. E fenológiai fázis átlaghőmérséklete országosan 0,3–0,7 °C-kal magasabb, mint a teljes tenyészidőszaké (Badacsony: 16,6 °C, Eger 18,4 °C). A virágzás utáni vegetációs időszak összszerű termikus jellemzői a teljes időszak értékeinek kb. 90%-át teszik ki, ez is jelzi ezen időszak meghatározó súlyát. E meteorológiai elemek területileg csaknem teljesen a vegetációs periódusnál tapasztaltnál azonosan adódó minimumai (Eger) és maximumai (Tiszaroff) a hőmérsékleti összeg esetén 2593 és 2972 foknap, napfénytartam összegnél 1102 és 1326 óra, illetve globálsugárzás összegnél 2553 és 2936 MJ/m².

A lombosodás–virágzás kezdete fenofázis átlaghőmérséklete általában 2–3 °C-kal alacsonyabb a teljes vegetációs időszakénál. A tenyészidőszak első fele átlagosan Egerben a legmelegebb, Kaposváron a leghűvösebb (15,7 °C, illetve 13,8 °C, 2. táblázat felső része). A vegetációs periódus első rövid része az ország középső területein hosszabb (kaposvári maximummal), az északi és déli fekvésű állomásokon rövidebb. Ez determinálja az összszerű termikus elemek területi alakulását, melyeknek átlagos értékei 247–336 foknap, 114–170 óra, illetve 289–432 MJ/m² tartományban mozognak a hőmérsékleti összeg, a napfénytartam összeg, illetve a globálsugárzás összeg esetén.

Az akác fázisartamait jellemző termikus meteorológiai viszonyok időbeli menetét – lineáris változásokat feltételezve – is vizsgáltuk. Ilyen – éghajlati léptékben – viszonylag rövid időszak alatt bonyolultabb (nem-lineáris) időbeli menetet feltételezni nem láttuk célszerűnek. A 7 állomás három fenológiai időszaka (lombosodás–virágzás, virágzás–lombhullás és a vegetációs periódus) alatti átlaghőmérséklet, hőmérsékleti összeg, napfénytartam összeg és globálsugárzás összeg értékek időbeli alakulása segítségével próbáltunk tendenciózus változásokat detektálni. Az akác indikátornövényként való használhatóságát jellemzi, hogy a mindösszesen 84 összefüggés vizsgálatból 1%-os szinten szignifikáns 3, 2%-os szinten szignifikáns 3, 5%-os szinten szignifikáns 2, 10%-os szinten igazolható szignifikáns összefüggés pedig 11 volt található, s ezzel a vizsgált összefüggések több mint 22%-a esetén kimutatható volt tendenciózus időbeli változás a 20. század végén. Ez az arány meghaladja a többi vadon termő növény esetében tapasztaltakat. A szignifikáns összefüggések listáját a 3. táblázat tartalmazza. Látható, hogy a szignifikáns változások nagy része az adott termikus elem értékének emelkedését jelenti. Az anomáliák viszonylag jelentősnek mondhatók: az átlaghőmérséklet 10 évre vetített emelkedési mértéke 1,9–2,0 °C között mozog, a hőmérsékleti összeg 65–277 foknapos évtizedenkénti emelkedést mutat, a globálsugárzás változása tízévente -160–253 MJ/m², a napfénytartam pedig 45–83 óra. Megjegyezzük, hogy ezek a változások különböző fenofázisokra, azaz eltérő hosszúságú naptári időszakokra vonatkoznak.

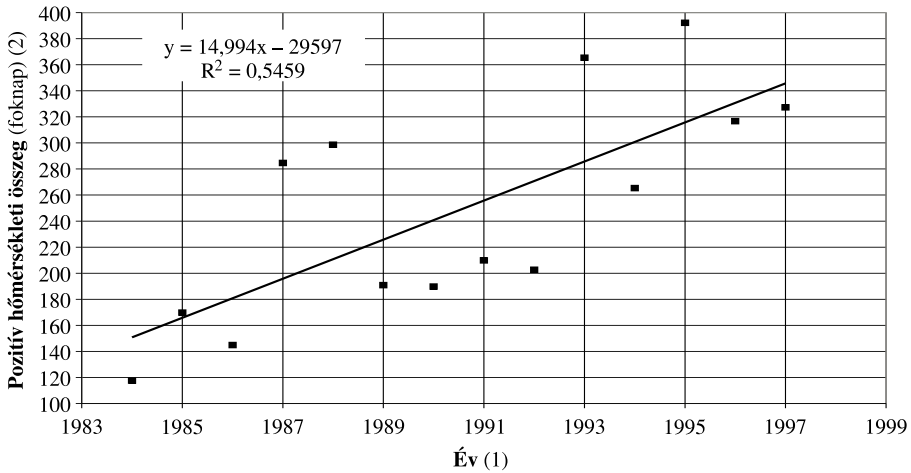
Legtöbbször a vegetációs periódus egészében volt a véletlent – a vizsgált szinteken – meghaladó mértékű emelkedés, az erre az időszakra vonatkozó vizsgálatok 29%-a (8/28) szignifikáns változást mutatott. A lombosodás–virágzás tavaszi fenofázisára vonatkozó elemzések 25%-a (7/28) is pozitív eredményt hozott. A nyári és az őszi időszakot lefedő virágzás–lombhullás időszak alatt viszont már csak ritkábban találtunk bizonyítható meteorológiai elemérték változást (4/28 = 14%). Az elemek tekintetében elmondható, hogy közel azonos számú hőmérsékleti, illetve sugárzási elemet érintő változást tudunk bizonyítani. Területileg változatos és kiegyenlített a kép, a 7-ből 6 állomás esetén volt szignifikáns trend. Az 1. ábra egy hőmérsékleti elem 1%-os szinten szignifikáns megváltozását mutatja be Szegeden.

3. táblázat Az akác fenológiai fázisai alatti meteorológiai viszonyok megváltozása az 1984–1997 közötti időszakban
– szignifikáns lineáris összefüggés-vizsgálatok listája

Table 3. Change of meteorological conditions during phenophases of black locust during 1984–1997
– list of significant linear relationships

- (1) probability level (%), (2) station, (3) phenophase, (4) meteorological element, (5) type of change, (6) change/10 years,
(7) leafing–flowering, (8) flowering–leaf fall, (9) growth season, (10) sum of positive temperatures, (11) sum of sunshine duration,
(12) sum of global radiation, (13) average temperature, (14) increasing, (15) decreasing

Valószínűségi szint (%) (1)	Állomás (2)	Fenofázis (3)	Meteorológiai elem (4)	Változás típusa (5)	Évtizedenkénti változás (6)
1	Szeged	Lombosodás–virágzás kezdete (7)	Pozitív hőmérsékleti összeg (10)	Növekvő (14)	150 fokbanap
1	Szeged	Lombosodás–virágzás kezdete	Napfénytartam (11)	Növekvő	83 óra
1	Szeged	Lombosodás–virágzás kezdete	Globálsugárzás összege (12)	Növekvő	187 MJ/m ²
2	Mosonmagyaróvár	Virágzás kezdete–lombhullás (8)	Átlaghőmérséklet (13)	Növekvő	2,0 °C
2	Mosonmagyaróvár	Vegetációs periódus (9)	Átlaghőmérséklet	Növekvő	1,9 °C
2	Szeged	Vegetációs periódus	Pozitív hőmérsékleti összeg	Növekvő	258 fokbanap
5	Eger	Lombosodás–virágzás kezdete	Napfénytartam	Növekvő	45 óra
5	Mosonmagyaróvár	Vegetációs periódus	Globálsugárzás összege	Csökkenő (15)	160 MJ/m ²
10	Badacsony	Virágzás kezdete–lombhullás	Pozitív hőmérsékleti összeg	Növekvő	251 fokbanap
10	Badacsony	Vegetációs periódus	Pozitív hőmérsékleti összeg	Növekvő	260 fokbanap
10	Badacsony	Virágzás kezdete–lombhullás	Globálsugárzás összege	Növekvő	236 MJ/m ²
10	Badacsony	Vegetációs periódus	Globálsugárzás összege	Növekvő	253 MJ/m ²
10	Eger	Lombosodás–virágzás kezdete	Pozitív hőmérsékleti összeg	Növekvő	65 fokbanap
10	Eger	Vegetációs periódus	Pozitív hőmérsékleti összeg	Növekvő	277 fokbanap
10	Eger	Vegetációs periódus	Globálsugárzás összege	Növekvő	80 MJ/m ²
10	Kaposvár	Virágzás kezdete–lombhullás	Pozitív hőmérsékleti összeg	Növekvő	229 fokbanap
10	Kaposvár	Vegetációs periódus	Pozitív hőmérsékleti összeg	Növekvő	250 fokbanap
10	Szeged	Vegetációs periódus	Globálsugárzás összege	Növekvő	194 MJ/m ²
10	Tiszaróff	Lombosodás–virágzás kezdete	Napfénytartam	Növekvő	57 óra



1. ábra Az akác lombosodás–virágzás kezdete időszakának hőmérsékleti összegében megnyilvánuló időbeli trend Szegeden 1984–1997 között

Figure 1. Temporal trend of positive temperature sums of leafing–flowering phenophase in Szeged during 1984–1997

(1) years, (2) positive temperature sum of leafing–flowering phenophase of black locust (degree days)

A TERMIKUS METEOROLÓGIAI TÉNYEZŐK HATÁSA AZ AKÁC FEJLŐDÉSÉRE

A meteorológiai tényezők hatása a fenofázisok tartamára

Vizsgáltuk a fentiekben említett termikus elemek, illetve az ezekből képzett kettő termikus index hatását az akác fenofázisainak hosszára. Az összefüggések szorosságát jellemző r -értékeket a 4. táblázat foglalja össze. A lombosodás–virágzás időszakban – *Chmielewski et al.* (2005) megállapításával egybehangzóan – az átlaghőmérséklet kivételével a másik három termikus elem nagyon erősen, csaknem minden esetben a legmagasabb vizsgált szinten szignifikánsan befolyásolta a fázisidő tartamát. A 2. ábra Pápa esetén mutatja be a globálsugárzás rendkívül erős hatását az akác kezdeti fejlődésére. A virágzás kezdete és a lombhullás közötti időszakban, valamint a teljes vegetáció periódusban viszont már szinte minden elemnél a nem, vagy csak gyengén szignifikáns összefüggések kerültek túlsúlyba. Ezért vizsgáltuk meg két olyan indexnek az akácfejlődés egyértelmű meghatározására való alkalmasságát, melyek a hőmérsékleti és sugárzási elemek befolyását együttesen képesek kifejezni. A fototermikus index az adott időszak átlaghőmérsékletének és napfénytartam-összegének hányadosa, míg a radiotermikus index az adott időszak átlaghőmérsékletének és fotoszintetikus aktív sugárzás (a globálsugárzás fele) összegének elosztásával szám-szerűsíthető. A 4. táblázat utolsó két oszlopa mutatja be ezen indexek fázisidő tartamra gyakorolt hatásának szorosságát. Látható, hogy a fototermikus index is csak a kezdeti fejlődés időszakában ad mindenhol egyértelműen jó eredményeket, a radiotermikus index alakulása viszont szinte minden esetben (helyen és időszakban) a legszorosabb befolyást mutatja a növények fejlődésére.

