



# **ACTA AGRONOMICA ÓVÁRIENSIS**



**VOLUME 52.**

**NUMBER 1.**

**Mosonmagyaróvár  
2010**

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

**NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM**  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
közleményei

**Volume 52.**

**Number 1.**

**Mosonmagyaróvár**  
**2010**

**Editorial Board/Szerkesztőbizottság:**

Varga Zoltán PhD Editor-in-chief

Alvincz József CSc  
Benedek Pál DSc  
Kovács Attila József PhD  
Kovácsné Gaál Katalin CSc  
Kuroli Géza DSc  
Manninger Sándor  
Nagy Frigyes PhD  
Nagy Krisztián  
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

**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.



## Effect of changes in heat resistance of *Salmonella* spp. during pasteurization on the efficiency of long term heat treatment at 55 °C

CSABA NÉMETH<sup>1</sup> – LÁSZLÓ FRIEDRICH<sup>1</sup> – CSABA BALLA<sup>1</sup> – ÁGNES SUHAJDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Corvinus University of Budapest  
Faculty of Food Science  
Department of Refrigeration and Livestock Products Technology  
Budapest

<sup>2</sup> Budapest University of Technology and Economics  
Faculty of Chemical Technology and Biotechnology  
Department of Applied Biotechnology and Food Science  
Budapest

### SUMMARY

In this study, a specific heating procedure was applied during which native homogenized liquid egg white, liquid egg yolk, and liquid whole egg samples were kept at 55 °C for 24 hours. The method proved to be more efficient than did the conventional liquid egg pasteurization process because the bacteria tested were completely destroyed by the end of thermal treatment. With this technology, the heat treatment of packaged liquid egg products can be performed, thereby preventing post-infections from the environment. It has also been found, however, that the applied long term heat treatment is not always efficient. Our results showed that the use of heat shock (e.g., pasteurization of products) prior to long term heating may increase the thermal resistance of surviving microorganisms.

**Keywords:** change in thermal resistance, heat shock proteins, *Salmonella*, heat treatment.

### INTRODUCTION

Nowadays, the food industry uses pre-processed egg products as raw materials instead of shell eggs. These are commercialized as liquid egg products or egg powders, which are produced by breaking the shell eggs followed by a pasteurization step (Froning *et al.* 2002). Most customers prefer liquid egg products because these well preserve the original properties of native egg.

Additionally, it should also be considered that, in the case of liquid eggs, contaminating microorganisms can be washed down from the shell. The most common microorganisms

include enterobacteria (*Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Serratia marcescens*, *Proteus* spp.) from the egg shell originating from the intestinal tract of the layer, *Staphylococcus aureus* from the surface of skin of fowl, other bacteria from faeces (*Streptococcus faecalis*), and bacteria most commonly causing spoilage of eggs (*Pseudomonas* spp.). In order to reduce the numbers of these bacteria and to inactivate all pathogens, heat treatment should be applied, which is done by pasteurization (Adams and Moss 1995).

In selection of pasteurization temperatures and holding times for treatment of liquid eggs, an optimum should be achieved considering two aspects: microbial counts should be appropriately reduced, whereas the heat sensitive components of liquid eggs should not be damaged. In the case of liquid egg white and liquid whole egg, heat treatments at 58–60 °C for 5 to 10 minutes are generally used in the industry, resulting in a decrease of 3 to 4 log cycles in total plate counts (Jones *et al.* 1983).

The shelf-life of products treated this way is short, they spoil rapidly. Without addition of preservatives these products can be stored at 4 °C for 5 to 14 days. For this reason, new technologies extending the shelf-life of liquid egg products need to be developed. One option is the 24 hours heat treatment of packaged liquid eggs at temperatures lower (i.e. at 51–55 °C) than that of pasteurization (Németh *et al.* 2008). The microbial destruction efficiency of such low temperature technologies may vary with different raw materials because when previously pasteurized liquid egg products are thus heated, the increased thermal tolerance of microorganisms should be taken into account (Ingraham 1987, Jin *et al.* 2008, Kumar and Kumar 2003).

The reason for increased heat tolerance is the production of special types of proteins known as "heat shock proteins" (Niedhart and VanBogelen 1987). However, their induction does not always lead to an increased thermal tolerance of bacteria (Bunning *et al.* 1990). Moreover, earlier research has demonstrated that the heat resistance developed this way will return to the original control level during the cell cycle at normal temperatures (Shah *et al.* 1991). Heat shock may increase the thermal tolerance of microbes, thereby influencing the efficacy of preservation processes using mild heat treatment, which is a serious threat from a food safety point of view. In this research, the changes in thermal tolerance of *Salmonella* sp., the most critical microorganisms in liquid egg products, incubated at 55 °C for 24 hours were studied.

## MATERIALS AND METHODS

Microbiological examinations were conducted to develop an alternative pasteurization method suitable for use in the manufacture of egg products. The effect of 24 hours heat treatment at 55 °C on reduction of viable cell counts was studied in samples spiked with *Salmonella* spp., with or without application of previous heat shock. Samples were raw (unpasteurized) liquid whole egg, liquid egg white, and liquid egg yolk kindly supplied by a local egg-processing plant (Capriovus Kft., Budapest, Hungary). The total plate counts of samples ranged from  $10^2$  to  $10^3$  cfu/cm<sup>3</sup>.

Detailed heat destruction tests were performed on two *Salmonella* strains: one isolated from egg products purchased from abroad and *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotype Enteritidis NCAIM B2052.

We prepared inocula with sterile water from the culture of *Salmonella* sp. made on meat agar slant aged 24 hours, by adding the quantity of 2 loops to each 10 cm<sup>3</sup> of sterile water and 1 cm<sup>3</sup> of this solution was inoculated into each liquid egg sample of 100 cm<sup>3</sup> and to 100 m cm<sup>3</sup> of peptone water. The initial viable cell counts of samples used in these trials ranged from 10<sup>6</sup> cfu/cm<sup>3</sup> to 10<sup>7</sup> cfu/cm<sup>3</sup>. Inoculation of microorganisms was performed at the storage temperature required for liquid egg products (4 °C), and then 100 cm<sup>3</sup> from each of the 3 parallels of the inoculated liquid egg white, liquid egg yolk and peptone water were placed into a 150 dm<sup>3</sup> incubator with glycerol mantle at 55 °C. Then the initial viable cell count was enumerated in nutrient agar by the pour-plate technique (agar-agar: 18 g/dm<sup>3</sup>, peptone: 5 g/dm<sup>3</sup>, glucose: 5 g/dm<sup>3</sup>, meat extract: 3 g/dm<sup>3</sup>, sodium chloride: 0.5 g/dm<sup>3</sup>). Total plate counts of samples were measured every 3 h. The number of replicate samples was three.

In the case of results below 10<sup>3</sup> cfu/cm<sup>3</sup>, we checked on salmonella-selective nutrient (XLD, BPL and bismuth sulphite) agars whether the *Salmonella* spp. added to the samples or a background contamination was measured.

To induce a possible change in thermal resistance, a preliminary heat shock was applied in some samples. The egg products spiked as described above and control peptone water were heat treated in water bath after infection (the temperature of samples exceeded 50 °C for 12 minutes and was kept at 58 °C for at least 7 minutes), and cooled down to room temperature (20 °C) with tap water. Subsequently, the samples were stored in a refrigerator for 30 minutes and then placed into an incubator at 55 °C similarly to those samples that did not undergo preliminary heat treatment. The total plate counts were measured in the same way as the samples without heat treatment. The heat destruction results of microorganisms tested with or without preliminary heat shock were compared. Results were evaluated with Student's two-tailed t test. The level of significance was set at  $P < 0.05$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

Different results were found in liquid egg white, liquid egg yolk, liquid whole egg, and peptone water samples at the end of the heat treatment process regarding the viable cell counts of *Salmonella* isolates with or without preliminary heat shock. In the samples heat-shocked at 58 °C for 7 minutes prior to long term heat treatment, viable microorganisms were detected even after keeping at 55 °C for 24 hours (the order of magnitude of viable cell counts in liquid egg yolk was above 10<sup>2</sup> cfu/cm<sup>3</sup>). By contrast, in the samples not exposed to preliminary heat shock the viable cell counts were reduced below the detection level of 1 cfu/cm<sup>3</sup>. Microorganisms surviving the 24 hours heat treatment procedure were inoculated into selective nutrient (XLD, BLP and bismuth sulphite) agars (3 colonies per slide), and the results confirmed them to be *Salmonella* spp.

It was investigated whether the changes in heat resistance of samples exposed to heat shock prior to the treatment were reflected in the heat destruction rate of the *Salmonella* isolate. Normalized data ( $N/N_0$ ) values were used to offset the differences in initial cell counts ( $N_0$ ). Normalized data were calculated from the means of 3 parallel measurements. The logarithms of normalized data ( $\lg N - \lg N_0$ ) values and their 95% confidence intervals are demonstrated in the survival curves (Figures 1–4.). The confidence intervals were determined from the residual mean of squares of the variance analysis of  $\lg N$  data. Due to the non-linearity of the survival curves, no heat destruction rate valid for the entire range investigated could be calculated.

Figure 1. *Salmonella* isolate in liquid egg white

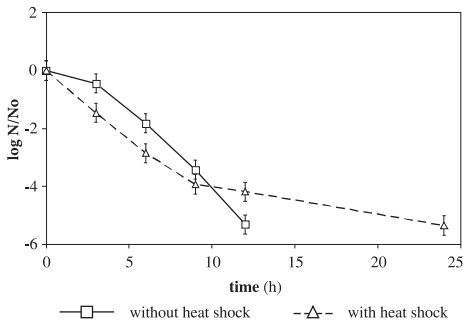


Figure 2. *Salmonella* isolate in liquid egg yolk

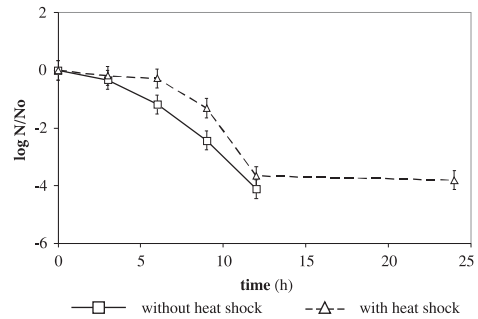


Figure 3. *Salmonella* isolate in liquid whole egg

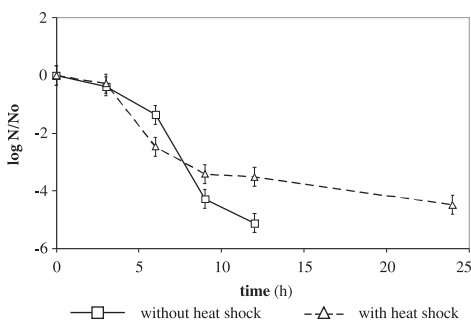
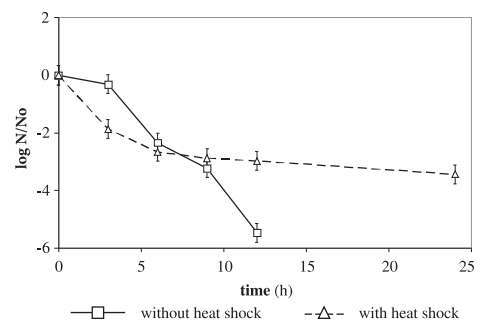


Figure 4. *Salmonella* isolate in peptone water



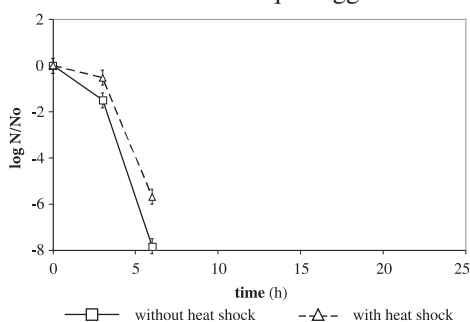
In calculating the slope of survival curves, we performed linear regression only in a narrow range. Because of the low number of points (2–4) belonging to the linear section, the uncertainty of the estimation was very high and, consequently, no significant differences between the heat destruction rates could be found. The viable cell counts of samples treated with or without application of heat shock were significantly different for each liquid egg product (Figures 1–4.).

As for the samples treated with pre-heat shock, the slopes of the linear section of survival curves of the *Salmonella* isolate were not significantly different from 0 in liquid egg yolk,

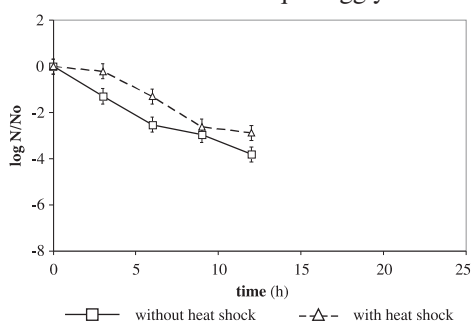
liquid whole egg, and peptone water, which was due to the non-linearity and very low degrees of freedom. However, it can be seen in *Figures 2–4*. that reductions of 2 to 3 log cycles were achieved during the first 9 h of heat treatment, and the rate of destruction started declining only after this period.

Heating at 55 °C for 24 hours, even when pre-heat shock was applied, resulted in final viable *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotype Enteritidis NCAIM B2052 counts below the detection level in all treatments (*Figures 5–8*). Because of the low number of measurement points, no significant differences were observed in the linear section between the slopes of survival curves belonging to the same heating medium.

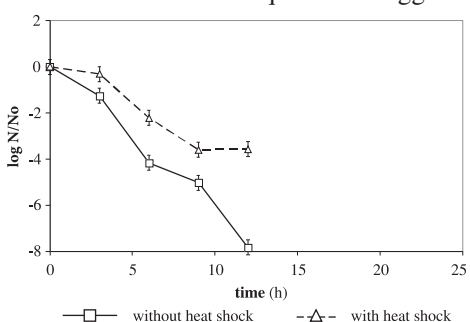
*Figure 5. Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotype Enteritidis NCAIM B2052 in liquid egg white



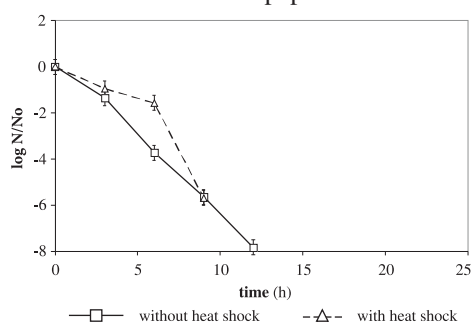
*Figure 6. Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotype Enteritidis NCAIM B2052 in liquid egg yolk



*Figure 7. Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotype Enteritidis NCAIM B2052 in liquid whole egg



*Figure 8. Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotype Enteritidis NCAIM B2052 in peptone water



Based on the results of our trials, the destruction rate of microorganisms was highest in egg white. Literature data have shown that there are various proteins in egg white that reduce microbial counts and suppress their growth. Such proteins include lysozyme (*Park et al.* 2006) that can dissolve the bacterial cell wall, avidin (*Elo et al.* 1980) that is able to bind biotin (primarily inhibiting Gram(-) proliferation) and conalbumin (*Ibrahim et al.* 2000), which can bind Fe<sup>2+</sup> (also primarily inhibiting Gram(-) proliferation). In addition, the pH

value of egg white is around 9, and this inhibits the growth of the majority of bacteria contaminating the egg (Board and Fuller 2008). As reflected by our results, unlike egg white, egg yolk has a protective effect due to its lecithin content (Chhabra *et al.* 2002). As a consequence, the lowest destruction rates of microorganisms were found in egg yolk.