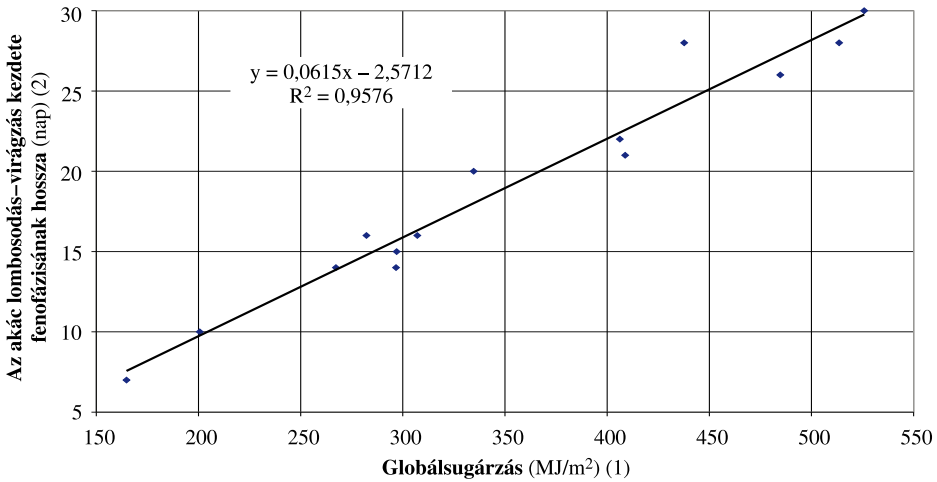
4. táblázat Termikus meteorológiai tényezőknek az akác fázisstartamaira gyakorolt hatása (szignifikáns lineáris összefüggések r-értékei, 1984–1997)

Table 4. Effect of thermal elements on length of phenophases of black locust (r-value of significant linear relationships, 1984–1997)

(1) leafing-flowering, (2) station, (3) average temperature, (4) sum of positive temperatures, (5) sum of sunshine duration, (6) sum of global radiation, (7) photothermal index, (8) radiothermal index, (9) flowering-leaf fall, (10) growth season, (11) probability level

Állomás (2)	Lombosodás–virágzás kezdete (1)									
	Átlaghőmérséklet (°C) (3)	Posztív hőmérsékleti összeg (foknap) (4)	Napfénytartam (óra) (5)	Globálisugárzás (MJ/m ²) (6)	Fototermikus index (7)	Radiotermikus index (8)				
Badacsony	<u>0,947</u>	<u>0,957</u>	<u>0,818</u>	<u>0,970</u>	<u>0,917</u>	<u>0,973</u>				
Eger		<u>0,832</u>	0,582	<u>0,860</u>	<u>0,809</u>	<u>0,941</u>				
Kaposvár	<u>0,857</u>	<u>0,932</u>	<u>0,864</u>	<u>0,964</u>	<u>0,928</u>	<u>0,932</u>				
Mosonmagyaróvár	0,602	<u>0,938</u>	<u>0,873</u>	<u>0,978</u>	<u>0,901</u>	<u>0,916</u>				
Pápa	<u>0,872</u>	<u>0,958</u>	<u>0,903</u>	<u>0,979</u>	<u>0,914</u>	<u>0,919</u>				
Szeged		<u>0,938</u>	<u>0,840</u>	<u>0,950</u>	<u>0,653</u>	<u>0,897</u>				
Tiszaróff	<u>0,772</u>	<u>0,918</u>	<u>0,780</u>	<u>0,939</u>	<u>0,864</u>	<u>0,924</u>				
Virágzás kezdete–lombhullás (9)										
Badacsony		<u>0,878</u>	<u>0,723</u>	<u>0,865</u>	<u>0,801</u>	<u>0,873</u>				
Eger	0,565	<u>0,832</u>		<u>0,669</u>	<u>0,763</u>	<u>0,893</u>				
Kaposvár		<u>0,912</u>	<u>0,709</u>	<u>0,851</u>	<u>0,754</u>	<u>0,839</u>				
Mosonmagyaróvár				0,479	<u>0,835</u>	<u>0,900</u>				
Pápa		<u>0,903</u>	<u>0,849</u>	<u>0,880</u>	<u>0,871</u>	<u>0,892</u>				
Szeged	0,567					<u>0,742</u>				
Tiszaróff		<u>0,778</u>	0,587	<u>0,729</u>	<u>0,690</u>	<u>0,796</u>				
Vegetációs periódus (10)										
Badacsony		<u>0,870</u>	<u>0,710</u>	<u>0,877</u>	<u>0,823</u>	<u>0,911</u>				
Eger	0,499	<u>0,838</u>		<u>0,693</u>	<u>0,769</u>	<u>0,917</u>				
Kaposvár		<u>0,892</u>	0,517	<u>0,815</u>	<u>0,672</u>	<u>0,906</u>				
Mosonmagyaróvár		0,527			<u>0,785</u>	<u>0,931</u>				
Pápa		<u>0,902</u>	<u>0,768</u>	<u>0,862</u>	<u>0,828</u>	<u>0,902</u>				
Szeged		0,596				<u>0,781</u>				
Tiszaróff		<u>0,820</u>	0,566	<u>0,778</u>	<u>0,759</u>	<u>0,872</u>				

Valószínűségi szint (11): **0,958**: $P < 0,1\%$, **0,658**: $P < 1\%$, **0,608**: $P < 2\%$, **0,558**: $P < 5\%$, **0,458**: $P < 10\%$



2. ábra A globálsugárzás összeg hatása az akác lombosodás–virágzás kezdete időszakának fázisartamára Pápán 1984–1997 között

Figure 2. Effect of global radiation sum on length of leafing–flowering phenophase in Pápa during 1984–1997

(1) sum of global radiation (MJ/m²), (2) length of leafing–flowering phenophase of black locust (days)

Az 5. táblázatban a lineáris összefüggések b-értékeit (regressziós együtthatóit), azaz az egységnyi meteorológiai tényező változásra eső fázisartam módosulást jelentettük meg. Jelöltük azt is, hogy a változások milyen mértékű szignifikáns kapcsolat esetén adódtak. Minél erősebben szignifikáns egy kapcsolat, b-értéke annál megbízhatóbban informál a fejlődési időszak megváltozásának mértékéről. Az értékelést a legalább 2%-os szinten szignifikáns összefüggésekre alapoztuk. Mivel az átlaghőmérséklet általában csak gyengébben befolyásolta a fázisartamokat, ezért erre az elemre inkább csak tájékoztató jellegű értékeket tudunk megadni. Az átlaghőmérséklet 1 fokos emelkedése a lombosodás–virágzás szakaszt hozzávetőlegesen 3 nappal, a virágzás–lombhullás fenofázist 8 nappal, a teljes vegetációs periódust pedig 10 nappal rövidítette le. A rendelkezésre álló adatok alapján 100 foknapos hőmérsékletiösszeg-emelkedés hatása a vegetációs periódus első szakaszában 6–12 napos, a második szakaszban 5 napos, a teljes tenyészidőszakban szintén 5–6 napos fázisartam növekedés, állomástól függően. 100-zal több napsütéses óra az 1. szakaszban 10–19 nappal, a 2. szakaszban kb. 7–9 nappal, a vegetációs periódus egészében 8–9 nappal nyújtja meg az akác aktív időszakát, viszonylag kevés erősen szignifikáns eredmény alapján. 100 MJ/m²-es energiatöbblet a virágzásig 5–7 napos, azután 4–6 napos, a vegetációs periódusban pedig 5–6 nappal hosszabb fenofázist eredményez. A fototermikus index 0,001-es növekedése (azaz 100 napsütéses órára jutó 0,1 °C-os átlaghőmérséklet-emelkedés) az első szakaszban 0,0–0,3 nappal, a második szakaszban 5,2–7,9 nappal, a tenyészidőszak egészében 8,6–11,2 nappal rövidítené le a fázisartamot. A radiotermikus index esetében 0,001-es növekedés (azaz 100 MJ/m² beérkező energiára jutó 0,1 °C-os átlaghőmérséklet-emelkedés) a lombosodás–virágzás szakaszban 0,1–0,3 napos, azt követően 7,4–10,6 napos, a teljes lombos időszakban pedig 12,0–18,3 napos fejlődésgyorsulást idézhet elő.

5. táblázat Termikus meteorológiai tényezőknek az akác fázisstartamaira gyakorolt hatása (szignifikáns lineáris összefüggések b-értékei, 1984–1997)

Table 5. Effect of thermal elements on length of phenophases of black locust (b-value of significant linear relationships, 1984–1997)

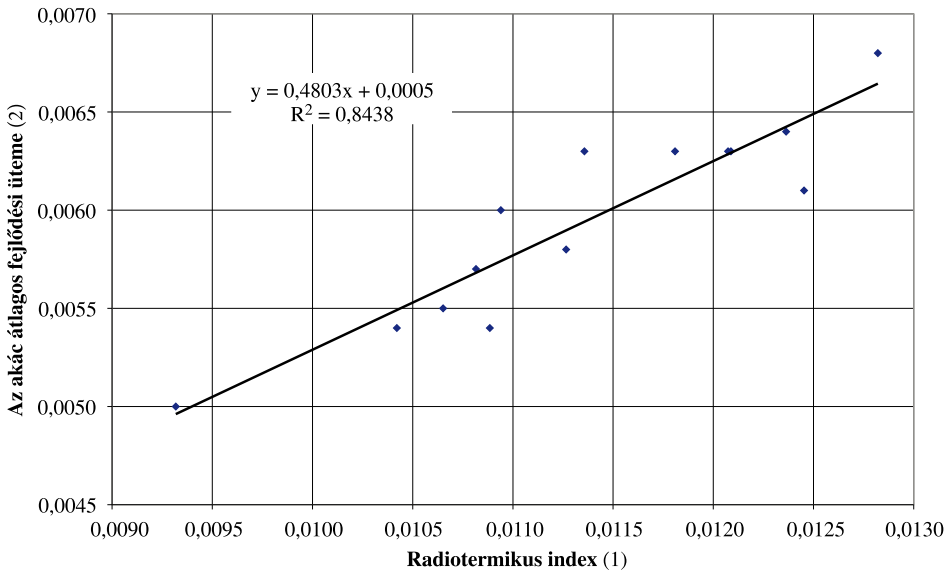
(1) leafing-flowering, (2) station, (3) average temperature, (4) sum of positive temperature, (5) sum of sunshine duration, (6) sum of global radiation, (7) photothermal index, (8) radiothermal index, (9) flowering-leaf fall, (10) growth season, (11) probability level

Állomás (2)	Lombosodás–virágzás kezdete (1)										
	Átlaghőmérséklet (°C) (3)	Pozitív hőmérsékleti összeg (foknap) (4)	Napfénytartam (óra) (5)	Globálsugárzás (MJ/m ²) (6)	Fototermikus index (7)	Radiotermikus index (8)					
Badacsony	<u>-2,97</u>	<u>0,12</u>	<u>0,16</u>	<u>0,07</u>	<u>-140,2</u>	<u>-170,0</u>					
Eger		<u>0,06</u>	<u>0,06</u>	<u>0,05</u>	<u>-59,2</u>	<u>-89,4</u>					
Kaposvár	<u>-2,98</u>	<u>0,12</u>	<u>0,19</u>	<u>0,07</u>	<u>-260,1</u>	<u>-273,5</u>					
Mosonmagyaróvár	<u>-1,85</u>	<u>0,08</u>	<u>0,16</u>	<u>0,06</u>	<u>-158,5</u>	<u>-168,7</u>					
Pápa	<u>-2,92</u>	<u>0,09</u>	<u>0,15</u>	<u>0,06</u>	<u>-124,5</u>	<u>-129,4</u>					
Szeged		<u>0,06</u>	<u>0,10</u>	<u>0,05</u>	<u>-27,9</u>	<u>-89,4</u>					
Tiszaróff	<u>-2,72</u>	<u>0,06</u>	<u>0,12</u>	<u>0,06</u>	<u>-139,6</u>	<u>-160,8</u>					
Virágzás kezdete–lombhullás (9)											
Badacsony		<u>0,05</u>	<u>0,09</u>	<u>0,06</u>	<u>-7112,8</u>	<u>-10470,0</u>					
Eger	<u>-7,96</u>	<u>0,05</u>		<u>0,05</u>	<u>-7876,3</u>	<u>-9872,0</u>					
Kaposvár		<u>0,05</u>	<u>0,07</u>	<u>0,05</u>	<u>-5223,1</u>	<u>-8424,9</u>					
Mosonmagyaróvár	<u>-8,08</u>			<u>0,04</u>	<u>-6756,3</u>	<u>-9679,0</u>					
Pápa		<u>0,05</u>	<u>0,09</u>	<u>0,05</u>	<u>-6905,1</u>	<u>-10191,0</u>					
Szeged	<u>-4,04</u>					<u>-7442,5</u>					
Tiszaróff		<u>0,05</u>	<u>0,06</u>	<u>0,04</u>	<u>-7658,3</u>	<u>-10606,0</u>					
Vegetációs periódus (10)											
Badacsony		<u>0,06</u>	<u>0,09</u>	<u>0,06</u>	<u>-9236,2</u>	<u>-14118,0</u>					
Eger	<u>-8,16</u>	<u>0,05</u>		<u>0,05</u>	<u>-9521,0</u>	<u>-13199,0</u>					
Kaposvár		<u>0,06</u>	<u>0,06</u>	<u>0,06</u>	<u>-9280,1</u>	<u>-18287,0</u>					
Mosonmagyaróvár	<u>-10,33</u>	<u>0,06</u>			<u>-9632,6</u>	<u>-14364,0</u>					
Pápa		<u>0,05</u>	<u>0,08</u>	<u>0,05</u>	<u>-8562,3</u>	<u>-14784,0</u>					
Szeged		<u>0,03</u>				<u>-12003,0</u>					
Tiszaróff		<u>0,05</u>	<u>0,07</u>	<u>0,05</u>	<u>-11203,0</u>	<u>-15065,0</u>					

Valószínűségi szint (11): P < 0,1%; P < 1%; P < 2%; P < 5%; P < 10%

A meteorológiai tényezők hatása az akác fejlődési ütemére

Ugyanezen termikus elemeknek és indexeknek az akác fejlődési ütemére gyakorolt hatását is elemeztük. A kapott eredményeink nagyon hasonlítanak a 4. táblázat eredményeire. Az elemek közül a globálsugárzás és a hőmérsékleti összeg jobban, az átlaghőmérséklet és a napfénytartamösszeg kevésbé használható az akác fejlődési ütemének meghatározására, de igazán jó eredményeket csak a lombosodás–virágzás fenofázisra kaptunk. A fototermikus index alkalmazásakor hasonló eredményeket kaptunk, mint a globálsugárzás esetén. A radiotermikus index bizonyult egyértelműen a legpontosabb eszköznek az akác fejlődési ütemére gyakorolt termikus hatás leírására, ez az index feltételezhetően akár előrejelzési célokra is felhasználható. A radiotermikus indexnek az akác tenyészidőszak alatti fejlődési ütemére gyakorolt erősen szignifikáns hatását mosonmagyaróvári értékek alapján a 3. ábra mutatja be.



3. ábra A radiotermikus index hatása az akác vegetációs periódus alatti fejlődési ütemére Mosonmagyaróváron 1984–1997 között

Figure 3. Effect of radiothermal index on development rate of black locust during growth season in Mosonmagyaróvár during 1984–1997

(1) radiothermal index, (2) development rate of black locust during growth season

Bioclimatological analysis of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) development

ZOLTÁN VARGA – ZOLTÁN VARGA-HASZONITS –
ERZSÉBET ENZSÖLNÉ GERENCSÉR – ZSUZSANNA LANTOS – GÁBOR MILICS

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

Phenological or bioclimatological analysis of living organisms differing from well-studied cultivated plants can give additional information about variability and effects of climatic system. It can be extremely useful in this doubtful stage of climatic fluctuation. On the base of several year long black locust phenological data and associated (thermal) meteorological data from stations all over the country the following issues were examined:

- variability, regional and temporal anomalies of black locust phenology,
- statistics and trends of meteorological conditions during phenophases of black locust and
- effects of thermal elements and indices on length of phenophases and development rates of black locust.

Results of our studies can help to answer some aspects of the question of climate change and our results related to radiothermal index can help numerical prediction of black locust development.

This study is part of a project in which suitability of four wilding species – black locust (*Robinia pseudoacacia* L.), elder (*Sambucus nigra* L.), linden (*Tilia cordata* L.) and lilac (*Syringa vulgaris* L.) – for being used as indicator plant of climate change (Varga *et al.* 2009a, 2009b, 2010). It was found that effects of warming climate of the last years of the 20th century can be detected better on black locust and elder phenological data series than in the case of linden and lilac. The observed increase in the thermal elements generally led to a longer growing season of black locust.

Our present results suggest that regional variability of thermal elements during the growing season of black locust is mainly influenced by conditions of period after flowering. Also effects of some important radiation and temperature elements on *Robinia* development were studied, and we found that generally there were close correlations between sum of positive temperatures and black locust phenology, and sum of global radiation and black locust phenology, respectively. Radiothermal index, which expressed joint effect of temperature and radiation, almost deterministically acted the length of black locust phenophases, that is why this index can be used for forecasting and modelling development of this wild plant.

Keywords: black locust, phenology, radiation, temperature, climate change.

IRODALOM

- Barrett, R. P. – Mebrahtu, T. – Hanover, J. W. (1990): Black locust: a multi-purpose tree species for temperate climates. Advances in new crops. Proceedings of the first national symposium 'New crops: research, development, economics', Indianapolis, Indiana, USA, 23–26 October 1988. 278–283.
- Candilo, M. D. – Ranalli, P. – Cesaretti, C. – Pasini, P. (2004): Colture non food: ormai realta l'uso a fini energetici. *Informatore Agrario*. **60**, (1) 34–38.
- Chmielewski, F. M. – Muller, A. – Kuchler, W. (2005): Possible impacts of climate change on natural vegetation in Saxony (Germany). *International Journal of Biometeorology*. **50**, (2) 96–104.
- Dyckmans, J. (2006): Einfluss erhöhter atmosphärischer CO₂-Konzentration auf die Aufnahme- und Speicherdynamik von Stickstoff in Buche und Robinie. *Forstarchiv*. **77**, (3) 86–92.
- Hanover, J. W. – Mebrahtu, T. (1991): Robinia pseudoacacia: temperate legume tree with worldwide potential. *NFT Highlights*.
- He, H. S. – Hao, Z. Q. – Mladenoff, D. J. – Shao, G. F. – Hu, Y. M. – Chang, Y. (2005): Simulating forest ecosystem response to climate warming incorporating spatial effects in north-eastern China. *Journal of Biogeography*. **32**, (12) 2043–2056.
- Lu, P. L. – Yu, Q. A. – Liu, J. D. – Lee, X. H. (2006): Advance of tree-flowering dates in response to urban climate change. *Agricultural and Forest Meteorology*. **138**, (1–4) 120–131.
- Miloserdov, N. M. (1989): Shelterbelts and the yield of winter barley. *Lesnoe Khozyaistvo*. (7) 39–41.
- Murray, M. B. – Cannell, M. G. R. – Smith, R. I. (1989): Date of budburst of fifteen tree species in Britain following climatic warming. *Journal of Applied Ecology*. **26**, (2) 693–700.
- Olesniewicz, K. S. – Thomas, R. B. (1999): Effects of mycorrhizal colonization on biomass production and nitrogen fixation of black locust (*Robinia pseudoacacia*) seedlings grown under elevated atmospheric carbon dioxide. *New Phytologist*. **142**, (1) 133–140.
- Sukopp, H. – Wurzel, A. (2000): Changing climate and the effects on vegetation in central European cities. *Arboricultural Journal*. **24**, (4) 257–281.
- Varga Z. – Varga-Haszonits Z. – Enzsölné Gerencsér E. – Milics G. (2009a): A kislevelű hárs (*Tilia cordata* L.) fejlődésének bioklimatológiai elemzése. *Acta Agronomica Óváriensis*. **51**, (2) 21–38.
- Varga Z. – Varga-Haszonits Z. – Enzsölné Gerencsér E. – Lantos Zs. – Milics G. (2009b): A fekete bodza (*Sambucus nigra* L.) fejlődésének bioklimatológiai elemzése. *Kertgazdaság*. **41**, (4) 66–79.
- Varga Z. – Varga-Haszonits Z. – Enzsölné Gerencsér E. – Lantos Zs. – Milics G. (2010): A májusi orgona (*Syringa vulgaris* L.) fejlődésének fenológiai és bioklimatológiai elemzése. „Klíma-21” Füzetek. **60**, 22–35.
- Walkovszky, A. (1998): Changes in phenology of the locust tree (*Robinia pseudoacacia* L.) in Hungary. *International Journal of Biometeorology*. **41**, (4) 155–160.
- www.hungarobinia.hu
- Xu, Y. Q. – Lu, P. L. – Yu, Q. A. (2004): Impacts of climate change on first-flowering dates of *Robinia pseudoacacia* L. and *Syringa amurensis* Rupr. in China. *Journal of Beijing Forestry University*. **26**, (6) 94–97.
- Yang, Y. – Watanabe, M. – Li, F. D. – Zhang, J. Q. – Zhang, W. J. – Zhai, J. W. H. (2006): Factors affecting forest growth and possible effects of climate change in the Taihang Mountains, northern China. *Forestry Oxford*. **79**, (1) 135–147.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

VARGA Zoltán – VARGA-HASZONITS Zoltán – ENZSÖLNÉ GERENCSÉR Erzsébet –
LANTOS Zsuzsanna – MILICS Gábor
Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.



Investigation of the Hungarian and Austrian agricultural advisory system among the farmers based on questionnaires

ANDRÁS VÉR – JÁNOS CSER

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Institute for Consultancy and Training
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

In this study a comparison of the Austrian and Hungarian agricultural advisory system has been accomplished. Both advisory systems have been described. The authors have investigated the Hungarian and Austrian agricultural advisory system among farmers using questionnaires. In both countries 100 questionnaires were completed. In Hungary questionnaires were used in 3 counties (Győr-Moson-Sopron, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Hajdú-Bihar). In Austria questionnaires were used in 3 provinces (Burgenland, Lower-Austria and Tirol). We examined the answers of the farmers, and made conclusions with a connection of the operation. Evaluation of the questionnaires showed the differences between the Hungarian and Austrian structure. In Hungary almost 27% of the farmers were in connection with experts from the agricultural association. This number in Austria is 80%. It was also stated that the farmers in Austria are using the advisory system in animal breeding (47% raising cattle, milk production). Most of the farmers in Hungary (80%) need advice in plant production. In summarizing the above mentioned, it can be stated that many adoptable elements are in the Austrian structure, and the goal would be to build an advisory system that is based on the farmers needs.

Keywords: agricultural consultancy, rural development, adaptation, questionnaire.

INTRODUCTION

In the fall of 2005 reconstruction of the agricultural advisory system begun using the arrangements of Hungarian government and EU regulations (since fall 2003). The purpose of the reconstruction was to develop a system which takes into account the need and the opportunities of the farmers. It is based on more posts, it is easy and cheap to use and it provides a high level of service. The structure has to match the EU directives 1782/2003/EK, 1698/2005/EK and 1974/2006/EK these have been compulsory – where the Farm Advisory

System is working – for every state member since January 1, 2007. The harmonization and practical use of EU directives have accomplished only part of the dangers as to the support of the advisory system from EU rural development bases; therefore, the reformation is a national interest. The initiation of Farm Advisory System in Austria was accomplished in January 2007 and is working fine. There are several solutions in the Austrian system which can be easily adapted into the Hungarian structure, which was the reason why we have chosen a deeper investigation of this theme. With the initiation of KAP reform, the EU has attached collective case-maps to the payments of direct subventions these help to protect the environment, animal well-fare, and ensures safe food and the proper farming on agricultural land.