## CONCLUSIONS

By measuring the reduction in viable cell counts as a function of time, we obtained results that are largely similar to literature data. The use of heat shock prior to long term heating at 55 °C may increase the heat tolerance of *Salmonella* spp., however, this phenomenon cannot always be observed.

Having resulted in a 5-log reduction in viable cell counts, the long term heat treatment method proved to be more efficient in destroying *Salmonella* spp. than did the conventional liquid egg pasteurization procedure. Long term heating was especially effective when no pre-heat shock was applied because the bacteria tested did not acquire heat tolerance and, thus, were completely killed by the end of the 24 hours holding time at 55 °C. *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serotype Enteritidis NCAIM B2052 counts decreased below the detection limit by the end of the thermal treatment period in both the heat-shocked and non-heat-shocked samples, which was a reduction of at least 6 orders of magnitude. However, in the case of the *Salmonella* isolate this was only true for the samples not subjected to heat shock. As a result of heat shock, the viable cell counts of the *Salmonella* isolate decreased by 3 to 4 log cycles and remained practically unchanged afterwards.

Aside from some increase in viscosity, no significant changes were observed in the consistency of the liquid egg products tested. Based on our measurements, there is an opportunity to develop an egg preservation technology by which the heat treatment of packaged, raw, homogenized liquid egg products can be performed using long term heating at 55 °C, thereby preventing post-infections from the plant environment.



***Salmonella* spp. pasztörözés alatt bekövetkező  
hőrezisztencia változásának hatása a hosszan tartó,  
55 °C-os hőmérsékleten végzett hőkezelés hatékonyságára**

Németh Csaba<sup>1</sup> – Friedrich László<sup>1</sup> – Balla Csaba<sup>1</sup> – Suhajda Ágnes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Budapesti Corvinus Egyetem  
Élelmiszertudományi Kar  
Hűtő- és Állattermék Technológiai Tanszék  
Budapest

<sup>2</sup> Budapest University of Technology and Economics  
Faculty of Chemical Technology and Biotechnology  
Department of Applied Biotechnology and Food Science  
Budapest

### ÖSSZEFOGLALÁS

Kísérleteinkben tojásleveket hőntartással kezeltünk, amely során a natív, homogénezett tojásfehérje-lé, tojássárgája-lé és teljestojás-lé mintákat 24 órán át 55 °C-on tartottuk. Ez a tojáslé-tartósítási eljárás a szokásos tojáslé-pasztörözési eljárásnál eredményesebbnek bizonyult, ugyanis a 24 órás 55 °C-os hőntartás végére elpusztultak a vizsgált baktériumok. Egy ilyen hőntartásos technológiával a tojáslé-termékek csomagolóanyagban történő hőkezelését lehetne megoldani, amellyel kiküszöbölhető lenne az üzemi környezetből történő utófertőződés. Ugyanakkor munkánk során azt is megállapítottuk, hogy a hőntartásos kezelés előzetesen pasztörözött termékeknél nem minden esetben jár megfelelő eredménnyel. Kísérleteink során azt tapasztaltuk, hogy a hőntartást megelőző hősokk – például a termékek pasztörözése – megnövelheti a túlélő mikrobák hőrezisztenciáját, így ezekkel a baktériumokkal szemben az új eljárás nem mindig hatásos.

**Kulcsszavak:** hőrezisztencia változás, hősokk-fehérjék, *Salmonella*, hőntartás.

### ACKNOWLEDGMENT

The authors thank to Dr. Olivér Reichart (Szent István University, Faculty of Veterinary Science, Department of Food Hygiene) for his critical suggestions and discussions.

### REFERENCES

- Adams, M. R. – Moss, M. O.* (1995): Food Microbiology, Bacterial Agents of Foodborne Illnesses. Chapter 7, The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Board, R. G. – Fuller, R.* (2008): Non-specific antimicrobial defences of the avian egg, embryo and neonate. *Biol. Rev.*, 49, 15–49.

- Bunning, V. K. – Crawford, R. G. – Tierney, J. T. – Peeler, J. T. (1990): Thermotolerance of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella typhimurium* after sublethal heat shock. *Appl. Environ. Microbiol.*, **56** (10), 3216–3219.
- Chhabra, A. T. – Carter, W. H. – Linton, R. H. – Cousin, M. A. (2002): A predictive model that evaluates the effect of growth conditions on the thermal resistance of *Listeria monocytogenes*. *Int. J. Food Microbiol.*, **78**, 235–243.
- Elo, H. A. – Räsänen S. – Tuohimaa P. J. (1980): Induction of an antimicrobial biotin-binding egg white protein (avidin) in chick tissues in septic *Escherichia coli* infection. *Cell. Molec. Life Sci. (CMLS)*, **36**, 312–313.
- Froning, G. W. – Peters, D. – Muriana, P. – Eskridge, K. – Travnické, D. – Sumner, S. S. (2002): International egg pasteurization manual, United Egg Association, Alpharetta, GA, pp. 5–12.
- Ibrahim, H. R. – Sugimoto, Y. – Aoki, T. (2000): Ovotransferrin antimicrobial peptide (OTAP-92) kills bacteria through a membrane damage mechanism. *Biochim. Biophys. Acta.*, **1523**, 196–205.
- Ingraham, J. (1987): Effect of temperature, pH, water activity, and pressure on growth. pp. 1543–1554. In Neidhardt, F. C., Ingraham, J., Low, K. B., Magasanik, B., Schaechter, M., Umberger, H. E., *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*: cellular and molecular biology, Vol. 2. American Society for Microbiology, Washington, D.C.
- Jin, T. – Zhang, H. – Boyd, G. – Tang, J. (2008): Thermal resistance of *Salmonella enteritidis* and *Escherichia coli* K12 in liquid egg determined by thermal-death-time disk. *J. Food Eng.*, **84**, 608–614.
- Jones, J. M. – Monsey, J. B. – Payne J. (1983): Egg pasteurisation. *Nutr. Food Sci.*, **83**, 18–19.
- Kumar, A. – Kumar, S. (2003): Survival kinetics of *Salmonella enterica* serotype *senftenberg* (*S. senftenberg*) after heat and acid stress. *World J. Microbiol. Biotechnol.*, **19**, 985–987.
- Németh Cs. – Friedrich L. – Suhajda Á. – Balla Cs. (2008): Tojáslé-termekek alacsony hőmérsékletű hőkezelésének vizsgálata. *Élelmészési Ipar*, **62**, 202–204.
- Niedhart, F. C. – VanBogelen, R. A. (1987): Heat shock response. pp. 1334–1345. In Neidhardt, F. C., Ingraham, J., Low, K.B., Magasanik, B., Schaechter, M., Umberger, H.E., *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*: cellular and molecular biology, Vol. 2. American Society for Microbiology, Washington, D.C.
- Park, S. I. – Daeschel, M. A. – Zhao, Y. (2006): Functional properties of antimicrobial lysozyme-chitosan composite films. *J. Food Sci.*, **69**, 215–221.
- Shah, D. B. – Bradshaw, J. G. – Peeler, J. T. (1991): Thermal resistance of egg-associated epidemic strains of *Salmonella enteritidis*. *J. Food Sci.* **56**, 391–393.

*Address of the authors – A szerzők levélcíme:*

NÉMETH Csaba – FRIEDRICH László – BALLA Csaba  
 Corvinus University of Budapest  
 Faculty of Food Science  
 Department of Refrigeration and Livestock Products Technology  
 H–1118 Budapest, Ménesi út 43–45.

SUHAJDA Ágnes  
 Budapest University of Technology and Economics  
 Faculty of Chemical Technology and Biotechnology  
 Department of Applied Biotechnology and Food Science  
 H–1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.



## Élelmiszeripari termékek hőeffúzivitásának fotopiroelektromos meghatározása

SZAFNER GÁBOR<sup>1</sup> – BICANIC DANE<sup>2</sup> – DÓKA OTTÓ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nyugat-magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Matematika, Fizika és Informatika Intézet  
Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup> Wageningeni Egyetem  
Biofizikai Laboratórium  
Wageningen

### ÖSSZEFOGLALÁS

Ebben a tanulmányban egy viszonylag új módszert mutatunk be kolloid élelmiszerek termikus tulajdonságainak (effúzivitásának) meghatározására. Kereskedelmi forgalomban kapható élelmiszereket vizsgáltunk inverz fotopiroelektromos módszerrel, amely az effúzivitás gyors és roncsolásmentes mérését teszi lehetővé. A kapott értékek azt mutatják, hogy az effúzivitást legnagyobb mértékben a víztartalom és a zsírtartalom befolyásolja. A víztartalom növeli, míg a zsírtartalom általában csökkenti az effúzivitás értékét. Mért eredményeinket az irodalomban található értékekkel hasonlítottuk össze, és az ismert effúzivitások esetén gyakorlatilag azonos eredményeket kaptunk. Ismeretlen effúzivitású élelmiszerek esetén a kapott értékek teljesen újnak számítanak. Az effúzivitás értékének ismerete – a hőtani paraméterek közötti összefüggések ismeretében – további hőtani jellemzők meghatározását teszi lehetővé.

**Kulcsszavak:** inverz fotopiroelektromos módszer, élelmiszerek hőfizikai tulajdonságai, hőeffúzivitás, víz–zsír rendszerek.

### BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az utóbbi évtizedekben az élelmiszerek minősége, ennek biztosítása és ezáltal fizikai, kémiai tulajdonságainak mérése egyre jelentőségtelesebbé vált. Egyik ilyen tulajdonságot az élelmiszerek hőtani paraméterei jelentik. Egyes élelmiszeripari termékek esetén a termék technológiai gyártási folyamatának modellezéséhez azok hőtani tulajdonságainak ismerete nélkülözhetetlen (Carson *et al.* 2006). A hőtani paraméterek (hőkapacitás, hőeffúzivitás, hővezetési és hődiffúziós tényező) ismerete alapvető követelmény a hőcserélődési tech-

nikák, mint pl. főzés, fagyasztás, gyorsfagyasztás, hőkezelés hatásainak megértéséhez és optimális kivitelezéséhez (Mohamed 2009). Az említett hőtani paraméterek meghatározására, annak ellenére, hogy számos módszer létezik, mégis a tranziens vonal-forrás (TLS) módszer az egyik legelterjedtebb (Sweat és Haugh 1974), amelynek segítségével a minták hővezetési és hődiffúziós tényezője határozható meg. Ennek során egy vezeték (általában konstantán) használják, amely egy termoelemet is tartalmaz, ami a mintába beszúrható. Egy konstans árammal felforrósítják a vezeték, amelynek hőjét az őt körülvevő minta elnyeli, megváltoztatva annak hőmérsékletét, amit a termoelem mér. A mintában kialakuló hőmérsékletprofilból a minta hővezetési tényezője meghatározható.

A tranziens sík-forrás módszer egy viszonylag új módszer élelmiszerek hőtani tulajdonságainak mérésére (Huang és Liu 2009). Ebben az esetben egy elektromosan fűthető, általában kör alakú vékonyréteget alkalmaznak a minták fűtésére, a hőmérséklet mérésére pedig rendszerint ellenálláshőmérőket. A minta változó hőmérsékletéből lehet aztán a hővezetési és hődiffúziós tényezőket meghatározni.

Az iker medencés módszer (Paksy 1996) során két medencét használnak, az egyik medencében a vizsgálandó minta, míg a másikban a standard található, melyeket egy úgynevezett „munka” folyadék köt össze. A mintát meghatározott hőmennyiséggel felmelegítik, és ezt a hőmennyiséget vezeti el a munka folyadék. Az elvezetett hőmennyiséget mérik, és a már ismert tulajdonságú referenciához viszonyítják. A módszerrel az anyagok hőtárolási kapacitása határozható meg.

További hagyományos, jól ismert módszerek is léteznek a hőtani tulajdonságok meghatározására, mint pl. a kalorimetriás módszerek (Wadsö és Galindo 2009), vagy a differenciál pásztazó kalorimetria (DSC) (Kalnin et al. 2002).

A hagyományos, jól ismert módszerek mellett viszonylag újabb módszernek tekinthetők a fototermikus elven működő fotopiroelektromos módszerek. A fotopiroelektromos (PPE) módszereknek két különböző változata ismert attól függően, hogy közvetlenül a mintát, vagy a fóliát világítjuk meg. Az előbbi a standard (SPPE), míg utóbbi az inverz (IPPE) konfiguráció (Dadarlat és Neamtu 2009).

Mindkét változat alkalmas a minták gyors és roncsolásmentes tanulmányozására, amelynek során a minta termikus tulajdonságairól kapunk információkat (Chirtoc et al. 1991). Emellett megfelelő körülmények között lehetőség van a minta hőkapacitásának, hővezetési tényezőjének, a hődiffúzió és az effúzió értékeinek egyidejű mérésére (Marinelli et al. 1992).

A PPE módszerek alkalmazása során a méréseket a fény egy adott modulációs frekvenciáján végzik. Nem mindegy azonban a mérési frekvencia kiválasztása. Az optimális frekvenciatartomány a 0,5 és 5 Hz között található (Favier et al. 1998). Ebben a tartományban a PPE fólia által adott feszültség lineárisan változik a frekvencia négyzetgyökének értékeivel, míg ezen tartományon kívül a mért jel egy telítési szakaszba lép át.

A legtöbb élelmiszer viszonylag nagy nedvességtartalommal rendelkezik, így az élelmiszerek hőtani paramétereinek egyik jelentős befolyásolója az élelmiszerek víztartalma (Saad és Scott 1996). Ugyanakkor az egyéb összetevők, mint a zsír, illetve olajtartalom is jelentősen befolyásolja az élelmiszerek hőtani tulajdonságait (Sablani és Rahman 2003).

Az élelmiszereket, eredetüket illetően alapvetően két csoportba sorolhatjuk: az állati és növényi eredetű élelmiszerek. Az állati eredetű élelmiszerek egyik jelentős csoportját a tej és tejtermékek alkotják. Ilyen termékek hőtani tulajdonságainak vizsgálatával *Dadarlat et al.* (1996b) foglalkoztak. Egy másik nagy csoportot alkotnak a húсок, illetve húspépek. Minden olyan esetben, amikor termikusan jó a kapcsolat a szenzor és a minta között az ilyen termékek hőtani tulajdonságai kiválóan tanulmányozhatók (*Dadarlat et al.* 1998a). A növényi eredetű élelmiszerekhez tartoznak a különböző növényi olajok, mustár, ketchup, margarin, zöldség-, illetve gyümölcspépek. Ezek a kolloid rendszerek is vizsgálhatók fotopiroelektromos módszerekkel, és a kapott hőtani paraméterek jó egyezést mutatnak a más módszerekkel meghatározott értékekkel (*Dadarlat et al.* 1996a, *Dadarlat et al.* 1997). Az alábbiakban bemutatunk egy inverz konfigurációban működő elrendezést, amellyel mind növényi, mind állati eredetű termékeken végeztünk méréseket. Az ismert effúzivitású mintákat összehasonlítottuk az általunk mért értékekkel, míg az ismeretlen effúzivitású mintáknál célunk volt ezen érték meghatározása és közlése.