LITERATURE REVIEW

The expression "technical advice", as used to mean spatial extension of university education, is connected with the name of James Stuart. The first practical steps were made in 1867–68, when Mr. Stuart gave lectures to clubs for women and for working men in North England. These presentations were the first "group technical advice". In Hungary, Wittman gave technical advice in 1832 about irrigation to the members of Vienna Agricultural Association. We could not name it by the concept of today's meaning, as a classical technical advice, but it was the contemporary form. In several countries different expressions are in use for a technical advice as an activity. In Germany the word "Beratung" is used stating, "an expert can give you an advice to reach the goals, but the farmer has the choice which way to go" (*van den Ban* and *Hawkins* 1996). In the earliest time in Austria "subservience" (*Förderung*) was used, but today the word "Beratung" is the most common. The agricultural advice in several countries is defined by local specialties and tradition; therefore, a real heterogeneous picture is formed by regarding the concept. In the explanation of *Rheinwald* and *Preuschen* (1956) the agricultural technical advice gives instruction to people who would like to reach their goals and aims. In the approach of *van den Ban* and *Hawkins* (1996) the technical advice is a conscious form of influencing the society. The conscious information flow helps people form their opinions and make right decisions. According to *Cser* (2001) the agricultural technical advice contains knowledge, information and maintenance in the decision making process. The deliverance of knowledge and judging practice serve the qualification and further training and it belongs to the technical advice. The different advisory associations are delivering different interests (technical advice supported by the government relays interest of the society). According to *Kozári* (1993) the agricultural advisory systems in Hungary have to be a service which helps the farmers with educational and local advisory methods to reach the most adaptable knowledge. By *Soltész* (2000) opinion, the technical advice is a special mental service and has a valuable and economical benefit which helps the decision making process for the user. The head of the biggest district of agricultural chamber in Austria, *Traxler* (2008), states that according

to agricultural advice, focusing on real agricultural advice concerning subventions has been handled separately.

The advisory system containing subventions are:

- subventions according to area, animal breeding and company,
- investment subventions, agricultural trust, and subventions aiming on production.

Beside technical advice, the personal willingness of the farmer, status of the company and financial state is also necessary. The purpose of an agricultural advisory system is to make a model for a farmer which deals with the subventions, personal terms and market relations, so that he can reach the marked financial goals *Traxler (2008)*. The director of the Agricultural Institute in Tirol (LFI Tirol) – *Schweiger (2008)* – stated that an agricultural advisory system could be successful only on the highest level of knowledge. The terms of success motivate advisors, to give advice on a level above the average, under optimal working circumstances. Only with this highly supported personal contribution could the advisors be kept in the group of the highest qualified people. *Falschlunger (2008)*, who is an expert in ecological farming, summarizes the essence of agricultural advice:

The agricultural advisory system is a useful tool for farmers. Its basic element is assistance in professional questions. The advice has to show further perspectives based on actual knowledge together with community requirement. The advice has to wake up the farmers' responsibility according to the environment and the sustainable farming has to be in foreground.

The advisory system should be determined as a process which:

- helps farmers in analyzing their situation in the present and in the future;
- helps farmers to recognize problems, which were revealed;
- raises the knowledge of the farmers, develops sensitiveness toward problems and helps in activation of extant knowledge;
- helps farmers to gain some information which is connected with solving of such problems so they can act according to the changes;
- provides advice to farmers to choose the best alternative which is optimal in their situation;
- enhances the motivation of the farmers in order to accomplish their decision;
- helps farmers in forming and evaluating their own opinions (*van den Ban and Hawkins 1996*).

According to *Vér (2008)*, the agricultural consultancy is exploitation of agricultural subventions on a high level and subservience however; decision-making of the rural people by strengthening the professional competence could result in a durable and profitable farming separation.

The ideas are different but generally it is stated that the technical advice helps people in forming their opinion and decision making, with a conscious flow of the information. The workers in Hungarian agriculture desperately need this service despite the fact that the production of "mass products" needs less labor. The living of our farmers is becoming questionable (*Nagy 2010*).

MATERIALS AND METHODS

The investigation of the Hungarian and Austrian agricultural advisory system has been tested by questionnaires. They contained 28 questions in Hungary and 24 questions in Austria. The difference in the number of the questions comes from the differing structure of the advisory system. This study shows the results of the two asked questions:

- What are the information resources according to the sales and production?
- In which theme have you already received technical advice?

The questionnaires were filled in by farmers, who mostly work in agricultural production. Our method during the investigation has been done by using questionnaires and also we have used the empirical form of information collection. The questionnaire method was used in Hungary and in Austria too. In both countries 100–100 of farmers' opinions was investigated according to the theme. In Hungary questionnaires were used in 3 counties, (Győr-Moson-Sopron, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Hajdú-Bihar). In Austria questionnaires were used in 3 provinces, (Burgenland, Lower-Austria, Tirol). In many cases personal interviews were used because during the excursions abroad, we had several opportunities to participate in a group advising event which alleviated the collection of the data. The finalized questionnaires were processed by statistical software SPSS 14.0 for Windows Evaluation Version. During the 14 weeks of training in both regions (Burgenland and Tirol) we had an opportunity to meet advisors and follow their work. This gave us a better picture as to how the agricultural advisory system works in Austria. During the personal interviews with the farmers, we gained information as to what kind of opinions had been formed about the ministries, about the operation of agricultural association and in many cases about Hungary and Hungarian agricultural production.

RESULTS

Our hypothesis was – in view of the summarized answers – that we can show the results in numerical form how the farmers are making their decisions and on what level they use the opportunities in an advisory structure. In the figures below, only the significant differences are shown between the two opinions in the devious countries. According to the answers of the farmers, as to what information sources in connection with sales and production are being used, we come to the following results. The percentage of the gained information from agricultural newspapers is relatively high, because the use of the Internet is not common. Also, we have to take into account that of questioned farmers in Austria – almost the half of them – (46%) were between the ages of 35–50 while, in Hungary (38%) were between 51–65 years of Age (*Figure 1.*).

It can be demonstrated that advisory activity of the agricultural associations in Austria is on a much higher level than in Hungary. Unfortunately, the two working agricultural associations have similarities only in name. When investigating the efficiency of the two networks, great differences could be noticed. In Hungary, between years 2007–2013, members of the Hungarian Agricultural Association (MAK) were giving advice to the farmers free of charge. Their task is to inform the farmers who are registered into the system of Agricultural and Rural Development Bureau.

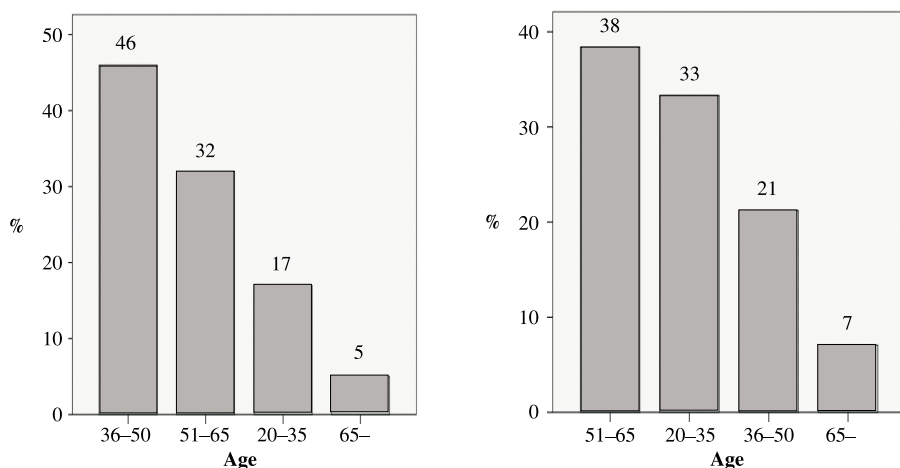


Figure 1. The age classes of investigated farmers in Austria and in Hungary

The main tasks of the advisors are:

- to list the requirements of cross compliance with the farmers;
- references about the direct subventions;
- references about the different rural development subventions (content, judicial background, obligations);
- the advertisement on the actual agricultural policy.

In Austria the agricultural ministry (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft) regulates the agricultural advisory system, ensures the subventions for advice, organizes country wide training and takes a big role in editing of proceedings. However, the official advice is done by the Austrian Agricultural Association (LK: Landwirtschaftskammer Österreich). A member fee (compulsory) is required but advice is free of charge.

In the contract of the workers at the Austrian Agricultural Association (LK), the following tasks were recorded:

- strengthening the affection of the venture and enlarging business success;
- upgrading agricultural ventures toward the capability of competition;
- creating a durable, friendly agricultural subvention environment;
- protection of the local products in a rural area;
- strengthening the communication between producers and consumers;
- production and sale of high quality agricultural goods;
- improving the working and living conditions;
- development of durable forest;
- production of utilized raw materials and renewable emery resources.

The scopes of duties in these two mentioned countries differ. We know from the questionnaires that in Austria, 80% of the farmers have a connection with workers from the agricultural association (Figure 2.).

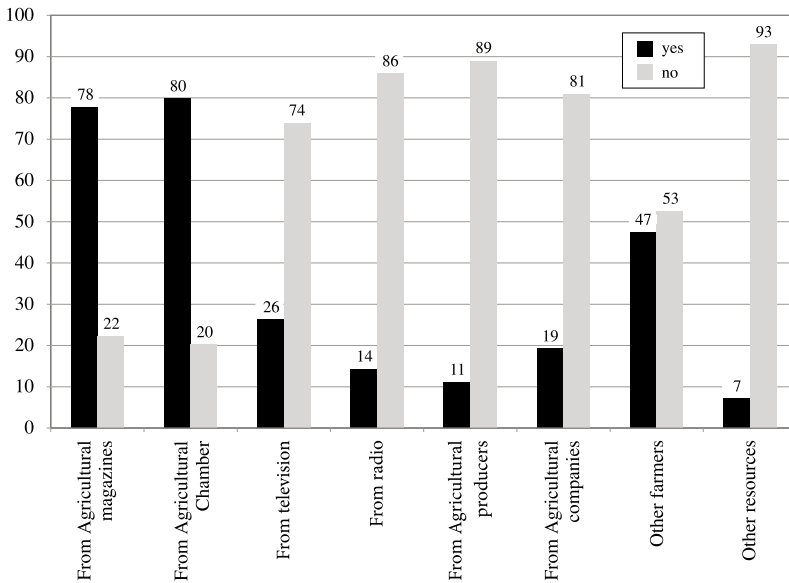


Figure 2. What kind of information resources are used by the farmers in Austria, according to the sales and production?

Our empirical investigations have shown that in Austria the advisor at the agricultural association has a high rank, participates in regular trainings, and orientates about actualities in agriculture. Its operation always serves the interests of the farmer. By the farmers answers, in Hungary only 27% have a connection with an advisor. The numbers reveal that only 36% of the farmers have not used the agricultural advisory system yet. A debate with other farmers in Hungary reveals 54% and 47% in Austria. From our investigation, it can be concluded that the farmers in Austria gain information mostly from the agricultural association and from agricultural newspapers (*Figure 2.*). In Hungary the percentage of the used resources is much more equal (*Figure 3.*).

After Hungary entered into the EU, animal breeding decreased and the plant production became a bigger role. The goal of the agricultural ministry was not to facilitate the animal breeding and rural development. The rural development subventions were not so intensive as in Austria. It is a good example of how the government, several times, initiated regrouping from the EU. After the decreased resources, payments could be raised. This is not useful for rural development or also for the newly organized agricultural advisory system. These efforts reflect on the Copenhagen treaty: under the old type of agricultural subvention frame, which is bonded to the production, quantities, quotas, Hungary reached the second biggest rate according to the hectare. These subventions are improving mostly the best agricultural areas (3–3.5 million ha) and the position of mid and big ventures on the market, which produce primarily cereals, oil-, protein-fiber plants. According to the eco-social agricultural subventions, Hungary has the last position of the 10 countries because it has reached the smallest value in hectare (*Ángyán 2005*). Our results clearly

demonstrate that a big percentage (81%) of farmers in Hungary have used the advisory system in plant production but only 14% in animal breeding (Figure 4.). The activity of advisors on different areas was poor, except in plant protection, where the ratio was 27%.

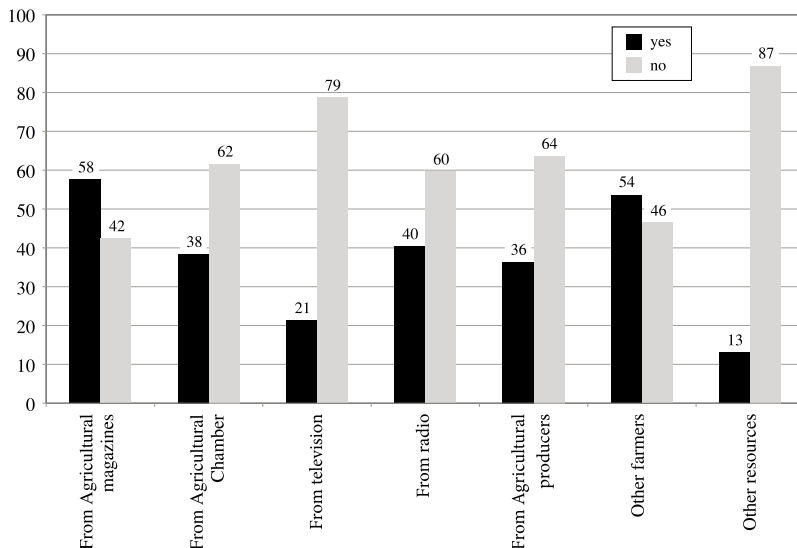


Figure 3. What kind of information resources about sales and production are used in Hungary by the farmers?

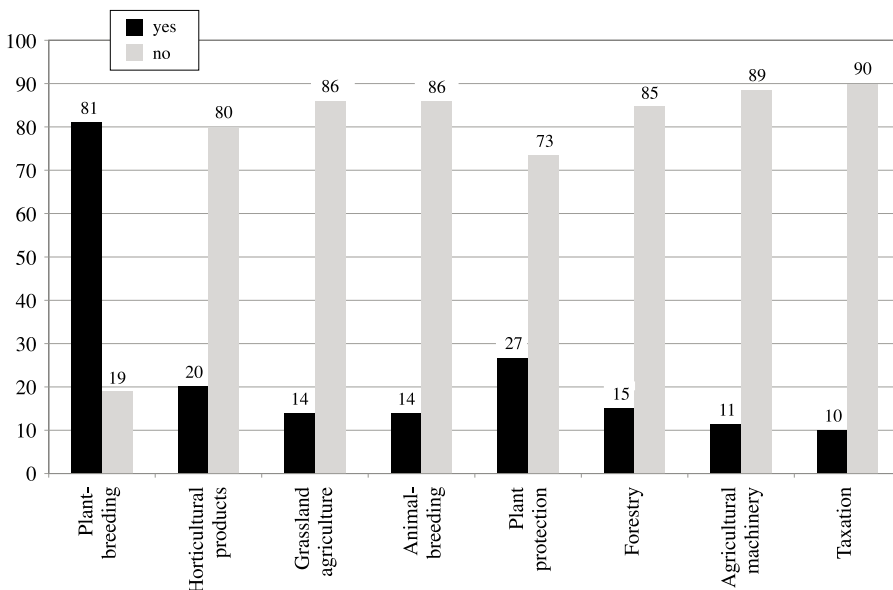


Figure 4. In what themes did the questioned farmers in Hungary already received advice?

This question in Austria shows a more distributed picture (*Figure 5.*). It is revealing that those areas connected to animal breeding, are representing a high percentage. There is a big difference among farmers questioned in bio-farming theme. In Austria 15% have already asked for help while in Hungary the number can not be detected.

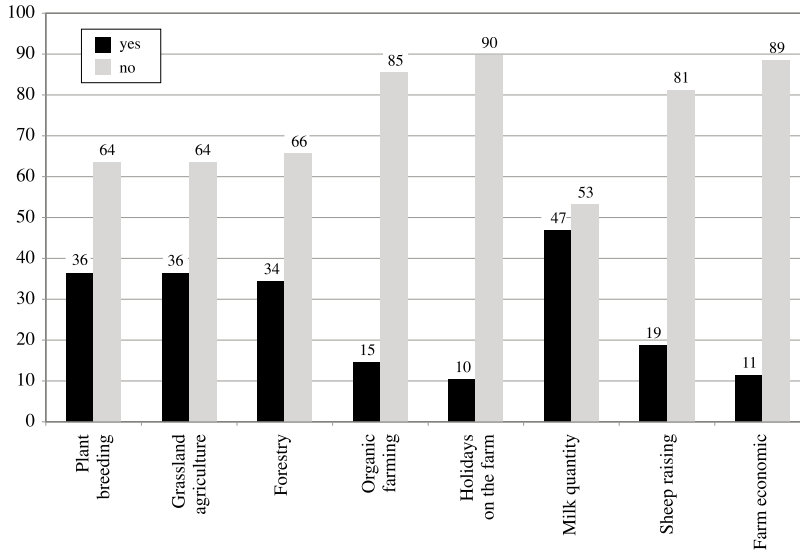


Figure 5. In what themes did farmers in Austria already receive advice?

The effects of the well working program (Village Holiday at the farmers yard) in Austria, could be detected. Every 10 questioned farmers had already used the opportunity to ask for advice, according to the village tourism (*Figure 5.*) Participation in the above mentioned project, for many farmers, results in a high percentage of the family income, this gives an opportunity to continue farming and also gives possibility to save and improve social and cultural merit. The program helps the farmers to keep their job as a main activity and therefore they do not have to search for different jobs.

CONCLUSIONS

After comparison of two advisory systems the conclusions are:

- In Hungary the advisory system temporarily is not working. The tasks are not clear and overlaps are experienced.
- In Austria the advisory system works under well maintained structure. The tasks are clear. The problem of training advisors is solved. And it is clean-cut for the farmers who to ask for the advice.

- In Hungary several countrywide networks exist, which help in the decisions of the farmers and rural development. But, it is difficult to identify, what makes a big problem for the users of the advisory system.
- Moreover, it also makes problems in that the working advisory associations are consuming all the national and EU resources, which sweep away the farmers from the real suggestion.
- In Austria the subventions provide major income for the farmers. Without this, many of them would end farming, would not be able to cultivate the land and also tourism would decrease. Many farmers are successfully combining tourism with agriculture. The active advisory system plays a big role in it.
- The existence of agricultural advisory system in Hungary is not clear for most of the farmers. It should be addressed more clearly for farmers in Hungary. Many of them could use the services of the advisory system.
- To reach this goal, a farmer friendly, sector neutral, one window system would be desirable.

A magyar és az osztrák agrár-szaktanácsadási rendszer vizsgálata, gazdálkodók körében végzett kérdőíves felmérés alapján

VÉR ANDRÁS – CSER JÁNOS

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Szaktanácsadó és Továbbképző Intézet
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmányban Ausztria és Magyarország agrár-szaktanácsadási struktúrájának összehasonlító vizsgálatát végeztük el. Bemutattuk mindkét ország szaktanácsadási rendszerét. A szerzők Magyarország és Ausztria agrár-szaktanácsadási rendszerét vizsgálták a gazdálkodók körében végzett kérdőíves felmérés alapján. Mindkét országban 100–100 kérdőívet töltöttek ki a gazdálkodók, Magyarországon 3 megyében (Győr-Moson-Sopron, Szabolcs-Szatmár-Bereg, Hajdú-Bihar), Ausztriában 3 tartományban (Burgenland, Alsó-Ausztria, Tirol).

Megvizsgáltuk a gazdálkodók által adott válaszokat, és következtetéseket vontunk le a szaktanácsadási rendszer működésére vonatkozóan. A kiértékelés során kiderült, hogy a magyar agrár-szaktanácsadási rendszer hol különbözik az osztrák struktúrától. Magyarországon a megkérdezett gazdálkodók csupán 27%-a van kapcsolatban agrárkamari szakemberrel, ez a szám Ausztriában 80%.

Kimutatásra került, hogy az osztrák gazdálkodók nagy része (47% szarvasmarhatartás, tejtermelés) az állattenyésztés valamely szakterületén igényelnek szaktanácsadási szolgáltatást. A magyar gazdálkodók döntő többsége (81%) a szántóföldi növénytermesztés területén igényel szaktanácsadást.

Összegzésként elmondható, hogy számos adaptálható megoldás van az osztrák struktúrában, és egy olyan hazai rendszer kiépítése lenne a cél, amely a gazdától és annak igényeiből indul ki.

Kulcsszavak: agrár-szaktanácsadás, vidékfejlesztés, adaptáció, kérdőív.

REFERENCES

- Ángyán J. (2005): Rural Development: Veterinary Horse of FVM (in Hungarian). FVM theme documentation, Budapest.
- van den Ban, A.W. – Hawkins, H.S. (1996): Agricultural Advisory (in Hungarian). Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Cser J. (2001): Development and experiences of regional agricultural advisory network model in Northwestern-Hungary Region. (in Hungarian) Doctoral dissertation, Keszthely.
- Falschlunger, G. (2008): pers. comm.
- Kozári J. (1993): Methodology of agricultural advisory system. (in Hungarian) MSZKI, Gödöllő.
- Nagy F. (2010): Thoughts about land policy (in Hungarian). *Gazdálkodás*, **7**, 778.
- Rheinwald, H. – Preuschen, G. (1956): Agricultural Advisory (in German). Bayerische Landwirtschaftsverlag, Bonn–München–Wien.
- Schweiger, F. (2008): pers. comm.
- Soltész M. (2000): Advisory in agriculture-economy (I) (in Hungarian). *Gazdálkodás*, **1**, 8–19.
- Traxler, H. (2008): pers. comm.
- Vér A. (2008): Comparative study of Hungarian and Austrian agricultural advisory structure. (in Hungarian), Dissertation, Mosonmagyaróvár.