### A MÓDSZER ELMÉLETI HÁTTERE

A fotopiroelektromos rendszereknél a szenzor egy piroelektromos fólia. Ennek a fóliának mindkét felülete fémmel van bevonva. Ha a fólia polarizálódik, akkor a felületén polarizációs töltések jelennek meg. Ezt az állapotot a polarizációs töltések kimutatásával lehet detektálni. Amennyiben a piroelektromos fóliát melegítjük, akkor a polarizációs töltéssűrűség a piroelektromos effektus miatt megváltozik. A melegítést végezhetjük oly módon, hogy a piroelektromos fólia felületét modulált lézerral világítjuk meg. Ebben az esetben a modulált lézernyaláb a piroelektromos fólia felületén elnyelődik és az így keletkezett hő melegíti fel a fóliát. Az inverz módszer esetén a fóliát alulról világítjuk meg, míg a mintát a fólia felületére helyezzük. A lézer energiájának tökéletesebb elnyelése érdekében a fólia alsó felületét be kell feketíteni, ez nem csak a fény abszorpciójának hatékonyságát növeli, hanem az abszorpció a beérkező fény hullámhosszától is független lesz. Az effektus során a mintában keletkezett hőmérséklet ( $T_k$ ) a következőképpen írható le:

$$T_k = T_0 + T_{dc} + T_{ac} \quad (1)$$

ahol  $T_0$  a környezeti hőmérséklet,  $T_{ac}$  a moduláció következtében a hőmérséklet változó komponense,  $T_{dc}$  pedig a hőmérséklet állandó komponense, amely függ a szaggatás frekvenciájától és a szenzor geometriájától is (*Marinelli et al.* 1992).

Ha egy ilyen piroelektromos fólia két felületére elektródokat kapcsolunk és a piroelektromos fóliát – a fent leírt módon – melegítjük, akkor a piroelektromos fólia két felülete között töltések áramolnak, azaz egy polarizációs áram jön létre. A polarizációs áramot a következő összefüggés írja le:

$$I_p = \frac{\Delta Q_p}{\Delta t} \quad (2)$$

ahol  $\Delta t$  az áramlás ideje,  $\Delta Q_p$  pedig a polarizációs töltések mennyisége, mely a következő összefüggéssel írható le:

$$\Delta Q_p = \Delta q_p \cdot A \quad (3)$$

ahol  $\Delta q_p$  a polarizációs töltéssűrűség változása, az  $A$  pedig a piroelektromos fólia felülete. Mivel a piroelektromos fóliát modulált lézernyalábbal világítjuk meg, így a létrejött töltéssűrűség változása is a modulációs frekvenciával azonos frekvenciájú periódussal jelentkezik. Ez a töltéssűrűség változás egy ugyanilyen frekvenciájú feszültségváltozást hoz létre, amelyet fázisérzékeny (lock-in) erősítőre kapcsolva, az adott frekvencián, fázisban felerősített jelet kapunk. A fázisérzékeny erősítő lehetővé teszi, hogy a viszonylag magas háttérzajjal terhelt mért jelből is jó jel/zaj viszonyú eredményeket kapunk. Az így kapott jelből relatív vizsgálati módszer alkalmazásával, tetszőleges minta hőeffúzivitás értéke meghatározható.

Az effúzivitás egy olyan hőtani paraméter, amely az adott minta hővezetési tényezőjéről, fajlagos hőkapacitásától és sűrűségétől a következőképpen függ:

$$e = (\kappa \cdot \rho \cdot c)^{1/2} \quad (4)$$

itt  $\kappa$  a hővezetési tényező,  $\rho$  a sűrűség és  $c$  a fajlagos hőkapacitás. Az effúzivitás az anyagok termikus ellenállását jellemzi, azaz az anyagnak azt a képességét, hogy hőenergiát cserél a környezetével, vagy másképpen megmutatja azt, hogy az anyagok felületén bekövetkező hőmérsékletváltozás hogyan jut az anyag belsejébe. Mindezekon túl azért is fontos paraméter, mert más fizikai paraméterekkel kombinálva teljesebbé teszi az anyagok termikus jellemzését.

A relatív mérési módszer lényege (*Dadarlat et al.* 1996b), hogy egy ismert hőeffúzivitású anyag (rendszerint desztillált víz) fotopiroelektromos jelét mérve meghatározzuk a minta effúzivitásának és mért IPPE jelének hányadosát, ez az arány érvényes lesz az ismeretlen effúzivitású – de ugyanazzal a IPPE mérőrendszerrel mért – minta IPPE jelére is. Ennek alapján a következő összefüggésből meghatározhatjuk az ismeretlen minta effúzivitását:

$$e_s = \frac{e_r \cdot V_r}{V_s} \quad (5)$$

ahol  $e_r$ ,  $e_s$ , valamint  $V_r$ ,  $V_s$  a referencia minta és a vizsgált minta effúzivitás értékeit, illetve a mért IPPE jel amplitúdóját jelentik.

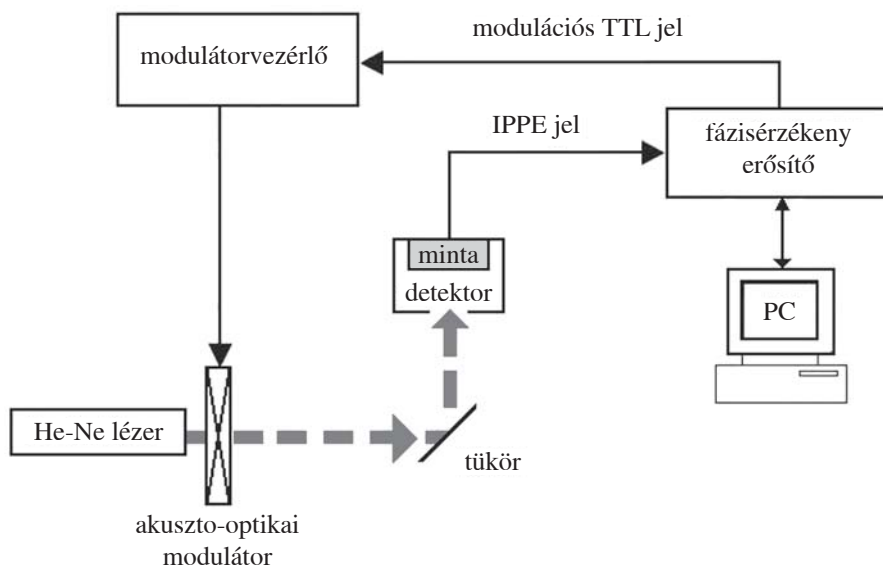
## ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

A vizsgált minták kivétel nélkül kereskedelmi forgalomban kapható növényi és állati eredetű élelmiszerek voltak. A növényi eredetű mintákat bor, bébi ételek, olíva- és napraforgóolajok, ketchup, mustár jelentették, míg az állati eredetű termékeket tejfölök, majonéz, kefirek, méz és joghurt képviselték. A mintákat a méréseket megelőzően mechanikus keveréssel homogenizáltuk, ezen kívül semmilyen mikrobiológiai vagy kémiai kezelést nem végeztünk, azaz a mérések nem igényelnek minta előkészítést.

A fentiekből következik, hogy a kísérleti berendezésnek tartalmaznia kell egy intenzív fényforrást, valamilyen modulációs technikát, mintatartót és mérőkamrát, valamint a mért jel rögzítését végző technikát. Ennek megfelelően az általunk alkalmazott mérőrendszer vázlatos elrendezését mutatja az 1. ábra.

1. ábra Az effúzivitás meghatározásához alkalmazott IPPE mérőrendszer sematikus ábrája

Figure 1. The experimental arrangement for the measurement of thermal effusivity by IPPE method

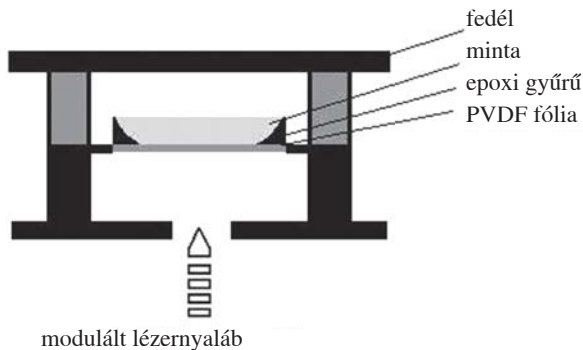


Fényforrásként egy Melles Griott 05-LHP-141 Helium-Neon lézert alkalmaztunk. A lézernyaláb átmérője 1,5 mm, divergenciája 2,0 mrad. A polarizációja 1000:1 és a teljesítménye 3,6 mW. A lézernyalábot egy akusztó-optikai modulátor (Isomet Co., Model 1205-603D) segítségével moduláltuk, amelyet a fázisérzékelő erősítő TTL jele vezérelt. A modulált nyalábot egy síktükör vetítette a PPE fólia (polyvinilidenedifluoride, PVDF) befeketített alsó felületére. A mintát a fóliára helyezük, ami elvezeti a hőt a fóliáról, azaz megváltoztatja a fólián mérhető feszültséget, amely a fázisérzékelő erősítőre (Stanford Research, SR-830) került. Ez utóbbi soros porton keresztül kapcsolódott egy számítógéphez, amely az adatfeldolgozást végezte.

Az IPPE detektort mutatja a 2. ábra. A polivinilidénfluorid (PVDF) fólia befeketített alsó felületére érkezik a modulált lézernyaláb. A fólián egy epoxi gyantából készült, kb. 1 cm átmérőjű, gyűrű biztosítja, hogy a folyékony minták ne tudjanak szétfolyni és így a minta „mozgása” nem zavarja a méréseket. A méréshez szükséges minta mennyisége 0,5 cm<sup>3</sup> volt.

2. ábra Az IPPE detektor

Figure 2. The schematic view of the IPPE detector



A méréseket 0,5 Hz modulációs frekvencián végeztük, mert ezen a frekvencián a fólián mért jel a frekvencia négyzetgyökének lineáris tartományába esik, továbbá a rendszer jel/zaj viszonya is kedvező.

Minden minta esetén három, egymástól független mérést végeztünk. Egy mérés során a számítógép 256-szor olvasta ki az erősítő megfelelő csatornáját és ezek átlaga jelentette a mérés eredményét. A mintacserék során a fóliát először desztillált vízzel, majd alkohollal tisztítottuk meg.

## EREDMÉNYEK

Méréseink első lépéseként a desztillált vízben mért amplitúdó értékeket határoztuk meg. A fentiek alapján ezen értékek ismerete nélkülözhetetlen az ismeretlen effúzivitású minták effúzivitásának meghatározásához, hiszen ezt használjuk referenciaként.

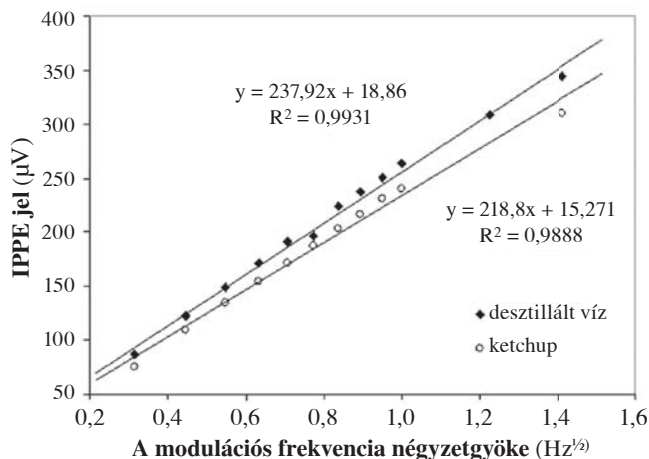
A desztillált víz effúzivitás értéke jól ismert és számos publikációban megtalálható,  $e_r = 1580 \text{ W s}^{1/2} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ . A kapott effúzivitás értékek szempontjából alapvető fontosságú, hogy a mért IPPE amplitúdók lineárisan függjenek a modulációs frekvencia négyzetgyökétől, ellenkező esetben ugyanis az effektus telítődik és helytelen eredményeket kapunk. A helyes frekvenciatartomány megválasztásához meghatároztuk a 0,1–2,0 Hz frekvenciatartományban a desztillált víz IPPE amplitúdójának függését a frekvencia négyzetgyökétől. Annak igazolására, hogy ez a linearitás nem csak a vízre teljesül, a 3. ábra a ketchupra kapott frekvenciafüggést is mutatja.

A korábban felsorolt mintákon, a kiválasztott frekvencián (0,5 Hz) három független mérést végeztünk. A tipikus IPPE jel 100 és 200  $\mu\text{V}$  között volt a rendszerben a vizsgált mintákon. A három független mérés átlagából, valamint a desztillált vízre mért jelből és a víz effúzivitásából az (5) összefüggésnek megfelelően meghatároztuk a termékek effúzivitását. A kapott értékeket az 1. táblázat mutatja, amely tartalmazza a három mérésből kapott szórás értékeit is.



3. ábra. A desztillált vízen (◆) és a ketchupon (○) mért IPPE jel a frekvencia négyzetgyökének függvényében

Figure 3. The magnitude of the measured IPPE signal from distilled water (◆) and tomato ketchup (○) plotted as a function of the square root of the modulation frequency



1. táblázat A különböző élelmiszerek effúzitás értékei

Table 1. Thermal effusivity of various foods

Minták (1)	Mért effúzitás (Ws <sup>1/2</sup> m <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ) (2)	Irodalmi effúzitás (Ws <sup>1/2</sup> m <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ) (3)
Tejföl 20% zsírtartalommal (4)	1521 ±11	1462(Dadarlat et al. 1996b)
Tejföl 10% zsírtartalommal (5)	1623 ±10	
Ketchup (6)	1405±37	1457(Dadarlat et al. 1996b)
Mustár (7)	1376 ±35	1527(Dadarlat et al. 1996b)
Majonéz 27% zsírtartalom (8)	1502±13	869 (Bicanic et al. 1992)
Majonéz 80% zsírtartalom (9)	739±3	
Kefír (10)	1481 ±4	n.a.
Kaukázusi kefir (11)	1519 ±7	n.a.
Natúr joghurt (12)	1481 ±8	n.a.
Vegyes virágméz (13)	1351±5	1088-1380*(Dadarlat et al. 1998b)
Bor (14)	1544±16	n.a.
Olívaolaj (15)	539±7	621(Dadarlat et al. 1996b)
Napraforgóolaj (16)	525±2	667(Dadarlat et al. 1996b)
Bébi étel (őszibarack, alma, banán) (17)	1700±16	n.a.
Bébi étel (sárgarépa) (18)	1802±31	n.a.
Bébi étel (süttők almával és sárgarépával) (19)	1907±16	n.a.

n.a.: nincs adat, \*az értékek függenek a méz típusától és víztartalmától

(1) the test samples, (2) experimental values for thermal effusivity, (3) literature data for thermal effusivity, (4) sour cream with 20% fat, (5) sour cream with 10% fat, (6) ketchup, (7) mustard, (8) mayonnaise with 27% fat, (9) mayonnaise with 80% fat, (10) kefir, (11) caucasian kefir, (12) yogurt, (13) mixed honey, (14) wine, (15) olive oil, (16) sunflower oil, (17) baby food (peach, apple, banana) (18) baby food (carrot), (19) baby food (pumpkin, apple and carrot)

n.a.: no data available, \*: values depend on the type of honey and its moisture content

Jól látható, hogy a nagy zsír-, vagy olajtartalommal rendelkező minták effúzivitása jóval kisebb, mint az általában nagy víztartalommal rendelkező mintáké.