Address of the authors – A szerzők levélcíme:

VÉR András – CSER János
University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Institute for Consultancy and Training
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.
E-mail: verandras@mtk.nyme.hu
cserj@mtk.nyme.hu



**ENGLISH LANGUAGE ABSTRACTS OF PhD DISSERTATIONS
DEFENDED IN THE DOCTORAL SCHOOLS OF THE FACULTY OF
AGRICULTURAL AND FOOD SCIENCES AT MOSONMAGYARÓVÁR
BETWEEN JULY 2011 AND DECEMBER 2011**

Evaluative comparison of garlics planted in autumn and in spring

CSILLA GOMBKÖTŐ

Dissertation Adviser: József Iváncsics, CSc, associate professor

The world's garlic production is increasing, while in Hungary there's always less garlic. The Hungarian production has two main growing areas: Makó, Dúsnok and their surroundings. Our aims were to show, that garlic can be grown safely on the area of North-West Hungary, if the rules of growing and pest management are kept and to choose from three French (*Arno*, *Thermidrome*, *Sprint*) and two Hungarian varieties, which can produce the highest crop on the above-mentioned area, considering the factors of weather and plant health. This study took place in Hanságliget, and in Jánossomorja. By the time of planting there are winter and spring varieties. From a morphological view there are softneck varieties (*Allium sativum* convar. *sativum*) and hardneck garlic (*Allium sativum* convar. *ophioscordon*). In our experiments were involved four winter (*Sprint*, *Makói őszi*, *Arno*, *Thermidrome*) varieties and a spring variety (*GK Lelexír*). Our experiments were made during four years (2006–2010).

New scientific findings:

(1) We convinced with our examinations, the shooting of garlic in Northwest-Hungary was minimum 88% by all varieties. (2) We determined, that the multiplication of leaves in time follows a linear way. (3) The stem and bulb nematode is one of the most important pest of garlic. We convinced, that there is a significant difference between the damage of stem and bulb nematode in different years. We found, that by the case of *Makói őszi* there is a tight power connection between the temperature of soil and infection of nematode ($R^2 = 0.9091$). (4) The rust diseases appear before the harvest. We observed, that there is a significant difference between the infection in each years, which is related to the precipitation and temperature. (5) The cross diameter of garlic is described in standards. All of examined garlic varieties (*GK Lelexír*, *Makói őszi*, *Sprint*, *Arno*, *Thermidrome*) meets with the values of standards. (6) Diallyl-sulfone is an important sulfur compounds of garlic. We determined, that the Hungarian *Makói őszi* has the highest concentration of this compound. (7) By the examination of mineral content of garlic there was found a strict positive correlation between boron–calcium, magnesium–potassium, manganese–potassium, manganese–magnesium and zinc–phosphorus. We found a medium positive correlation between phosphorus–copper. (8) It is important to store garlic as long as possible. From the examined garlic varieties *Arno* and *GK Lelexír* can be stored the longest. So it's convinced, that a variety planted in autumn can show an excellent shelf life.

Qualitative analysis of Silver carp and African catfish fillet and products

ESZTER MOLNÁR

Dissertation adviser: László Szathmári, CSc, associate professor

Nowadays, extraordinary emphatic role is given to healthy and conscious nutrition as this way we can sustain our body's health. Nevertheless, it is important to know more about the composition of our food. The author studied the raw fillet of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) as well as the chemical and fatty acid content and preservability time of products made of silver carp originated from pond and natural water samples in three different seasons (spring, summer, autumn). The author studied the chemical content of raw fillet of African catfish (*Clarias gariepinus*) fed for six weeks with three different oil supplements (fish oil, linseed oil, soy oil) in feed.

Goals of analyses demonstrated were to answer the following questions:

What is the chemical composition of silver carp's fillet and how does that vary annually (after overwintering, in the summer and before fish harvesting)?

In which period of year does silver carp contain the most n-3 fatty acid, how does fatty acid content vary after the period of overwintering?

Which products made of silver carp has the highest n-3 fatty acid content and how does chemical and fatty acid content alter in processed products?

What preservability do products of silver carp have?

In what extent can n-3 fatty acid content of African catfish be increased by oil added feeding?

According to the carried out trials the following *new scientific findings* can be stated:

1. Seasons do not significantly influence crude protein content of silver carp's raw fillet while fillet of fish originating from summer harvesting have greater crude fat content (441.6 g/1000 g dry matter) than that of the ones originating from autumn harvesting (364.3 g/1000 g dry matter) or from summer harvesting (384.1 g/1000 g dry matter).
2. The different pond and natural water habitat does not significantly influence the chemical and fatty acid content of silver carp's raw fillet.
3. Processing of silver carps causes significant decrease in crude protein content. Products made with the fewest additives showed the narrowest n-6/n-3 ratio: smoked fillet (0.43), carp sausage (0.51), carp meatball (0.57) and they have the most advantageous EPA and DHA content.
4. Smoking takes the most favourable effect for preserving silver carp fillets as the result of microbiological analysis smoked products have the longest preservability time (from seven to ten days).
5. Feed supplemented with 6% fish oil is able to significantly increase n-3 fatty acid quantity, EPA and DHA content of African catfish besides to narrow n-6/n-3 ratio of fish during a six weeks' period (from 1.86 to 1.12).
6. On the basis of studies the 6% linseed supplemented feed narrowed the n-6/n-3 ratio of African catfish (1.86 to 1.4) and significantly increased n-3 fatty acids quantity during six weeks. The 6% soy oil supplemented feed was not appropriate for this intention, it did not increase neither n-3 fatty acids, nor n-6/n-3 ratio.

Application of different selection and biotechnical methods for rentable goat breeding

SZABINA NÉMETH

Dissertation Adviser: László Gulyás, PhD, associate professor

The aim of the author's doctoral dissertation was to examine the performance, the breeding methods, the reproduction methods and the biotechnological methods of the most important goat breeds in Hungary. It was found that the milk quantity and somatic cell count are differently influenced by the morphology of the udder and teat in case of the Hungarian domestic goat under same keeping and feeding conditions. The temperament tests proved that with progressing age the temper of goats change, the younger does are more temperamental, than the older individuals. It was proved by the slaughter value tests, that the Boer kids showed the highest daily weight gain in case of the three genotypes (Boer, F1, Hungarian domestic goat). The Hungarian domestic herds' meat quality can be greatly improved by using Boer bucks. The reproduction was found to be significantly higher (by 20–25%) within the breeding season with the artificial insemination of does with buck sperm being fresh or chilled to 2–4 °C than over the breeding season. In Hungary for the first time, the milk and meat economic indices for the objective evaluation of the performance in the goat breeds were developed by the author.

According to the carried out trials the following new scientific findings can be stated:

1. During examination of the Hungarian fallow goat species – kept among identical keeping and foraging circumstances – jointly evaluated udder and udder morphology features influence the yielded amount of milk and number of somatic cells in a different degree (39%, $P < 0.0001$ and 91%, $P < 0.0001$).
2. Based on the results of temperament examinations among the examined three types (Saanen, alpine, noble Hungarian) the Saanen ones were the most calm. In case of goat species we proved that with the progress of age temper changes; younger mother goats are more temperament than elder ones.
3. Examining the daily weight gain of the three genotypes we can state that the Boer kids (215 g/day) achieved the best result, they were followed by the F1 (176 g/day) and fallow ones (159 g/day). The meat quality of the Hungarian fallow substances can significantly improved with Boer bucks. Already after the first cross-breeding sturdy improvement of meat producing ability was shown. With further increasing of Boer blood rate this result is continuously improvable.
4. During the artificial insemination the deliberated time of semination influences considerably the effectiveness of the applied technology. In case of synchronization of maturing beyond breeding season significant individual differences show up in mother goats becoming pregnant. During the artificial insemination of mother goats with fresh or 2–4 °C cooled buck semen in the breeding season essentially (with 20–25% more) better pregnancy results can be achieved than beyond the breeding season.
5. In our home regarding to goat species I worked out the milk- and meat producing economical indexes usable for objective economical evaluation of breeding facilitating value-measuring features as a pioneer.

Impact of Hungary's EU membership on the profitability of milk and pork production of the farms in the West-Transdanubian region

ÉVA POGÁNY

Dissertation adviser: Antal Tenk, CSc, professor emeritus

The continuous yield reduction in the two most important production branches of Hungary's animal husbandry (cattle and pig), which started in 1990, could not have been stopped during the years after Hungary's joining the European Union in 2004. During the past 6 years not only the animal stock has greatly reduced, but the quantity of the products and the income of the farmers, too. By the end of the decade especially the situation of the swine branch got into a critical situation. Many farmers give up production and the pig stock fell to the level after World War II. The situation of the milk producers has not improved much yet. Despite the milk support system the majority of the dairy farmers have run their farm with losses.

Based on and utilizing the research results deriving from the pilot farm data and primer field investigations relating to the cost-benefit ratio of domestic milk production and pig fattening in several farms of the West-Transdanubian Region during the 6 years after Hungary joined the European Union (2004–2009) we can conclude the followings:

1. While the number of cow stock was reducing at national and regional level (though in the last 2–3 years it showed an upward tendency), there were farms with higher concentration (more than 600 cows) and larger than the average size (8–9 thousand liters), where the number of stock increased by some 20%. A precondition of this increase – besides high specific yields – is that farms should have enough land to satisfy their demand on animal feed.
2. Among the costs of milk production animal feeding costs represent the highest rate in every farm although at different levels. In the period of investigations we could observe the highest increase at this cost item. Within the cost increase determined by animal feed costs – because of notable differences in labour profitability and rate of housing capacity utilization other cost items (labour, amortisation and overhead costs) considerably decreased the specific costs of milk production. There could be a difference of almost 4 Ft/l in the ratio of cow keeping costs per one liter milk depending on the performance of the cows.
3. The influence of milk cost price and purchase price on the revenues from milk production and the cost-benefit ratio of the branch is fairly moderate ($R^2 = 0.46$). The branch's result (which is actually composed of the milk price and far maids (quota) are greatly differentiated by the milking performance of the cows per year. Correlation calculations revealed that a difference of 25 thousand HUF (3%) per cow could occur in the yearly revenue of the six farms involved and the specific yield had a crucial role ($R^2 = 0.91$), which was significant at 1%. Farm aids represent a growing rate in the incomes.
4. The relatively stable number of sows in the 11 farms of the region closely correlates with the trend of production indicators (natural efficiency of sows, fattening efficiency, production costs etc.) of both farm groups. These indicators are some 10% better than the country's, but they are still 23% lower than those in Denmark.

5. Because of the differences in the costs of sow keeping and output of pork quantity per sow per year in the two farm groups less sow keeping cost of 4 Ft/kg occur in pig fattening production of farms with industrialized practice. This favorable rate will be further improved by the higher level of labor efficiency and higher rate of housing capacity utilization that result in the reduction of specific labor and amortization cost by HUF 40 per kg pigs for slaughter.
6. The income of pig fattening – due to lack of farm aids – is determined by the cost price of production and the purchase price of pigs for slaughter. Since the differences in purchase prices are minor (HUF 1–2) the only determining factor of the income is the cost price regarding the realizable income on one kg meat type pig. Differences per sow in meat output per year are not significant between the farms, but their impact on the cost price can be mathematically described (5% on average).

Microwave effect on baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*)

ÁGNES SZERENCSEI

Dissertation Advisers: Tibor Érsek, DSc, professor and Miklós Neményi, CMHAS, professor

*The objective of the dissertation was to examine the 2,45 GHz frequency microwave irradiation effect on yeast cell (*Saccharomyces cerevisiae*). The study focused first of all on cell membrane, then on water, which is an essential component in all liquid biological media. Due to an unexpected effect of certain microwave irradiation, toxic materials or molecules, which are unable to penetrate under normal physiological conditions, can be transported into the cell. This can cause changes in living organisms. The biological effect appears in case, when there is a response on cellular level in the electromagnetic space.*

New scientific findings:

- 1. The widely used microwave irradiation is permitted and strictly regulated by WHO (*World Health Organization*) and ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) and has a lot of unknown advantageous and hazardous effects. The application of optimized irradiation protocol (2,45 GHz, 37°C, 50W, 0-45 min) could prove a specific biological effect on yeast cultures. The applied constant temperature (nonthermal) irradiation did not inhibit the growth and multiplication of *Saccharomyces cerevisiae* cells.*
- 2. In case of certain molecular size and character, irradiation induces the molecular transport from outside into the inner cellular space of the yeast cell. The applied irradiation protocol seems to be an effective tool for facilitating the uptake of those compounds into cells, which cannot penetrate under normal physiological conditions through the cell membrane. Monitoring the effect in case of *S. cerevisiae*, antibacterial antibiotics with low molecular weight (chloramphenicol, gentamicin, and neomycin) were suitable.*
- 3. The combined biological effect of irradiation and antibacterial antibiotics (non inhibiting the yeast under normal conditions) shows unambiguous growth inhibition. The reason for the newly observed phenomenon might be in case of the lacking previous information the consequence of a transitory, reversible change in plasma membrane permeability upon irradiation. The experimental system seems to be suitable to study the different microwave effects.*
- 4. Irradiating different aqueous media, microwave has effect on the water as well. It was detected by electrolysis, that water as storing media is able to keep changes after irradiation for certain time, even for 48 hours. It has been confirmed, that the reason for that is not the heating, but microwave effect.*
- 5. Comparing the microwave irradiation and the heating on hotplate within the same definite temperature range, the non thermal effect of 2,4 GHz frequency in water media was determined. Beside the thermal effect of microwave there is the non thermal microwave effect. Further research is to be done to clarify and understand the exact molecular mechanism changes caused by radiofrequency irradiation.*

A survey on the usability of radio frequency based individual identification system in case of different types of poultry

ÁGNES TÓTH

Dissertation Advisers: Hedvig Fébel, CSc, professor and Jenő Szigeti, CSc, professor

In case of cow, swine and sheep livestock developed radio frequency based individual identification methods are at our disposal. When it comes to poultry, however, the literature provides insufficient amount of information. Throughout the research, the usability of radio frequency based identification (RFID) in case of different types of poultry (broilers, turkeys, geese, and ducks) was investigated. The goal of the researches was to monitor the effect of RFID based individual tagging on body weight, certain physiological parameters and stress of tagged animals. Observing the possible histological irritation caused by tagging, and monitoring the durability of tagging was also covered during the study.

On the basis of the outcomes of our individual tagging experiments on broiler chickens, turkeys, geese and ducks the following scientific results can be stated.

1. Individual tagging with EM4135 type microchip equipped wing tags did not affect the body weight (measured at the end of fattening), the loss rate, the packed cell volume, and the aspartate aminotransferase, or γ -glutamyltransferase concentration of blood in the case of the examined poultry types (broiler chicken, turkeys, geese, and ducks).
2. The glucose and corticosterone concentration of blood plasma was not affected by RFID tagging in the case of broiler chickens and turkeys.
3. In case of tagged broilers, turkeys and ducks the average concentration of the inflammation indicating factor (C-reactive protein) showed no difference between the experimental and control groups. However, in case of tagged geese the concentration of C-reactive protein was significantly higher than of the average result of untagged individuals.
4. The outcomes of the histological research prove that patagial tagging did not cause local irritation, purulent inflammation – an indicator of toxic effect – cell necrosis, abscess generation or atypical cell sprouting in any of the poultry types.
5. The tag loss rate – an indicator of the durability of individual tagging method – exceeded the results of literature in the case of every poultry types. In order to increase durability of the tagging method – that is to say to be able to provide farm to consumers' table traceability – technological development of the construction of the tag would be needed.

Instructions to authors

The objective of Acta Agronomica Óváriensis is to publish scientific contributions in any field of agricultural and food sciences. These may be research papers on new results of scientific investigations (up to 16 pages including all illustrations), critical review articles summarizing the current state of art of a certain topic (up to 16 pages), or short contributions dealing with a particular question (2 to 4 pages).

The papers must be in English. (preferably American) or in Hungarian. In the case when English is not the authors' first language, the manuscript should be given to a native speaker of English for editing and proofreading (before submission).

The authors bear the sole responsibility for the content of their contributions. The Editorial Board assumes that by submitting their manuscripts the authors have not violated any internal rules or regulations of their institutions related to the content of the contributions and that they have not submitted the manuscript anywhere else. The acceptance of the paper obliges the authors not to publish the same material elsewhere.

Authors are requested to send 2 hard copies and electronic files of their manuscripts to

Zoltán Varga, Editor-in-chief

Editorial Board of Acta Agronomica Óváriensis

H-9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2., E-mail: varzol@mtk.nyme.hu

Manuscripts will be reviewed by two independent referees who remain unidentified for the authors. The Editor-in-chief will inform the authors whether or not the manuscript is acceptable for publication, and what modifications, if any, are necessary.

Please, follow the order given below when typing manuscripts. Only the manuscripts that conform to the following instructions will be considered.

For clearness the manuscript should be divided into the following sections: *Title, Summary* (with 3 to 6 keywords), *Introduction, Materials and methods, Results and discussion, Conclusions, Abstract* in Hungarian (if the paper is submitted in English) or in English (if the paper is submitted in Hungarian) with keywords and address of the author(s), *Acknowledgments* (if necessary), *References, Address of the authors*.

Figures and tables should be printed on separate sheets with their numbers and headlines at the top as well as legends below (when necessary). Their position should be marked in the text. XLS, JPG, TIF, GIF or BMP formats should be used for electronic submission. If a manuscript is submitted in Hungarian, all notices and legends should be translated in the following way:

1. táblázat Az egyényári szélfű előfordulása a Fertő-Hanság-medence kukoricavetéseiben

Table 1. Occurrence of *Mercurialis annua* L. in maize fields in the Fertő-Hanság-basin

Felvételzési hely (1)		Egyényári szélfű száma a felvételi négyzetekben (2)				Átlag db/4 m ² (3)
		1.	2.	3.	4.	
1.	Hanságfalva*	46	72	54	36	52
2.	Jánossomorja	38	27	25	30	30
3.	Hanságliget	2	1	4	0	2

* a tenyészedőszak folyamán sem mechanikai, sem pedig kémiai gyomirtásban nem részesült

(1) location of survey, (2) the number of *Mercurialis annua* L. in sample squares, (3) average pc/4 m²

* during the vegetation period neither mechanical nor chemical weed control was carried out

All figures (graphs, diagrams, photographs) and tables should be cited in the text and numbered consecutively throughout. Unmounted figures are preferred. All illustrations should be of good quality, well-contrasted and black and white. The values on the x- and y-axes must be clearly and precisely defined. SI units should be used.

Equations should be written in a separate line and numbered consecutively in parentheses at the right margin. The principle to use as few characters as possible is recommended.

Text has to be typed by 1.5 spacing with 2 cm margins on an A4 size paper using 12 pt Times New Roman font. Please do not use any header or footer. All titles and subtitles should be separated by empty rows. Give the full scientific name(s) of species used (in italic), as well as the cultivar (cv.) or variety (var.) wherever applicable.

The *Title* section should consist of the title, the full name(s) of the author(s), their affiliation(s) including only the headquarters of the institution(s). *Address of the authors* should contain full postal and e-mail addresses.

Authors bear the responsibility for the accuracy of the references; therefore, each reference should be thoroughly checked. All publications cited in the text should be presented in the *References* section, arranged in alphabetical order.

For an article: name(s) of author(s) in italics, year (in parentheses), title of article, name of journal, volume (bold), number (in parentheses) and pages:

- in the case of one author: e.g., *Pocsai K.* (1986): A lóbab vetőmagszükséglet csökkentési lehetőségeinek vizsgálata. *Növénytermelés*. **35**, (1) 39–44.
- in the case of more Hungarian authors: e.g., *Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Schmidt R. – Lantos Zs.* (1997): The effect of climatic conditions on the maize production. *Acta Agronomica Óváriensis*. **39**, (1–2) 1–14.
- in the case of more foreign authors: e.g., *Alam, M.Z. – Stuchbury, T. – Naylor, R.E.L. – Paul, A.K. – Sarkar, N.C.* (2004): Efficacy of supplemental calcium (Ca) on germination and early seedling growth of two modern rice cultivars differing in salt tolerance in paper towel method and in Petri dishes. *Acta Agronomica Óváriensis*. **46**, (1) 41–51.

For a book: name(s) of author(s) in italics, year (in parentheses), title of the book, publisher and place of publication: e.g., *Schmidt J.* (1995): *Gazdasági állataink takarmányozása*. Mezőgazda Kiadó, Budapest.

– in the case of citing a chapter in a book:

e.g., *Gimesi A.* (1979): A lucerna vegyszeres gyomirtása. In *Bócsa I. (szerk.): A lucerna termesztése*. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Reference in the text should contain the name(s) of the author(s) in italics and year of publication:

- in the case of one author: e.g., *Pocsai* (1986);
- in the case of two authors: e.g., *Pocsai* and *Szabó* (1983);
- in the case of more than two authors: e.g., *Schmidt et al.* (1983);
- and when an already cited article is cited: *Wagner* (1979) cit. *Fahn* (1982).

If the name(s) of the author(s) cannot be fitted into the text: (*Ivánicsics* 1971, *Gergátz és Seregi* 1985, *Szajkó* 1987). When referring to papers published in the same year by the same author, letters a, b, c, etc. should follow the year of publication.

Before publication, the journal may request technical and linguistic corrections from authors. Submission and publication are free of charge. The authors are expected to correct only typographical errors on the proofs. Any major changes in the text (such as additions) at that stage will be made at the author's expense. The proofs should be returned to the Editorial Board within 72 hours. Instead of printed reprints, a file in PDF format will be sent to the authors.

Tájékoztató és útmutató a szerzők részére

ÁLTALÁNOS SZEMPONTOK

1. Csak önálló kutatáson alapuló, más közleményekben meg nem jelent, a növénytermesztés (kertészet, genetika, növénykórtan, állati kártevők, agrometeorológia, növényélettan, agrobotanika stb.), állattenyésztés (takarmányozás, állatgenetika, állategészségügy stb.), élelmiszer- és az ökonómiai tudományok témakörébe tartozó **szakcikket** közölhetünk. **Szemle** rovatunkba a fenti tárgykörökhöz tartozó irodalmi összefoglalók, témadokumentációk, módszertani ismertetések stb. kerülnek.
2. Tudományos folyóiratunkban a dolgozatokat **angol** vagy **magyar** nyelven tesszük közzé. Ez attól függ, hogy az új tudományos eredmények **nemzetközi vagy inkább hazai érdeklődésre tarthatnak számot. Más nyelven a továbbiakban már nem fogadunk be cikkeket.** A közlemények megjelentetésekor, az adott lapszámok összeállításakor az angol nyelvű anyagok előnyt élveznek. A megfelelő nyelvi színvonal fenntartása érdekében **angolul írt cikk benyújtásakor anyanyelvi lektor által kiállított igazolást is kérünk csatolni.**
3. **Csak formailag kifogástalan kéziratot fogadunk el.**
4. **A kéziratot** – annak mellékleteivel együtt – **2 példányban kinyomtatva és elektronikusan** (adathordozón vagy e-mailben) kell megküldeni Dr. Varga Zoltán címére: Acta Agronomica Óváriensis Szerkesztőbizottsága, 9201 Mosonmagyaróvár, Vár 2.; varzol@mtk.nyme.hu

A KÉZIRAT ÖSSZEÁLLÍTÁSA

1. Formai követelmények

- 1.1. A kézirat táblázatokkal és ábrákkal együtt legfeljebb 16 gépelt – számozatlan – oldal legyen, Times New Roman CE betűtípussal 12 pt betűmérettel, körben 2 cm-es margóval hagyva. A gépírás fekete betűkkel, irodai (A/4-es) papír egyik oldalára, 1,5-es sorközrel történjék. Fej- és lábléc (másként: élőfej és élőláb) használatát kérjük mellőzni.
- 1.2. Az alcímeket, fejezetcímeket, egyéb elkülönülő részeket 1–1 üres sorral kell elválasztani a fő szövegtől, aláhúzás és sorszám nélkül.
- 1.3. Az idegen szavak írását fonetikusán vagy, ha még nem honosodtak meg, eredeti helyesírással kérjük.
- 1.4. A magyar fajnevek mellett a tudományos nevet (esetenként a címben is) fel kell tüntetni és *dőlt* betűvel írni. A fajták nevét (magyar és külföldi) a minősítésben elfogadott név szerint kell írni szintén *dőlt* betűvel (pl.: *Sinapis alba* cv. *Budakalász sárga*).