A kapott eredményeket összehasonlítottuk az irodalomban megtalálható effúzivitás értékekkel (már, amelyik termék effúzivitása ismert) és látható, hogy a jelentős eltérések nincsenek.

### KÖVETKEZTETÉS

A kísérleti berendezés alkalmas a különböző élelmiszerminták effúzivitás értékeinek gyors és pontos mérésére, mind optikailag átlátszó mind átlátszatlan minták esetében. A mérések alkalmazhatóak minden olyan esetben, amikor a szenzor és a minta között lévő termikus kapcsolat jó, azaz a határrétegnek jó a hővezetése, ezáltal számos élelmiszer termikus adata meghatározható. A különböző élelmiszerek effúzivitás értékei között szignifikáns különbség mutatkozott, ami az élelmiszerek eltérő összetételének, valamint szerkezetének a következménye. A víz effúzivitásához viszonyítva lényegében három csoportot lehet elkülöníteni, egyrészt azokat a mintákat, amelyek meghatározó (60% vagy több) víztartalommal rendelkeznek, mint pl. tejfölök, kefirek, joghurtok, ketchup, bor; másrészt a nagy zsírtartalommal, vagy olajtartalommal rendelkező mintákat, azaz napraforgóolaj, olívaolaj, majonéz. A harmadik csoportba a bébiételek sorolhatók, amelyek effúzivitása jelentősen meghaladja a nagy víztartalmú élelmiszerek effúzivitását. Ez utóbbi tény valószínűleg a bébiételek állagának, szerkezeti tulajdonságainak köszönhető.

Kapott eredményeinket összehasonlítva az irodalomban található értékekkel, a következők állapíthatók meg:

- eredményeink nagyságrendileg megegyeznek az irodalomban talált értékekkel,
- néhány esetben (tejfölök, majonéz), amikor jól láthatóan a zsírtartalom jelentősen befolyásolja az effúzivitás értékét, az irodalmi adatok a mért értékeink tartományába esnek,
- ketchup és mustár esetén az eltérés nem jelentős, de nagyon sokféle termék van kereskedelmi forgalomban, ezért bizonyára nem azonos termékekről van szó, azaz az összetevők és azok aránya biztosan eltér, ami a különbséget okozza,
- jól látható, hogy a zsírtartalom növekedése jelentősen csökkenti az effúzivitás értékeket.

Az effúzivitás ilyen gyors mérése, további hőtani paraméterek meghatározására is lehetőséget kínál, ha figyelembe vesszük az  $e = (\kappa \cdot \rho \cdot c)^{1/2} = \kappa / (\alpha)^{1/2} = \rho \cdot c \cdot (\alpha)^{1/2}$  összefüggéseket, ahol  $\alpha$  a hődiffúzivitás. Ez a tény tovább növeli a módszer jelentőségét.

## Thermal effusivity of some foods determined by the photopyroelectric method

GÁBOR SZAFNER<sup>1</sup> – DANE BICANIC<sup>2</sup> – OTTÓ DÓKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> University of West Hungary  
Faculty of Agricultural and Food Sciences  
Institute of Mathematics, Physics and Informatics  
Mosonmagyaróvár

<sup>2</sup> Wageningen University  
Laboratory of Biophysics  
Wageningen

### SUMMARY

The inverse photopyroelectric technique, a relatively new method for non-destructive and rapid determination of thermophysical properties (in particular thermal effusivity at the room temperature) of foods, is described and applied to several commercially available foods. The effusivity appears to be strongly influenced by the amount of water and fat present in the product. The high fat content decreases the effusivity, while the effusivity of water rich products approximates the effusivity of a pure water. Effusivity of some foods (milk product, baby foods, wine) was determined at first in literature. The other experimental values compare fairly well to literature data if available. The knowledge of thermal effusivity combined with additional measurements might also assist in assessing the information about other thermophysical properties.

**Keywords:** inverse photopyroelectric method, thermophysical properties of foods, thermal effusivity, water-fat system.

### IRODALOM

- Bicanic D. – Chirtoc M. – Dadarlat D. – van Bovekamp P. – van Schayk H.* (1992): Direct determination of thermophysical parameter (kpc)<sup>1/2</sup> in mayonnaise, shortening, and edible oil. *Applied Spectroscopy* **46**, (4) 602–605.
- Carson K. J. – Lovatt J. S. – Tanner J. D. – Cleland, C. A.* (2006): Predicting the effective thermal conductivity of unfrozen, porous foods. *Journal of Food Engineering* **75**, (3) 297–307.
- Chirtoc M. – Dadarlat D. – Chirtoc I.* (1991): New and versatile method for thermophysical characterization of materials: The inverse photopyroelectric technique. *In Bicanic, D.* (szerk.): *In Photoacoustic and Photothermal Phenomena*. Springer Series in Optical Sciences, Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo.
- Dadarlat D. – Bicanic D. – Gibkes J. – Kloek W. – Van den Dries I. – Gerkema E.* (1996a): Study of melting processes in fatty acids and oils mixtures. A comparison of photopyroelectric (PPE) and differential scanning calorimetry (DSC). *Chemistry and Physics of Lipids* **82**, (1) 15–23.

- Dadarlat D. – Bicaşan M. – Frandás A. – Morarui V. V. – Pasca A. – Jalink H. – Bicanic D.* (1997): Photopyroelectric Measurements of Thermal Parameters in Margarines: Influence of Water. *Instrumentation Science and Technology* **25**, (3) 235–243.
- Dadarlat D. – Frandás A. – Surducian V. – Nagy G. – Bicanic D.* (1998a): Photopyroelectric measurement of thermal diffusivity of meat. *In Scudieri F. és Bertolli M.* (szerk.) *Photoacoustic and Photothermal Phenomena*. AIP Conference Proceedings **463**, 655–657.
- Dadarlat D. – Gibkes J. – Bicanic D. – Pasca A.* (1996b): Photopyroelectric (PPE) Measurement of Thermal Parameters in Food Products. *Journal of Food Engineering* **30**, (1–2) 155–162.
- Dadarlat D. – Neamtu C.* (2009): High Performance Photopyroelectric Calorimetry of Liquids *Acta Chimica Slovenica* **56**, 225–236.
- Dadarlat D. – Riezebos K. J. – Bicanic D. – Van den Berg C. – Gerkema E. – Surducian V.* (1998b): Photopyroelectric study of thermal properties of diluted and concentrated sugar systems. Application to aqueous solutions of maltose, glucose and maltodextrine, and to honey of varying moisture content. *Advances in Food Sciences (CTML)* **20**, (1–2), 27–33
- Favier J. P. – Dadarlat D. – Van den Berg C. – Bicanic D. Gerkema E.* (1998): Thermal effusivity of hard boiled candy obtained by photothermal beam deflection and standard photopyroelectric method. *Instrumentation Science and Technology* **26**, (2–3) 113–124.
- Huang L. – Liu S. L.* (2009): Simultaneous determination of thermal conductivity and thermal diffusivity of food and agricultural materials using a transient plane-source method. *Journal of Food Engineering* **95**, (1) 179–185.
- Kalnin D. – Garnaud G. – Amenitsch H. – Ollivon M.* (2002): Monitoring fat crystallization in aerated food emulsions by combined DSC and time-resolved synchrotron X-ray diffraction. *Food Research International* **35**, (10) 927–934.
- Marinelli M. – Zammit Z. – Mercuri F. – Pizzoferrato R.* (1992): High-resolution simultaneous photothermal measurements of thermal parameters at a phase transition with the photopyroelectric technique. *Journal of Applied Physics* **72**, 1096–1100.
- Mohamed O. I.* (2009): Simultaneous estimation of thermal conductivity and volumetric heat capacity for solid foods using sequential parameter estimation technique. *Food Research International* **42**, (2) 231–236.
- Paksoy H. O.* (1996): Determining Thermal Properties of Heat Storage Materials Using The Twin Bath Method. *Energy Conversion and Management* **37**, (3) 261–268.
- Sablani S. S. – Rahman S. M.* (2003): Using neural networks to predict thermal conductivity of food as a function of moisture content, temperature and apparent porosity. *Food Research International* **36**, (6) 617–623.
- Sweat V. E. – Haugh C. G.* (1974): Experimental values of thermal conductivity of selected fruits and vegetables. *Journal Food Science* **39**, (6) 1080–1083.
- Saad Z. – Scott P. E.* (1996): Estimation of Temperature Dependent Thermal Properties of Basic Food Solutions During Freezing. *Journal of Food Engineering* **28**, (1) 1–19.
- Wadsö L. – Galindo G. F.* (2009): Isothermal calorimetry for biological applications in food science and technology. *Food Control* **20**, (10) 956–961.

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

SZAFNER Gábor  
Nyugat-magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Matematika, Fizika és Informatika Intézet  
H-9200 Mosonmagyaróvár, Deák tér 1.  
E-mail: szafnerg@mtk.nyme.hu



## Analyzing certain characteristics of municipal solid waste generation in the process of waste management

ZOLTÁN SZIRA – GYÖRGYI GÁBRIELNÉ TŐZSÉR

Szent István University  
Faculty of Economics and Social Sciences  
Gödöllő

### SUMMARY

Based on the regulations of Act XLIII/2000 on Waste Management to implement the strategic objectives and targets in the Act for the prevalence of the basic waste management principles a National Waste Management Plan II will be worked out and then accepted by the Parliament as part of the National Environmental Protection Programme.

On the basis of the national plan the administrative bodies of environmental protection in accordance with the regional settlement and development programmes make a regional waste management project with the inclusion of the regional, local authorities, and other authorities concerned as well as the non governmental organisations for environmental protection.

In our research we analyze the correlation between municipal solid waste per capita and urbanisation level. We have conducted similar examinations calculating the correlation of correlation of municipal solid waste per capita and population density, furthermore the correlation between municipal solid waste per capita and income. The study was carried out on a micro region level.

Our analysis can help determine the framework conditions and factors that influence waste generation, and therefore should be taken into consideration when designing waste policies

**Keywords:** municipal waste, waste generation, regional differences, analysis, correlation.

### INTRODUCTION AND REVIEW OF LITERATURE

From the various waste categories our research focuses on the problems of municipal waste generation. Municipal solid waste is a solid one deriving from the households, public areas and a form of waste similar in nature and composition to that of household waste as they can be managed together.

Removal of the link between waste generation and economic activity has a significant role in helping to meet the objective of reduced waste generation. In the 1990's waste generation increased at a greater rate than economic growth. The amount of waste generated in European countries belonging to the OECD increased by an estimated 10% between 1990 and 1995, while GDP increased by only 6.5% (EEA 1999).

In the member states of the European Economic Area (EEA) de-linking of municipal waste generation from household expenditure was occurring in certain countries from 1984 to 1998. Germany, the Netherlands and Iceland showed successful de-coupling of municipal waste generation from economic activity, while other countries such as Portugal, Greece, France, Spain, Denmark and Sweden made not much progress. Household expenditure, however, is not an optimal parameter for comparison purposes as municipal waste includes commercial waste as well (EEA-ETC/W 1999).

Although some de-linking from economic activity occurred in the 1990s for municipal waste, the majority of EEA member countries were away from meeting the EU fifth environmental action programme target of stabilising municipal waste generation at 300 kg per capita by 2000. The Sixth Environment Action Programme (2002–2012) defines the EU's key environmental objectives. One of the goals is to decouple resource use and waste generation from the rate of the economic growth. The programme also targets a significant reduction in the volumes of waste generated through waste prevention initiatives and a significant reduction in the quantity of waste going to disposal. It further supports reuse and aims to reduce the level of hazard, giving preference to recovery and especially recycling, making waste disposal as safe as possible, and ensuring that waste for disposal is treated as close as possible to its source ("4R"-strategy)

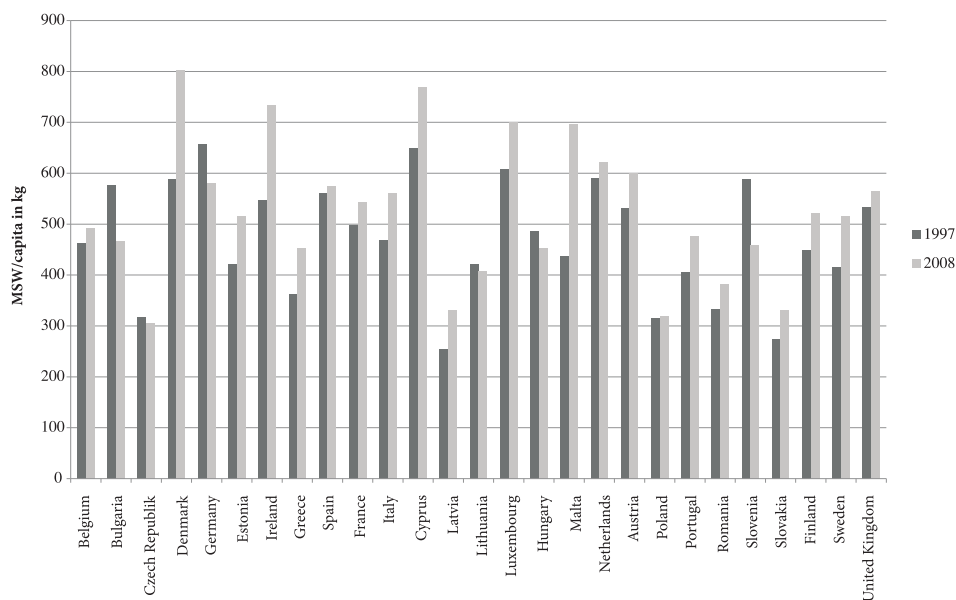
According to the Waste Framework Directive (2008/98/EC), the European Commission will propose measures to support waste prevention activities, e.g. by setting prevention and decoupling objectives for 2020. Also by 2020, at least 50% of waste materials from households and possibly from other origins must be recycled or prepared for re-use. The minimum target calculated for construction and demolition waste is 70% by 2020.

On average the European citizen generated 10% more waste in 2008 than in 1997. The waste volume grew even faster (11.5%) in the EU-15 Member States. The aggregated figures show considerable differences among Member States (Figure 1.). Whereas the Czech Republic generated less than 300 kilograms of municipal waste per inhabitant, Denmark exceeds 800 kilograms per capita. Some Member States have experienced exceptionally high growth rates over the past years and others have experienced a considerable decrease (Eurostat 1999).

Interestingly, although ten of the EU-12 Member States have enjoyed relatively rapid economic growth over the period, municipal waste generation has fallen or increased by less than 2% in five of those countries. There are several possible reasons for the decrease: some biowaste may have been reused as animal feed, some combustible waste may have been used as fuel in individual households due to increasing coal prices. Furthermore, the gradual introduction of weighbridges at the landfills has provided more reliable information as previously the amounts of municipal waste were estimated according to the volume, which may have led to an overestimation of the mass. In 18 Member States, however, growth in waste generation was above average. The difference in the volume of waste

generation is significant between the EU-12 and the EU-15 member states. While an EU-15 citizen generated 540 kg on average in 2004, this figure is only 335 kg in the case of an EU-12 citizen. In general Member States have difficulties in preventing the generation of municipal waste, mainly because of increased consumption. Nonetheless, according to *Ventour (2008)* there is potential for preventing biowaste from households, especially in wealthier parts of Europe. *Alwast et al. (2008)* has analysed the waste generated by selected waste streams in the EU-27 and estimated the potential for recovery. The amount of biodegradable waste generated totalled 87.9 million tonnes. Around 67% of this waste was from municipal sources and the remaining 33% was from the food industry and services. 37% of biodegradable waste was recovered but the picture varied across the EU and the authors concluded that the countries' recovery potential was between 31% and 98%.

Figure 1. Municipal waste generated in the EU 1997–2008

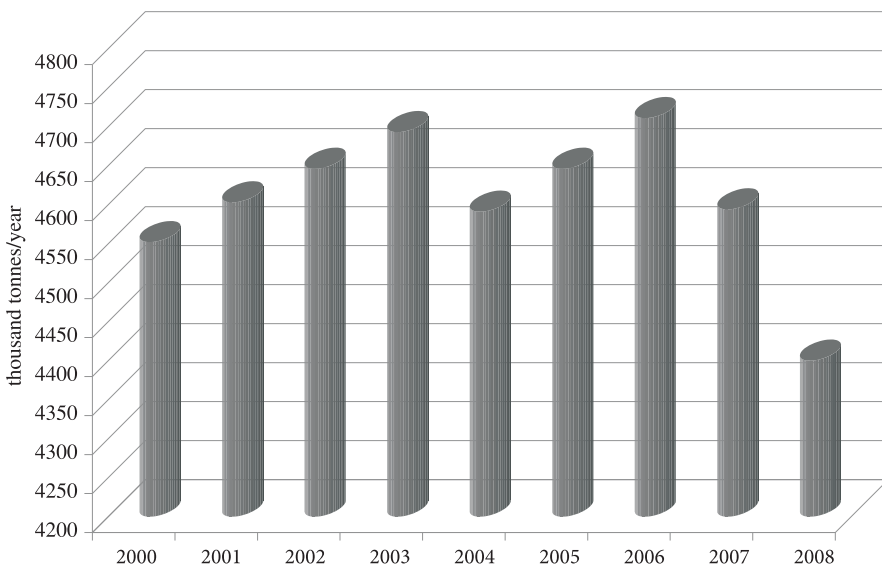


Waste generation reduction is the ultimate objective of any social policy targeted towards waste flows. When designing waste management policies there are certain factors we should concentrate on. First, population density is likely to positively impact on waste generation. Only economies of scale spurred by urbanisation could invert the trend and reduce collection where density is higher. Household related features may matter at such a level. In fact, we expect that the larger the size of households, the less is waste generated per capita. Nevertheless, even a positive link could be plausible in case collection schemes and waste management at home level (composting) is poorly developed on average. Accordingly, more single households should drive waste generation up. Economic and demographic factors play an important role in the generation and management of municipal waste. An econometric analysis *Mazzanti and Zoboli (2008)* conducted for the EU-25 Member States

covering the years 1995–2005 tried to explore the causes of waste generation. First of all, the analysis finds no absolute decoupling of municipal solid waste (MSW) generation and consumption per capita. Contrary to earlier analyses on the subject, however, there is now evidence of a relative decoupling, i.e. MSW generation is growing more slowly than income. The new Member States seem to have expressed a larger relative decoupling. In addition, the analysis concludes that high population density and urbanisation result in more waste generation and that richer and more services-oriented economies produce more municipal waste. However, insufficient coverage of waste collection systems can have a significant impact on the accuracy of data on the amount of waste collected.

The general regulation of waste management in Hungary is nearly identical with the strategy of the European Union, which is not surprising as the harmonisation of the legal system was a prerequisite for the accession (*Baranyai 2008a*). The amount of municipal solid waste (MSW) (*Figure 2.*) slightly increased between 2000 and 2007 in Hungary (*ETC/RWM 2008*). The reasons lying behind can be the usually unfavourable changes in consumer behaviour patterns and the widening range of municipal waste management services (making it mandatory, the growing number of residences included, extending it to holiday homes). There have been steps to encourage the use of recycled packages and although legal regulations help the sale of refundable products, their production has significantly been decreased (*Hungarian Ministry of Environment and Water 2004*).

*Figure 2.* The amount of municipal solid waste produced in Hungary



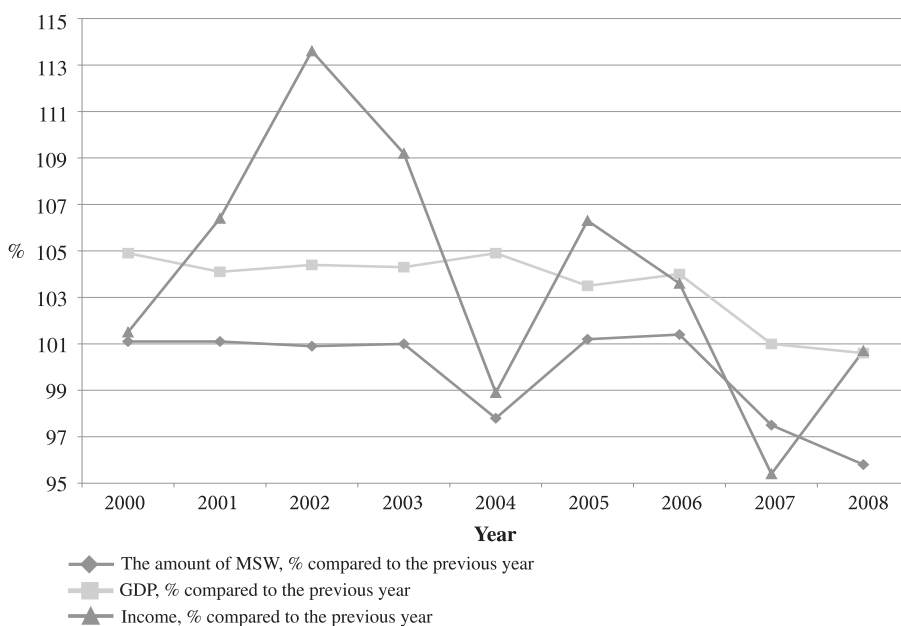
The Waste Management Act has forced local governments to establish public services for municipal solid waste treatment and made the producers of municipal waste (owners of real estates) use these services. Ensuring public services of such kind has already taken place in almost all settlements with the exception of some very tiny ones with low population.



The proportion of real estates involved in regular waste transportation has increased from 85.1% in 2000 to 92.4%. Real estates not involved are primarily cottages, building with a closed garden and holiday homes (*Hungarian Statistical Yearbook 2009*).

Analyzing the indicators between MSW and GDP we can state that the amount of waste generated is generally on the rise and its extent followed the formation of income greatly affecting consumer consumption patterns. A 2 per-cent rise of income results in a 1 per-cent growth in waste generated on the average. It is interesting to note that during the years of decreasing or stagnating income waste generation was also moderate. (*Figure 3.*)

*Figure 3. Trends of MSW generation, GDP and income in Hungary*



## MATERIAL AND METHODS

In our research we wanted to examine the connections of various indicators on the micro region level. This analysis can help determine the framework conditions and factors that influence waste generation, management and disposal and therefore must be taken into consideration when designing waste policies. Similar researches have been done by *Baranyai (2008b)* concerning the South Transdanubia region.

By using the regional statistical database of the Central Statistical Office we have examined if there is a correlation between the amount of waste per inhabitant and the population density per micro-region in Pest county in 2008. By assuming that the volume of municipal solid waste per capita is relatively higher in the city we have been searching a correlation between the amount and the extent of urbanisation of the micro-region, which was determined by proportioning the number of the city-dwellers to that of the micro-region.

We have also had a closer look at the relationship between the volume of municipal solid waste per capita and the personal income tax per capita by considering the thesis according to which consumer patterns change due to higher income and it results in more waste. To verify the above mentioned We have calculated the Spearman rank correlation coefficients ( $r_s$ ) to analyse the connections above.

Pearson Correlation, Spearman rank correlation, ANOVA, SPSS 13.00 programme package and Microsoft Excel were used to process and evaluate statistical data.

## RESULTS AND DISCUSSION

In the first step in our research we have calculated the correlation between the amount of municipal solid waste per capita and urbanisation level. In our calculations the higher percent of urbanisation level means the greater number of towns located in certain micro-region. To highlight the correlations, we have used tables like *Table 1*.

*Table 1.* Calculation of rank correlation between the amount of MSW and urbanisation in Pest county

The rank of micro-regions based on the amount of municipal solid waste per capita kg/person, 2008			The rank based on the extent of urbanisation	The rank of micro-regions based on urbanisation		
1	Budaörs	460.6	4	1	Dunakeszi	75%
2	Dunakeszi	447.6	1	2	Érd	50%
3	Aszód	438.1	10	4	Budaörs	40%
4	Szentendre	381.6	9	4	Gyál	40%
5	Cegléd	374.8	8	4	Monor	40%
6	Gödöllő	374.3	7	6	Ráckeve	35%
7	Ráckeve	364.0	6	7	Gödöllő	33%
8	Vác	352.6	13	8	Cegléd	27%
9	Szob	338.9	14	9	Szentendre	23%
10	Érd	326.2	2	10	Aszód	22%
11	Gyál	324.4	4	11	Dabas	20%
12	Veresegyház	320.3	12	12	Veresegyház	13%
13	Pilisvörösvár	304.7	15	13	Vác	11%
14	Monor	301.3	4	14	Szob	8%
15	Dabas	272.8	11	15	Pilisvörösvár	7%
16	Nagykáta	193.1	16	16	Nagykáta	6%

$r_s = 0.444118$ ,  $P < 0.1$ ; the correlation is weaker than average and significant on a 10% level

The correlation is not too strong so based on these data urbanisation is not in a strong correlation with the waste generation habits of the inhabitants. The correlations between the other indicators can be seen in *Table 2*.

Table 2. The result of correlations among MSW, personal income tax and density

	<b>Spearman's rho</b>	<b>Municipal solid waste kg/person</b>	<b>Personal income tax per taxpayer, HUF</b>	<b>Population density person/km<sup>2</sup></b>
Municipal solid waste, kg/person	Correlation Coefficient	1.000	0.421	0.309
	Sig. (2-tailed)	.	0.105	0.244
Personal income tax per taxpayer, HUF	Correlation Coefficient	0.421	1.000	0.862(**)
	Sig. (2-tailed)	0.105	.	0.000
Population density, person/km <sup>2</sup>	Correlation Coefficient	0.309	0.862(**)	1.000
	Sig. (2-tailed)	0.244	0.000	.

As we can see from the results, there is a significant correlation between the population density per micro-region and the personal income tax per taxpayer ( $r_s = 0.862$ ,  $P < 0.01$ ). The strength of this correlation is of further concern but this is not the subject of the present examination. The correlations between the amount of municipal solid waste per person and the other factors of the table cannot be regarded significant, however as Sig. (2-tailed) exceeds 10% everywhere.

To carry out further examinations we have also included the micro-regions of two counties of the Northern Great Plains, namely Hajdú-Bihar and Szabolcs-Szatmár-Bereg. We have chosen these two counties because regarding their size, there is no considerable difference compared to Pest county, their population density is half that amount and, at the same time, the average ratio of the registered unemployed is three and five times higher than the values of Pest county, respectively. Table 3. presents the descriptive statistics of the indicators of the three counties.

From the last column of the table we can see that except the number of taxpayers per 1000 persons in case of all the indicators there is a very high changeability between the micro-regions of all the three counties. The reason for this, in many cases, can be the fact that in the case of certain indicators in a micro-region neighbouring a city are 7–10 times bigger than the other similar indicators of the other micro-regions in the county. The most striking one in the case of both counties of the Northern Great Plains is the number of commercial outlets, where the value of the CV% is above 100%. Another striking indicator is the CV% value of the population density where explanation also lies in the great differences between the data of the Debrecen micro-region with 422 person/m<sup>2</sup>, Polgár with 36.6 person/m<sup>2</sup>, Nyíregyháza with 266.2 person/m<sup>2</sup> or Záhony with 134.6 person/m<sup>2</sup> and Vásárosnamény, the most densely populated one with 53 person/m<sup>2</sup>.

In the other part of the examination we have also examined whether the mean data of the micro-regions typical of the counties in case of the variables in the table above differ. ANOVA examination was carried out for each variable separately. Due to the constraints

of space, not all the six ANOVA tables and the attached Multiple Comparisons tables can be published now so that is why we have to concentrate only on the important information necessary for drawing conclusions as presented by *Table 4*.

*Table 3.* Calculations regarding the selected counties

Micro-regions		N	SUM	Mean	Std. Deviation	CV %
Pest county	Municipal solid waste, kg/person	16	5576	348.50	67.99	19.51
	Number of commercial outlets	16	16171	1010.69	506.51	50.12
	Personal income tax per taxpayer, HUF	16	6927039	432939.94	140036.09	32.35
	Number of taxpayers per 1000 persons	16	6984	436.50	18.37	4.21
	Population density, person/km <sup>2</sup>	16	4135.3	258.46	208.29	80.59
	Area, km <sup>2</sup>	16	6391	399.44	279.75	70.04
Hajdú-Bihar county	Municipal solid waste, kg/person	9	2385	265.00	61.52	23.22
	Number of commercial outlets	9	8265	918.33	1107.27	120.57
	Personal income tax per taxpayer, HUF	9	2096208	232912.00	71489.87	30.69
	Number of taxpayers per 1000 persons	9	3627	403.00	41.22	10.23
	Population density, person/km <sup>2</sup>	9	898.9	99.88	122.40	122.55
	Area, km <sup>2</sup>	9	6212	690.22	261.97	37.95
Szabolcs-Szatmar-Bereg county	Municipal solid waste, kg/person	12	3755	312.92	94.06	30.06
	Number of commercial outlets	12	9352	779.33	827.46	106.18
	Personal income tax per taxpayer, HUF	12	2641797	220149.75	54609.36	24.81
	Number of taxpayers per 1000 persons	12	4314	359.50	33.00	9.18
	Population density, person/km <sup>2</sup>	12	1170.4	97.53	59.15	60.65
	Area, km <sup>2</sup>	12	5938	494.83	164.33	33.21

Table 4. Multiple comparisons

Dependent Variable	(I) County code of micro-regions	(J) County code of micro-regions	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
Municipal solid waste, kg/person ANOVA result (F = 3.49; P < 0.05)	1	2	83.50(*)	31.71202	0.013
		3	35.58	29.06455	0.229
	2	1	-83.50(*)	31.71202	0.013
		3	-47.92	33.56085	0.162
Number of commercial outlets, ANOVA result (F = 0.295; P = 0.747)	1	2	92.35	328.9247	0.781
		3	231.35	301.4645	0.448
	2	1	-92.35	328.9247	0.781
		3	139.00	348.1012	0.692
Number of personal income tax per taxpayer, HUF ANOVA result (F = 18.78; P < 0.01)	1	2	200027.93(*)	43339.11	0.000
		3	212790.19(*)	39720.95	0.000
	2	1	-200027.94(*)	43339.11	0.000
		3	12762.25	45865.80	0.783
Number of taxpayers per 1000 persons ANOVA result (F = 22.56; P < 0.01)	1	2	33.50(*)	12.51	0.011
		3	77.00(*)	11.46	0.000
	2	1	-33.50(*)	12.51	0.011
		3	43.50(*)	13.24	0.002
Population density, person/km <sup>2</sup> ANOVA result (F = 4.88; P < 0.05)	1	2	158.58(*)	64.28	0.019
		3	160.92(*)	58.91	0.010
	2	1	-158.58(*)	64.28	0.019
		3	2.34	68.03	0.973
Area, km <sup>2</sup> ANOVA result (F = 4.101; P < 0.05)	1	2	-290.78(*)	101.56	0.007
		3	-95.40	93.08	0.313
	2	1	290.78(*)	101.56	0.007
		3	195.39	107.48	0.078

\* the mean difference is significant at the 0.05 level

From the first column of the table we can calculate the F quotient of the ANOVA calculation, which is the proportion of BETWEEN GROUPS and the MEAN SQUARE OF WITHIN GROUPS and the significance level of the probability of the F trial. In case of all variables when the value of P is lower than 0.05, the result of the ANOVA examination is significant, which suggests that there is a deviation between the average values of the counties. To decide the concrete mean values, we have chosen the LSD (Least Significant Difference) test among the post-hoc ones.