2. A kézirat szerkezete

- 2.1. A dolgozat címe alatt a szerző(k) neve, munkahelye(ik) és annak székhelye szerepeljen. Pontos cím megadása itt kerülendő. A tudományos fokozatot és munkahelyi beosztást nem közöljük.
- 2.2. A tudományos közlemények kialakult rendjének és kézirat felépítését a következő csoportosítás szerint kérjük:
 - Bevezetés, Irodalmi áttekintés, Anyag és módszer, Eredmények, Következtetések, Összefoglalás, Irodalom
 az Acta Agronomica Óváriensis hagyományainak megfelelően. Egyes fejezetek a téma jellege, terjedelme szerint összevonhatók: Bevezetés és az Irodalmi áttekintés, Eredmények és a Következtetések. Az Anyag és módszer helyett a szerző a Kísérletek leírása címet is használhatja.

2.3. Az Irodalom után kérjük feltüntetni a szerző(k) levélcímét (név, munkahely és annak székhelye a postai irányítószámmal; e-mail cím).

A fentiek szerint csoportosított kéziratot kiegészítik (külön oldalakra gépelve):

magyar nyelvű közlemény esetén

- magyar nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal
- angol nyelvű összefoglalás a dolgozat angol nyelvű címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén angol kulcsszavakkal
- táblázatok és ábrák
- angol nyelvű táblázat- és ábracímek
- az ábrák feliratait és a táblázatok fejléceit angol fordításban, számozva pl:

1. táblázat Az egynyári szélfű előfordulása a Fertő-Hanság-medence kukoricavetéseiben

Table 1. Occurrence of *Mercurialis annua* L. in maize fields in the Fertő-Hanság-basin

Felvételezési hely (1)		Egynyári szélfű száma a felvételi négyzetekben (2)				Átlag db/4 m ² (3)
		1.	2.	3.	4.	
1.	Hanságfalva*	46	72	54	36	52
2.	Jánossomorja	38	27	25	30	30
3.	Hanságliget	2	1	4	0	2

* a tenésztidőszak folyamán sem mechanikai, sem pedig kémiai gyomirtásban nem részesült

(1) location of survey, (2) the number of *Mercurialis annua* L. in sample squares, (3) average pc/4 m²

* during the vegetation period neither mechanical nor chemical weed control was carried out

angol nyelvű közlemény esetén

- angol nyelvű összefoglalás a végén kulcsszavakkal
- magyar nyelvű összefoglalás a dolgozat magyar címével, a szerző(k) nevével és a munkahely(ük) feltüntetésével, a végén magyar kulcsszavakkal
- külön-külön oldalakra gépelt táblázatok és ábrák (a címek, feliratok, fejlécek magyarra fordítása nem szükséges)

3. Irodalmi hivatkozások

- 3.1. Az Irodalmi áttekintés című fejezetbe – hivatkozáskor – egy szerző esetében a szerzők családnevének dőlt betűvel történő leírásával és zárójelben közleményének kiadási évszámával szerepeljen, pl. *Pocsai* (1986). Szerzőpárosra történő hivatkozás esetén a két név közé "és" szót tegyen: *Pocsai és Szabó* (1983). Kettőnél több szerző esetében az elsőként feltüntetett szerző neve után et al. rövidítést kérjük: *Schmidt et al.* (1983). Egy mondaton vagy témakörön belül, ha több szerzőre hivatkozik, akkor a mondat vagy a témakör tárgyalása végén zárójelben kérjük a szerzők nevének és közleményei kiadási évszámának a felsorolását: (*Iváncsics* 1971, *Gergátz és Seregi* 1985, *Szajkó* 1987). Tudományos közleményben, könyvben szereplő hivatkozásra történő utalásnál a cit. rövidítést kell használni (*Wagner* 1979 cit. *Fahn* 1982).
- 3.2. Az Irodalom összeállításakor **a dolgozatban idézett szerzők nevét** ABC- és megjelenési időrendű felsorolásban kérjük. Minden tanulmányt külön sorban kell feltüntetni.
- Folyóiratban megjelent cikkekre való hivatkozáskor a szerző családneve és keresztnévének kezdőbetűje *dőlten* szedve, a cikk megjelenésének évszáma zárójelben, a cikk címe, a folyóirat megnevezése, az évfolyam száma **félkövően**, a lapszám zárójelben és a kezdő-befejező oldal száma kerül felsorolásra,
- pl: *Pocsai K.* (1986): A lóbab vetőmagszükséglet csökkentési lehetőségeinek vizsgálata. Növénytermelés. **35**, (1) 39–44.

- Ha az idézett hivatkozás könyvben jelent meg, akkor kérjük a szerző nevét, a könyv megjelenési évszámát zárójelben, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét közölni, pl: *Schmidt J.* (1995): Gazdasági állataink takarmányozása. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Ha olyan szerzőre hivatkozik, aki társszerzőként írt a könyvben, akkor a szerző nevét az általa írt (hivatkozott) fejezet címét kérjük feltüntetni és "in" megjelöléssel a könyv szerkesztőjének a nevét, a könyv címét, kiadóját és a kiadó székhelyét, pl.: *Gimesi A.* (1979): A lucerna vegyszeres gyomirtása. In *Bócsa I. (szerk.): A lucerna termesztése.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Ha az Irodalmi áttekintésben több szerző által írt tanulmányra hivatkozott, az Irodalomban az összes szerző nevét ki kell írni és a nevek közé szóközzel kötőjelet keli tenni, pl: *Varga-Haszonits Z. – Varga Z. – Schmidt R. – Lantos Zs.* (1997): The effect of climatic conditions on the maize production. *Acta Agronomica Óváriensis.* **39**, (1–2) 1–14.
- Külföldi szerző esetében család- és keresztnév közé vesszőt kell tenni. Magyar szerzőknél ez kerülendő.

4. Ábrák és táblázatok

- 4.1. Kizárólag fekete-fehér ábrákat tudunk elfogadni.
- 4.2. A digitalizált képeket, ábrákat lehetőleg TIF, JPG kiterjesztésű állományként küldjük, és **ne a dokumentumba ágyazva.**
- 4.3. Táblázatok esetében kérjük, szintén Times New Roman betűtípust használjanak. Lehetőleg mellőzzék a táblázatok különféle kerettel és vonalvastagságokkal történő tarkítását.
- 4.4. Kérjük az eredeti ábrák, táblázatok külön állományban (pl. XLS) történő mentését, ezeket se illesszék a dokumentumba.
- 4.5. Ugyanazon adatsorokat grafikus és táblázatos formában nem közöljük.
- 4.6. Kérjük, hogy a szövegben az ábrákra és táblázatokra (dőlt betűvel írva) minden esetben hivatkozzanak.

5. Lektorálás, korrekció

- 5.1. Az angol nyelvű cikkek lektorálása két szinten (anyanyelvi és szakmai bíráló) történik. Mint azt az Általános szempontokban említettük, a közlemény beérkezésekor benyújtott anyanyelvi lektori igazolás biztosítja az előzetes nyelvi ellenőrzést, amit szakmai bíráló követ.
- 5.2. A szerzők javaslatot tehetnek a két szakmai lektor személyére. A javasolt lektorok tudományos minősítéssel rendelkező személyek legyenek. A javasolt lektorokat a Szerkesztőbizottság hagyja jóvá, illetve jelöl ki új lektorokat. A lektorok nevét az évi utolsó lapszámban a borító belső oldalán – a bírált cikk megjelölése nélkül - feltüntetjük.
- 5.3. A lektori véleményeket a szerzőknek a kézirattal együtt megküldjük. Kérjük a szerzőket, hogy dolgozatukat a bírálók javaslata alapján módosítva mielőbb küldjék vissza, 1 példányban kinyomtatva és CD lemezen vagy e-mail-ben (varzol@mtk.nyme.hu). Csak a végleges összeállítású, hibátlan dolgozatot tudjuk szerkeszteni. A nyomdai munka előtt a már szerkesztett közleményt (hasáblevonatot) a szerző címére pdf formátumban megküldjük, hogy azt a kézirattal egyeztesse, s az észlelt vagy szükséges javításokat hibalista formájában jelezni tudja szerkesztőségünknek. A hasáblevonatot 3 munkanapon belül szíveskedjenek visszaküldeni.

A megjelent dolgozatokért a Szerkesztőbizottság tiszteletdíjat nem tud fizetni, de a szerzők részére díjmentesen pdf formátumú digitális különlenyomatot küldünk.

A kéziratokat a dolgozat megjelenéséig megőrizzük.

Az Acta Agronomica Óváriensis 2012/1. számának megjelenését a
TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0006 számú projekt és a
Magyar Hallgatók az Európai Egyetemeken Alapítvány
támogatta.

ISSN 1416-647x

Kiadásért felelős
a Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar dékánja

Megjelent
a Competitor-21 Kiadó Kft.
9027 Győr, Külső Árpád út 35.
gondozásában
ügyvezető igazgató:
Andorka Zsolt

Tartalomjegyzék – Contents

<i>Lakatos Erika – Kovács Attila J. – Kapcsándi Viktória – Neményi Miklós:</i> Alacsony teljesítményű mikrohullámú sugárzás hatása a cellobiáz enzim működésére	3
<i>Szűcs Mihály– Szűcs Mihályné – Varga Zoltán:</i> A fizikai talajféleség befolyása egyes fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságokra a kisalföldi Duna-völgyi talajokban. I. A térfogattömeg	13
<i>Szűcs Mihály– Szűcs Mihályné – Varga Zoltán:</i> A fizikai talajféleség befolyása egyes fizikai és vízgazdálkodási tulajdonságokra a kisalföldi Duna-völgyi talajokban. II. A hidraulikus vezetőképesség	23
<i>Varga Zoltán – Varga-Haszonits Zoltán – Enzsölné Gerencsér Erzsébet – Lantos Zsuzsanna – Milics Gábor:</i> A fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia L.</i>) fejlődésének bioklimatológiai elemzése	35
<i>András Vér – János Cser:</i> Investigation of the Hungarian and Austrian agricultural advisory system among the farmers based on questionnaires	53
English Language Abstracts of PhD Dissertations Defended in the Doctoral Schools of the Faculty of Agricultural and Food Sciences at Mosonmagyaróvár between July 2011 and December 2011	
<i>Csilla Gombkötő:</i> Evaluative comparison of garlincs planted in autumn and in spring	63
<i>Eszter Molnár:</i> Qualitative analysis of Silver carp and African catfish fillet and products	64
<i>Szabina Németh:</i> Application of different selection and biotechnical methods for rentable goat breeding	65
<i>Éva Pogány:</i> Impact of Hungary's EU membership on the profitability of milk and pork production of the farms in the West-Transdanubian region	66
<i>Ágnes Szerencsi:</i> Microwave effect on baker's yeast (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	68
<i>Ágnes Tóth:</i> A survey on the usability of radio frequency based individual identification system in case of different types of poultry	69
Instructions to authors	70
Tájékoztató és útmutató a szerzők részére	72