Table 5. Calculation of correlations in the selected counties

			Municipal solid waste kg/person	Personal income tax per taxpayer HUF	Personal income tax per taxpayer HUF
Pest county	Municipal solid waste, kg/person	Pearson Correlation	1	0.485	0.287
		Sig. (2-tailed)		0.057	0.281
		N	16	16	16
	Personal income tax per taxpayer, HUF	Pearson Correlation	0.485	1	0.593(*)
		Sig. (2-tailed)	0.057		0.015
		N	16	16	16
	Population density, person/km <sup>2</sup>	Pearson Correlation	0.287	0.593(*)	1
		Sig. (2-tailed)	0.281	0.015	
		N	16	16	16
Hajdú- Bihar county	Municipal solid waste, kg/person	Pearson Correlation	1	0.676(*)	0.44
		Sig. (2-tailed)		0.046	0.236
		N	9	9	9
	Personal income tax per taxpayer, HUF	Pearson Correlation	0.676(*)	1	0.881(**)
		Sig. (2-tailed)	0.046		0.002
		N	9	9	9
	Population density, person/km <sup>2</sup>	Pearson Correlation	0.44	0.881(**)	1
		Sig. (2-tailed)	0.236	0.002	
		N	9	9	9
Szabolcs- Szatmár- Bereg county	Municipal solid waste, kg/person	Pearson Correlation	1	0.465	0.279
		Sig. (2-tailed)		0.128	0.379
		N	12	12	12
	Personal income tax per taxpayer, HUF	Pearson Correlation	0.465	1	0.854(**)
		Sig. (2-tailed)	0.128		0
		N	12	12	12
	Population density, person/km <sup>2</sup>	Pearson Correlation	0.279	0.854(**)	1
		Sig. (2-tailed)	0.379	0	
		N	12	12	12

\* Correlation is significant at the 0.05 ) level (2-tailed) \*\* Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

The table compares the mean values of the certain pairs under the headings of the county codes of I and J micro-regions. The most important information is hidden in the last column marked as (Sig.) which shown the significance level of the t-test done in pairs. Where this value is lower than 0.05, there is a significant difference between the examined two mean values. Micro-regions were coded by counties: 1 = Pest, 2 = Hajdú-Bihar, 3 = Szabolcs-Szatmár-Bereg county.

The evaluation of the table is easy when knowing the codes.

What is obvious is that based on the average number of commercial outlets in the ANOVA examination there is no significant difference between the certain counties so this variable is not so necessary to be dealt with. In the case of the other variables we can see that the mean values of the micro regions in Pest county are significantly different from the averages of both counties except the municipal solid waste and the area. There is no statistically proven deviation in case of the two indicators mentioned above from the micro region averages of Szabolcs-Szatmár-Bereg county. A significant difference could only be shown regarding the number of taxpayers per 1000 persons between the mean values of the micro regions of Hajdú-Bihar and Szabolcs-Szatmár-Bereg counties.

Among the variables examined so far further calculations were carried out with the municipal solid waste kg/person, personal income tax per taxpayer HUF and population density person/m<sup>2</sup>. By counting with their absolute value, a correlation was shown among the variables. The Pearson Correlation was used in the calculations, which are presented by *Table 5*.

Based on the data of the table there is a strong correlation in the two counties of the Northern Great Plains between personal income tax per taxpayer HUF and population density person/m<sup>2</sup> ( $r = 0.854, P < 0.01$ ), ( $r = 0.881, P < 0.01$ ). In Pest county this correlation is of medium strength ( $r = 0.59, P < 0.05$ ) and significant. We have found another very strong, significant correlation in the table, which is between municipal solid waste kg/person and personal income tax per taxpayer HUF in Hajdú-Bihar county ( $r = 0.676, P < 0.05$ ).

## CONCLUSIONS

We were not able to prove strong statistical correlation between the amount of MSW and the level of income. Likewise, the correlation was not significant between urbanisation and population density. The calculation proves the hypothesis according to which the cities are ranked above their vicinity due to the fact that their functions (suburbs, areas to be supplied) stretch beyond their borders. Thus we can see that those who generate waste in the city are not definitely the city-dwellers who live there. This is further supported by the fact that according to the census in 2001 almost six-tenths of the 417 thousand employees in the county were not employed in their domicile. The importance of commuting is expressed by the fact that regarding the settlements of Pest county 36% of the total number of employees are commuters. Most of them travel between their homes and workplaces in the areas close to the capital city. Among them the regions of Veresegyház and Monor

are of great importance where almost seven-tenths of the employees work away from their homes. More than six-tenths of those living in the Pilisvörösvár, Dunakeszi and Aszód micro-regions also commute. The proportion of those employed in their domicile exceeded 50% only in the regions of Cegléd, Dabas, Vác as well as Szob. The micro-regions of a Budaörs, Gödöllő and Pilisvörösvár have the greatest power of attracting workforce where more than 40% of those employed are commuters. The role of commuting to work is the slightest in the regions of Cegléd, Dabas, Nagykáta and Monor where one-third or even fewer number of those employed commute.

The correlations in case of the three counties examined can only partly show the connections expected by formal logic, therefore these factors should not be over emphasized when planning strategies.

We were aware of the shortcomings and deviations due to the artificial boundaries of micro-regional organisations but it is an existing regional level by law to which statistical data are also attached.

Income growth, urbanisation and an expanding service sector may all lead to more MSW generation. Environmentally responsible behaviour by firms and households, the adoption of waste recovery/reuse innovations and waste prevention policies can be among the drivers that can reverse MSW growth in the future.

There is no evidence that more general national waste strategies have had a major effect on MSW generation. Policies more specifically focused on waste prevention seem to be necessary to achieve further waste reductions as economies grow.

### **A települési szilárd hulladék keletkezésének egyes jellemzőinek vizsgálata a hulladékgazdálkodás tervezési folyamatában**

SZIRA ZOLTÁN – GÁBRIELNÉ TÓZSÉR GYÖRGYI

Szent István Egyetem  
Gazdasági és Társadalomtudományi kar  
Gödöllő

A hulladékgazdálkodásról szóló 2000. évi XLIII. törvény hulladékgazdálkodási tervezésről szóló rendelkezései alapján a törvényben megfogalmazott stratégiai célkitűzések és megállapított célok és az alapvető hulladékgazdálkodási elvek érvényesítésének érdekében a Nemzeti Környezetvédelmi Program részeként Országos Hulladékgazdálkodási Terv kerül kidolgozásra, majd Parlament általi elfogadásra.

Az országos terv alapján a környezetvédelmi igazgatási szervek a területrendezési és területfejlesztési tervekben foglaltakkal összhangban területi hulladékgazdálkodási tervet készítenek a területen lévő, illetve működő helyi önkormányzatok, érintett más hatóságok, érdek-képviselői és környezetvédelmi társadalmi szervezetek bevonásával.



Tanulmányunkban a települési szilárd hulladék egy főre jutó mennyisége és a települések városias jellege közötti összefüggést vizsgáljuk kistérségi szinten. Hasonló számításokat végeztünk az egy főre jutó hulladékmennyiség és a népsűrűség, továbbá a lakosság jövedelmi viszonyai között.

Vizsgálatunk segítségével szolgál az alapvető feltételek és összefüggések feltárásában, melyek hatással vannak a hulladék keletkezésére és ezért a hulladékpolitikák megalkotásánál ajánljuk figyelembe venni őket.

**Kulcsszavak:** települési hulladék, hulladék keletkezése, területi különbségek, elemzés, korreláció.

## REFERENCES

- Alwast, H. – Birnstengel, B. – Baumann, W.* (2008): European Atlas of Secondary Raw Material. 2004 Status Quo and Potentials, Prognos AG and Institut für Umweltforschung/Universitaet Dortmund. 1–22.
- Baranyai G.* (2008a): A települési szilárd hulladékok ártalmatlanításának jogi környezete és annak értékelése. *Modern Geográfia*, **2**, (2) 1.
- Baranyai G.* (2008b): Hulladéktermelés, mint új szempont az életminőség vizsgálatához? (Dél-dunántúli kísérletek) *Modern Geográfia*, **2**, (2) 9–14.
- EEA* (1999): Environment in the European Union at the turn of the century, European Environment Agency, Copenhagen. 1–9.
- EEA-ETC/W* (1999): Generation of household waste and municipal waste in member countries of the European Environment Agency.
- ETC/RWM* (2008): Evaluation of waste policies related to the Landfill Directive, Hungary.
- Hungarian Ministry of Environment and Water* (2004): Strategy for the Management of Biodegradable Waste in Municipal Solid Waste Management 2004–2016. Budapest, Hungary. 10–26
- Eurostat* (1999): Waste Generated in Europe. (Draft). Luxembourg.
- Hungarian Statistical Yearbook* (2009): Central Statistical Office, Budapest.
- Mazzanti, M. – Zoboli, R.* (2008): Waste generation, waste disposal and policy effectiveness: Evidence on decoupling from the European Union. *Resources, Conservation and Recycling*. (52) 1221–1234.
- Ventour, L.* (2008): The food we waste. A study on the amount, types and nature of the food we throw away in UK households. Waste & Resources Action Programme, Banbury, the United Kingdom.

*Address of the authors – A szerzők levélcíme:*

SZIRA Zoltán  
Szent István University  
Faculty of Economics and Social Sciences  
Institution of Business Law and Public Administration  
H-2103 Gödöllő, Péter K. u. 1.  
E-mail: szira.zoltan@gtk.szie.hu

GÁBRIELNÉ TŐZSÉR Györgyi  
Szent István University  
Faculty of Economics and Social Sciences  
Institution of Methodology  
H-2103 Gödöllő, Péter K. u. 1  
E-mail: gabrielne.tozser.gyorgyi@gtk.szie.hu





## An influence of the fertilization upon the content of manganese and antioxidants in the fruit of tomatoes

DENKA KOSTOVA<sup>1</sup> – HRISTINA BOTEVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agricultural University  
Laboratory Complex  
Plovdiv, Bulgaria

<sup>2</sup>Maritsa Vegetable Crops Research Institute  
Plovdiv, Bulgaria

### SUMMARY

The effect of the level of potassium and the type of the potassium fertilizer in soil on the content of manganese, vitamin C, lycopene and  $\beta$ -carotene in tomato fruit was studied. An analysis of the manganese content by variants was carried out using a new extraction-photometric method with Methyl Violet. Manganese (VII) forms an ion-association complex with triphenylmethane dye Methyl Violet.

The experiment was carried out in eight variants at two levels of potassium fertilization, as two sources have been tested- potassium sulphate and potassium nitrate. Leaf feeding up with 1%  $KNO_3$  solution was applied.

In connection with the positive action of manganese upon the vegetation and growth of plants we studied the interrelation between the accumulated in the fruit of tomatoes manganese and the quantity of antioxidants. The carried-out studies indicated that low concentrations of manganese in the fruit of tomatoes exercise a positive influence upon the accumulation of vitamin C, lycopene,  $\beta$ -carotene. Hence the low content of manganese in the fruit of tomatoes will not influence their nutritional properties.

The potassium fertilization increased the productivity of tomatoes. The yield and the structure of yield (standard, nonstandard and general) were determined.

The results obtained indicated that in Marti cultivar the potassium nitrate has more significant influence on the productivity of tomatoes.

**Keywords:** manganese determination, antioxidants, fertilization.

### INTRODUCTION

In the last years agricultural science has been carrying out studies on manures (mineral and organic) not only as a means of increase of yields, but as well as a means of a producing

of agricultural products of high nutritious value. As yield and quality not always change parallel, a higher significance attains the effect of manures on the nutritious value of the production which is very important for health of man.

Lately the interest towards raw materials and foods increases. These materials and foods are rich in antioxidants- vitamin C,  $\beta$ -carotene, lycopene.

Literature review indicates that the studies on the influence of fertilization upon the nutritious value of the production expand, as well as antioxidants and microelements. The studies in this direction are current and indispensable, as the disclosed data until now for the influence of nitrogen, phosphorus, potassium, growth regulator and bioproducts upon the content of antioxidants are clashing and incomplete.

Vegetables are sources of a line of powerful antioxidants: lycopene, as well as vitamins A, C, E. It has been proved that tomatoes are the main source of many nutritious carotenoids, as well as lycopene. That's why we directed our studies to the vegetable crop tomatoes.

On the other hand the influence of the fertilization as an element of the agricultural technics upon the synthesis of antioxidants and the microelement manganese is complex and practice. The effect of nitrogen and phosphorus on the content of lycopene and manganese in the vegetable crop tomatoes, as well as the influence of the microelement manganese upon the content of antioxidants in tomatoe fruits has not been established.

The formation of the plant mass depends on the manganese provision for the plants. Manganese takes part in a number of important physiological and biological processes in the nitrogen metabolism, photosynthesis, breathing and maintaining the needed oxidation-reduction conditions in the cell. Manganese insufficiency leads to a considerable accumulation of nitrates, disturbance in the protein synthesis in plants and illness to some plants (*Nason et al. 1952, Nicholas 1961, Heintze 1966, Bergmann and Neubert 1976*).

The manganese content in the vegetables varies within a wide range (*Kamburova and Rankov 1996, Kamburova and Nikitova 1997, Kamburova 1997, Kamburova and Shabaan 1998, Kamburova 2001*). Also the manganese insufficiency causes a decrease in Ca and Mg contents in plants (*Epstein 1961, Shkolnik 1974*).

The aims of the present research were to study the effect of the level of potassium, the form of the potassium fertilizer in soil on the content of manganese, vitamin C, lycopene and  $\beta$ -carotene in the fruit of tomatoes and to establish the manganese content in the fruit of tomatoes using a new extraction-spectrophotometric method with Methyl Violet (MV).

## MATERIALS AND METHODS

The experimental work was carried out on a too leached meadow-maroon soil in the trial field of Vegetable Crops Research Institute – Plovdiv with the tomato cultivar Marti.

Variants of the experiment:

1. Basic fertilization + N<sub>4</sub>,
2. Fertilization with K<sub>8</sub> (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>),
3. Fertilization with K<sub>16</sub> (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>),
4. Fertilization with K<sub>24</sub> (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>),
5. Fertilization with K<sub>8</sub> (KNO<sub>3</sub>),
6. Fertilization with K<sub>16</sub> (KNO<sub>3</sub>),
7. Fertilization with K<sub>24</sub> (KNO<sub>3</sub>),
8. Leaf feeding up with 1% KNO<sub>3</sub>.

The experiment was carried out in eight variants at two levels of potassium fertilization, as two sources have been tested – potassium sulfate and potassium nitrate. The plants were cultivated in seedlings in a steal-glass hot-house. The sowing was carried out at the rate of  $3 \text{ g m}^{-2}$ . The seedlings were pricked off in the field of high flat bed, a scheme of  $120 + 40/30 \text{ cm}$ . The experiment was set according the block-method in four replications with an area under review  $9.6 \text{ m}^2$ .

The basic fertilization was carried out on the basis of the agrochemical analysis of the soil, as it contained  $30 \text{ kg dka}^{-1}$  triple superphosphate and potassium fertilizer, according to the variants from 2 to 8. The feeding up with nitrogen is carried out in three times; before planting, first earthing up, and after 20 days.  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  was used. Potassium was applied two times: before planting and sprout of first raceme as large as peanut.  $\text{K}_2\text{SO}_4$  and  $\text{KNO}_3$  were used. The leaf-feeding up with 1% solution of  $\text{KNO}_3$  was carried out three times every seventh days.

An analysis for manganese content by variants was carried out using a new extraction-photometric method with Methyl Violet (*Kostova*, nonpublished). Manganese (VII) forms an ion-association complex with triphenylmethane dye Methyl Violet (MV). The studies showed that the associate was best dissolved in chloroform. Maximum light absorption of the associate was observed at 300 nm. The molar absorbability determined by the method of Komar-Tolmatchov (*Bulatov and Kalinkin 1972*) was  $\epsilon_{300} = (2.67 \pm 0.09) \times 10^4 \text{ l mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . The Sandell sensitivity index (*Sandell 1959*) was  $5.05 \times 10^{-3} \mu\text{g cm}^{-2}$ .

### ***Apparatus***

Spectrophotometer VSU with 1 cm light path quartz cells.

### ***Procedures***

#### ***Determination of manganese***

A wet burning of the plant sample was carried out in which a mixture of sulfuric and nitric acids was used for the oxidation of the organic substance. A sample of 2 g of air-dry plant material was placed into a Kjeldal flask and moistened with 4 ml distilled water. 5 ml conc. sulphuric acid and 10 ml conc. nitric acid were added. The flask was slightly heated to avoid splashing of the solution decomposition and fuming away of  $\text{HNO}_3$ . If the oxidation of the organic substance was not completed,  $\text{HNO}_3$  was added and heated again. When all the organic material was oxidized, the solution was heated at a higher temperature for 10 min (*Vazhenin 1974*). After cooling the solution was diluted with water and filtered. Portions of 3 ml conc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 2 ml conc.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  and 0,1 g potassium periodate were added for oxidation Mn(II) to Mn(VII). It was heated to boiling point and the temperature was maintained for 10 min (*Sandell 1959*). After cooling the solution was diluted with water and filtered. It was transferred into a volumetric flask of 50 ml and diluted to the mark with distilled water. Aliquot parts of this solution were taken for analysis.

In separatory funnel of 100 ml were introduced the solutions: aliquote of the prepared solution of plant sample, 5 ml of buffer pH 4, 0.3 ml of Methyl Violet  $1 \times 10^{-3} \text{ mol l}^{-1}$ . It was

diluted up to a volume of the aqueous phase of 10 ml with distilled water and extracted with 3 ml of chloroform for 30 s. The organic phase was filtered through a dry paper into a 1 cm cuvette and the absorbance measured at 300 nm. A blank was run in parallel in the absence of plant sample. A calibration graph was constructed with standards similarly treated.

#### *Determination of vitamin C*

10 g of cut up plant material was transferred into a mortar and was overrun with 20 ml of hydrochloric acid 1%. This plant material was swiftly grinded to the formation of a homogeneous mass, and after that it was transferred into a 100 ml graduated flask. The graduated flask was filled up to the mark with 1% solution of  $H_2C_2O_4$ , then is shaken up, and is left to stay for 10 min. After that the test was filtered through a folded filter and is collected into a 100 ml flask. 10 ml were taken from this filtrate and titrated from microburette with 0.001 N solution of 2,6-dichlorophenole-indophenole sodium to the appearance of pink colouring (Mashev 1994).

#### *Determination of carotene*

10 g of cut up plant material was ground into a mortar with sand.  $Na_2CO_3$  was added for the neutralization of the medium and 10 ml  $CH_3COCH_3$ . The sample was centrifugalized and it was treated again with  $CH_3COCH_3$  to the appearance of colourless extract. The last one was transferred into a graduated funnel, 15 ml of benzene were added, and then it was extracted. Acetone can be removed by means of addition of some distilled water, and again it should be extracted. The purged and benzene solution was let through a chromatographic column for distributing of carotene from the other pigments. The benzene solution of carotene was transferred into a 50 ml graduated flask and it was filled up to the mark with water. It is photometered in 460 nm (Mashev 1994).

#### *Determination of lycopene*

Lycopene content was analyzed by Manuelyan's modified method (Manuelyan 1991). 1 g of fresh material of tomatoes from average sample of 20 tomato fruits was ground with quartz sand, dried with sodium sulfate and dissolved in acetone. The filtered acetone extract was measured spectrophotometrically.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

The relation between the nutritious regime in soil and the nutritious value of tomatoes has been studied. The latter are a main source of carotenoids, as well as lycopene. It is known that lycopene has a high antioxidant potential.

Certain analyses have been carried out for some quality characterizations that are key for the tomato crop. In an average sample of 20 fruit the following chemical indexes were analysed: the amount of manganese, dry matter, vitamin C, lycopene,  $\beta$ -carotene.

The effect of the potassium fertilization on the content of manganese and antioxidants in the fruit of tomatoes Marti cultivar was studied (Table 1. and Table 2.).

Table 1. Content of manganese, vitamin C and dry matter in tomato fruits

N	Variants	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )				Vitamin C (mg)	Dry matter (%)
		MV method	Reliab. P = 99%	RSD* (%)	AAS method		
1	basic fertilization	0.69	a	1.0	0.85	25.66	4.77
2	K <sub>8</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	1.69	c	1.2	1.50	27.11	4.57
3	K <sub>16</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.71	b	0.9	0.55	27.37	4.67
4	K <sub>24</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.60	f	1.1	0.85	27.55	4.77
5	K <sub>8</sub> (KNO <sub>3</sub> )	4.25	d	1.2	4.00	23.52	4.40
6	K <sub>16</sub> (KNO <sub>3</sub> )	4.18	b	1.4	4.35	24.68	4.63
7	K <sub>24</sub> (KNO <sub>3</sub> )	3.14	a	1.3	3.40	27.07	4.83
8	1% p-p (KNO <sub>3</sub> )	4.00	d	1.3	4.30	26.93	4.73

\* Relative Standard Deviation for MV method (n = 6)

Table 2. Content of manganese, lycopene and  $\beta$ -carotene in tomato fruit

N	Variants	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )				Lycopene (mg)	$\beta$ -carotene (mg)
		MV method	Reliab. P = 99%	RSD* (%)	AAS method		
1	basic fertilization	0.69	a	1.0	0.85	7.23	1.56
2	K <sub>8</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	1.69	c	1.2	1.50	8.42	1.29
3	K <sub>16</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.71	b	0.9	0.55	8.08	1.41
4	K <sub>24</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	0.60	f	1.1	0.85	8.33	1.33
5	K <sub>8</sub> (KNO <sub>3</sub> )	4.25	d	1.2	4.00	7.96	1.30
6	K <sub>16</sub> (KNO <sub>3</sub> )	4.18	b	1.4	4.35	8.12	1.28
7	K <sub>24</sub> (KNO <sub>3</sub> )	3.14	a	1.3	3.40	9.38	1.39
8	1% p-p (KNO <sub>3</sub> )	4.00	d	1.3	4.30	7.73	1.42

\* Relative Standard Deviation for MV method (n = 6)

The obtained results in the study in connection with the method developed by us for determination of manganese with Methyl Violet were processed by a computer programme for a two-factor dispersal analysis and comparative analysis in Duncan's method.

Potassium has a decisive role for obtaining production of high quality. It influences the formation of cavities in fruit, their uniform tint, as well as on the content of lycopene. Two sources of potassium fertilization have been tested – with potassium sulfate and potassium nitrate at different levels of fertilization.

The experimental data *Table 1*. indicate that with the increase of the amount of potassium from K<sub>8</sub> to K<sub>24</sub>, like K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, the content of manganese decreases from 1.69 to 0.60 mg kg<sup>-1</sup> manganese dry mass (Variants 2, 3, 4).

The same interrelation can be seen even in fertilization with KNO<sub>3</sub> (Variants 5, 6, 7). The experimental data show that in these variants of fertilization with KNO<sub>3</sub> the content of manganese was several times higher. This indicates that the fertilization with KNO<sub>3</sub> helps for the better accumulation of manganese in the fruit of tomatoes.

The content of manganese was several times higher than that in variants 2, 3, 4, as it ranges in the limits from 4.25 to 3.14 mg kg<sup>-1</sup>.

There is a significant effect of leaf feeding up with 1%  $\text{KNO}_3$  solution on the accumulation of manganese  $4.00 \text{ mg kg}^{-1}$  dry mass in the fruit of tomatoes in comparison with the fertilization with  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

It was established that with the increase of potassium fertilization in the two fertilizers-potassium sulphate and potassium nitrate the content of vitamin C increased. In fertilization with  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (Variants 2, 3, 4) the increase was insignificant from 27.11 to 27.55 mg vitamin C. In fertilization with  $\text{KNO}_3$  (Variants 5, 6, 7) the content of vitamin C increased significantly from 23.52 to 27.07 mg. This increase of vitamin C was parallel with the increase of the fertilizer rate from  $\text{K}_8$  to  $\text{K}_{24}$ .

The deviations in the biochemical composition in the fruit between the variants were more sensitive for the content of vitamin C. The potassium fertilization increased the value of this exponent. Modifications in the content of vitamin C were better expressed after fertilizing at the rate of  $24 \text{ kg K}_2\text{O/dka}$  in the form of  $\text{K}_2\text{SO}_4$  – 27.55 mg vitamin C. The experimental data showed that a higher content of vitamin C in the fruit of tomatoes could be reached after fertilization with  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

The leaf feeding up with 1%  $\text{KNO}_3$  solution does not make a significant modification in the content of vitamin C 26.93 mg.

The experimental data showed that the potassium fertilization did not significantly influenced the content of dry matter in the fruit of tomatoes. The differences between the separate variants (*Table 1*) were small and a definite tendency could not be seen.

Certain differences have been established in the content of dyes in the fruit of tomatoes. Lycopene and  $\beta$ -carotene have been studied in the fruit of tomatoes Marti cultivar (*Table 2*).

In the fertilization with  $\text{K}_8$  and  $\text{K}_{24}$  as  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (Variants 2 and 4) the content of lycopene changed insignificantly in the same way. With the increase of the fertilization rate the content of lycopene decreased from 8.42 to 8.33 mg. There was only one exception – the content of  $\beta$ -carotene that increased insignificantly. After fertilization with  $\text{K}_8$  the content of  $\beta$ -carotene was 1.29 mg, and with  $\text{K}_{24}$  – 1.33 mg (Variants 2 and 4). After fertilization with  $\text{KNO}_3$  the content of the two parameters: lycopene and  $\beta$ -carotene changed in the same way (*Table 2*). With the increase of the fertilization rate from  $\text{K}_8$  to  $\text{K}_{24}$  (Variants 5, 6, 7) their content increased; for lycopene from 7.96 to 9.38 mg; for  $\beta$ -carotene from 1.30 to 1.39 mg. The fertilization with  $24 \text{ kg K}_2\text{O dka}^{-1}$  in a form of  $\text{KNO}_3$  increased the content of dyes in the fruit of tomatoes.

The potassium fertilization with  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (Variants 2, 3, 4) had very small influence upon the content of lycopene and  $\beta$ -carotene. After fertilization with  $\text{KNO}_3$  (Variants 5, 6, 7) their modification was much more significant.

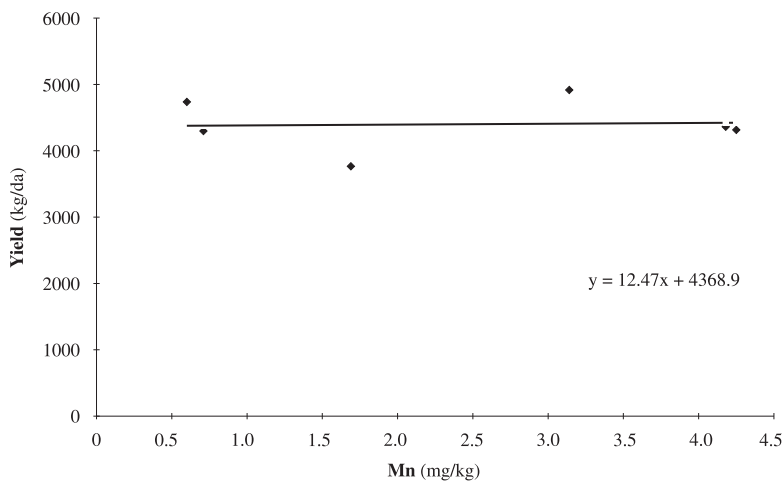
Lycopene is a pigment much sensitive to potassium deficit. It is a considerable co-factor in the protein synthesis. The experimental data showed a positive effect of soil fertilization with  $\text{KNO}_3$ , upon the content of lycopene.

The leaf feeding up with 1%  $\text{KNO}_3$  solution did not cause a significant change in the content of lycopene and  $\beta$ -carotene. The content of lycopene in the leaf feeding up (Variant 8) was the same as after fertilization with  $\text{K}_8$  ( $\text{KNO}_3$ ) (Variant 5). There was only one exception the content of  $\beta$ -carotene. The experimental data indicated that in the leaf feeding up the content of  $\beta$ -carotene was 1.42 mg. The content in question was approximately equal with the one obtained after fertilization with  $\text{K}_{24}$  ( $\text{KNO}_3$ ) (Variant 7).



The deficit of the nutritious element manganese leads to retardation of the growth and decrease of yield. The dependence of yield on the content of manganese in the fruit of tomatoes was represented on *Figure 1*. There were no significant changes in yield with the increase of the concentration of manganese in the fruit.

*Figure 1.* Interrelation between the yield  $\text{kg dka}^{-1}$  and the content of Mn in tomato fruit; Correlation coefficient  $r = 0.05$



In connection with the positive effect of manganese upon vegetation and growth of plants, we studied the interrelation between the manganese and the amount of antioxidants accumulated in the fruit of tomatoes: vitamin C, lycopene and  $\beta$ -carotene (*Table 1*, and *Table 2*). The experimental data showed that both the fertilization rate and the type of the potassium fertilizer influenced the content of manganese and antioxidants.

The study showed that the high concentrations of manganese exercised a negative influence upon the content of vitamin C in the fruit of tomatoes. The experimental data showed that with the decrease of the concentration of manganese, the content of vitamin C increased (*Figure 2*). Negative correlation ( $r = -0.86$ ) was obtained between the concentration of manganese and vitamin C.

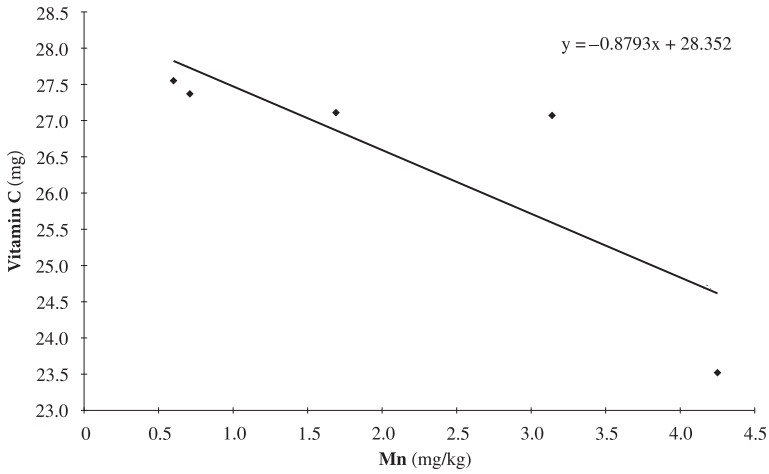
After fertilization with  $\text{K}_2\text{SO}_4$  (variants 2, 3, 4) the content of vitamin C increased 27.11–27.55 mg with the decrease of the content of manganese (*Table 1*).

The same interrelation can be seen when fertilization with  $\text{KNO}_3$  was applied (variants 5, 6, 7). With the increasing of the concentration of manganese, vitamin C decreased significantly from 27.07 mg to 23.52 mg (*Table 1*).

The study showed that in variants of fertilization with  $\text{K}_2\text{SO}_4$  manganese had a positive effect upon the content of lycopene (*Table 2*).

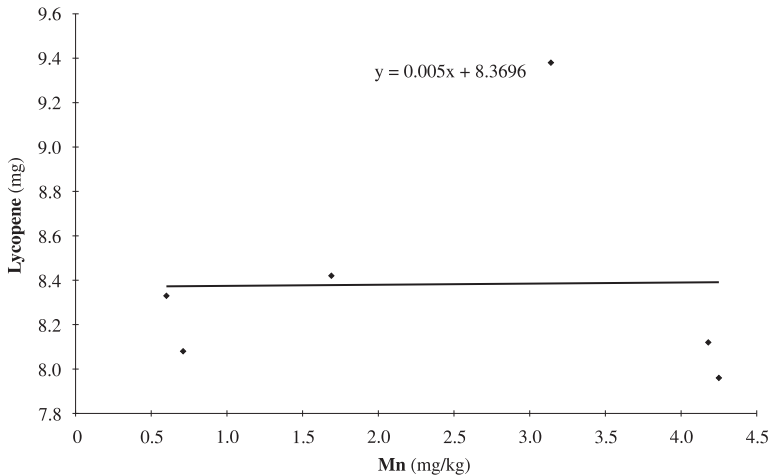
A negative interrelation was obtained between the concentrations of manganese and lycopene after fertilization with  $\text{KNO}_3$ . It could be seen from the *Table 2*, that with the increasing of the concentration of manganese, the content of lycopene decreased.

*Figure 2.* Interrelation between vitamin C and the content of Mn in tomato fruit; Correlation coefficient  $r = -0.86$



The interrelation between the content of lycopene and concentration of manganese in the fruit of tomatoes is shown on (*Figure 3*).

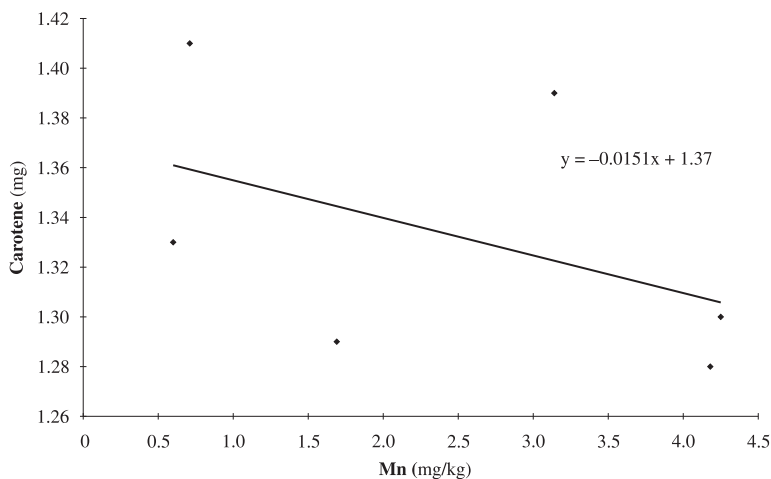
*Figure 3.* Interrelation between lycopene and the content of Mn in tomato fruit; Correlation coefficient  $r = 0.02$



A negative interrelation determines the relation between  $\beta$ -carotene and the content of manganese in variants of fertilization with  $K_2SO_4$  (*Table 2*). In variants of fertilization with  $KNO_3$  manganese had a negative effect on the content of carotene in the fruit of tomatoes. The study showed that the high concentrations of manganese exercised a negative effect on the content of  $\beta$ -carotene in the fruit of tomatoes. The experimental data showed that

with decreasing the concentration of manganese, the content of carotene increased (Figure 4.). Negative correlation ( $r = -0.46$ ) was obtained between the concentration of manganese and carotene.

Figure 4. Interrelation between  $\beta$ -carotene and the content of Mn in tomato fruit; Correlation coefficient  $r = -0.46$



A parallel determination of manganese content was carried out by the atomic-absorption method (AAS), to check the method that we propose. The results obtained (Table 1. and Table 2.) showed a satisfactory accuracy of the method for determination of manganese in plant material with Methyl Violet. The experimental data by both methods showed that the proposed extraction-photometric method with Methyl Violet can be successfully used for determination of microquantities of manganese in plant material.

The yield and the structure of yield ( standard, nonstandard and general) are presented in Table 3. and Table 4.

Table 3. Yield, kg dka<sup>-1</sup> mean for the period

No	Variants	Martí			
		x	sd	min-max	cv
1	Control	3245	1019.17	2266–4300	31.41
2	K <sub>8</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	3767	1245.55	2413–4864	33.06
3	K <sub>16</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	4298	1347.28	2749–5200	31.35
4	K <sub>24</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	4737	1397.53	3158–5814	29.50
5	K <sub>8</sub> (KNO <sub>3</sub> )	4315	1141.57	3005–5099	26.46
6	K <sub>16</sub> (KNO <sub>3</sub> )	4361	1348.78	2847–5435	30.93
7	K <sub>24</sub> (KNO <sub>3</sub> )	4917	1459.78	3254–5988	29.69
8	1% p-p KNO <sub>3</sub>	4541	1628.34	2749–5930	35.86

Table 4. A structure of yield – Marti cultivar (mean for the period)

No	Variants	Standard yield		Total yield		% nonstandard yield
		kg dka <sup>-1</sup>	% according to var. 1	kg dka <sup>-1</sup>	% according to var. 1	
1	Control	2985	100	3245	100	8.0
2	K <sub>8</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	3052	102	3767	116	6.2
3	K <sub>16</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	3532	118	4298	132	5.5
4	K <sub>24</sub> (K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	4475	150	4737	146	5.5
5	K <sub>8</sub> (KNO <sub>3</sub> )	4060	136	4315	133	5.9
6	K <sub>16</sub> (KNO <sub>3</sub> )	4065	136	4361	134	5.6
7	K <sub>24</sub> (KNO <sub>3</sub> )	4691	157	4917	152	4.6
8	1% p-p KNO <sub>3</sub>	4301	144	4541	140	5.2

The potassium fertilization increased the productivity of tomatoes. Increasing of the standard yield of Marti cultivar can be determined after fertilization with a higher fertilization rate of 24 kg K<sub>2</sub>O dka<sup>-1</sup> in the two forms of potassium (Table 3. and Table 4.). The standard yield was the highest after fertilization with 24 kg K<sub>2</sub>O dka<sup>-1</sup> introduced as KNO<sub>3</sub> – 4691 kg dka<sup>-1</sup>, as the increasing is by 57% in comparison with the nonfertilized plants. Second came the plants fertilized at the same fertilization rate applied as K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 4475 kg dka<sup>-1</sup> or by 50% higher than the control. The decrease of the nonstandard yield was even bigger after fertilization with KNO<sub>3</sub>.

There was a significant effect of the leaf feeding up with 1% solution of KNO<sub>3</sub>, as the increase was by 44% more than the control. In these variants the percentage of the nonstandard yield was least. The yield obtained from the variant with the leaf feeding up with 1% solution of KNO<sub>3</sub> was higher than the one fertilized with 16 kg K<sub>2</sub>O dka<sup>-1</sup> applied as K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

The data about the general yield showed the same tendency. The obtained results indicated that in Marti cultivar the potassium nitrate had more significant influence on the productivity of tomatoes.

The studies indicated that low concentrations of manganese in the fruit of tomatoes exercised a positive influence upon the accumulation of vitamin C, lycopene, β-carotene. Hence the low content of manganese in the fruit of tomatoes will not affect their nutritional properties.

Before setting the trial for determination the type and amount of the fertilizers for main fertilization and monthly for the feeding-up an agrochemical analysis of soil in water extraction was performed. Mineral nitrogen (NH<sub>4</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N) – 2.1 mg/100 g soil, mobile forms of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O – respectively 20.5 mg and 17.7 mg/100 g soil, soil reaction pH<sub>(H<sub>2</sub>O)</sub> – 6.9–7.0, content of humus – 2.1% were determined.

## CONCLUSIONS

1. Fertilization with  $\text{KNO}_3$  helps the better accumulation of manganese in the fruit of tomatoes.
2. The content of vitamin C is higher after fertilization with  $\text{K}_{24}$  ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ ). The fertilization with 24 kg  $\text{K}_2\text{O}$   $\text{dka}^{-1}$  applied as  $\text{K}_2\text{SO}_4$  increases the content of the dies in the fruit of tomatoes.
3. The content of lycopene and  $\beta$ -carotene changes insignificantly when applying  $\text{K}_2\text{SO}_4$ . After fertilization with  $\text{KNO}_3$  their change is more significant.
4. At small concentrations manganese exercises a positive effect upon the accumulation of vitamin C, lycopene,  $\beta$ -carotene in tomato fruit.
5. Potassium nitrate has a strong effect upon the production of tomatoes in comparison with potassium sulphate. The standard yield is highest after fertilization with 24 kg  $\text{K}_2\text{O}$   $\text{dka}^{-1}$ , introduced as  $\text{KNO}_3$  – 4691 kg  $\text{dka}^{-1}$  as the increase is 57% towards the nonfertilized plants.
6. The developed new method of determination of manganese with Methyl Violet can be successfully applied for an analysis of plant samples.

## ACKNOWLEDGMENT

The authors would like to thank the Research Fund of the Agricultural University for financial support.

## REFERENCES

- Bulatov, M. – Kalinkin, I.* (1972): Practical Manual of Photocolorimetric and Spectrophotometric Methods Analysis. Chemistry, Leningrad.
- Bergmann, W. – Neubert, P.* (1976): Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse, Jena.
- Epstein, E.* (1961): The essential role of calcium in selective cation transport by plant cells, *Plant Physiol.*, 36, 4.
- Heintze, S.* (1966): Manganese deficiency in peas and other crops in relation to the availability of soil manganese, *J. Agr. Sci.*, 36.
- Kostova, D.* (nonpublished): Determination of manganese by a new analytical reagent.
- Kamburova, M. – Rankov, V.* (1996): A content of manganese in the production of some vegetable crops, Second National Scientific Conference with International Participation, "Ecology and Health" 96', Plovdiv, 175.
- Kamburova, M. – Nikitova, D.* (1997): Extraction-spectrophotometric determination of manganese in plants, Scientific Works, Higher School of Agric., Plovdiv, XLII, 2.: 113.
- Kamburova, M.* (1997): Determination of manganese with Thiazolylblue tetrazolium bromide in some vegetable crops, First Balkan Symp. Vegetables and Potatoes, *Acta Hort*, N 462, 2.: 517.

- Kamburova, M. – Shabaan, N.* (1998): An influence of fertilizers upon the content of manganese in green beans, A second scientific conference 'Possibilities for applying of fertilizers in agriculture '98, Plovdiv, 51.
- Kamburova, M.* (2001): Determination of manganese with tetrazolviolet in some vegetable Crops, Journal of Environmental Protection and Ecology, **2**, (4): 882.
- Manuelyan, H.* (1991): Express methods for assessing the carotenoid composition of tomato fruits, Genetic improvement of tomato, Spring-Verlag. 193.
- Mashev, N.* (1994): A manual of biochemistry of plants, Zemizdat, Sofia.
- Nicholas, D.* (1961): Minor mineral nutrients, Ann. Rev. Plant Physiol., 12.
- Nason, A. – Olderwurt, H. – Propst, M.* (1952): Rol of micronutrient elements in the metabolism of higher plants, I. Changes in oxidating enzyme constitution of tomato leaves deficient i micronutrient elements, Arch. Biochem. Biophys., 38.
- Sandell, E.* (1959): Colorimetric determination of Traces of Metals, 3<sup>rd</sup> Ed., Interscience, New York.
- Shkolnik, M.* (1974): Trace elements in life of the plants, Leningrad.
- Vazhenin, I.* (1974): Methods for Determination of Trace Elements in Soils, Plants and Waters, Kolos, Moscow.

*Address of the authors – A szerző levélcíme:*

KOSTOVA Denka  
Agricultural University, Laboratory Complex  
12, Mendeleev Str., 4000 Plovdiv, Bulgaria  
E-mail: deny\_kostova@yahoo.com

BOTEVA Hristina  
Maritsa Vegetable Crops Research Institute  
4003 Plovdiv, Bulgaria



## Comparison of single extraction methods for determination of bioavailable manganese fraction in soils

GABRIELA NÁDASKÁ – VIERA REMENCOVÁ – JURAJ LESNÝ

Faculty of Natural Sciences  
University of SS. Cyril and Methodius  
Trnava, Slovakia

### SUMMARY

The amounts of potentially bioavailable manganese in four typical soil samples representing the major soil types in Slovakia – Haplic Chernozem, Mollic Fluvisol, Albic Luvisol and Haplic Luvisol were investigated by six methods, namely single extractions using  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ , DTPA, Mehlich 2, Mehlich 3 and the Lakanen-Erviö procedure. The total manganese concentrations in analyzed soils have been determined by X-ray fluorescence analysis as well as by galvanostatic stripping chronopotentiometry after microwave mineralization. Values obtained for the studied soils by galvanostatic stripping chronopotentiometry varied from  $395 \text{ mg kg}^{-1}$  (Mollic Fluvisol) to  $637 \text{ mg kg}^{-1}$  (Haplic Chernozem). The highest manganese concentrations were found in Mehlich 2 as well as in Mehlich 3 extracts (reaching up to 24% of the total manganese contents in soils), while the lowest manganese concentrations were determined applying DTPA and the Lakanen-Erviö extraction procedure (not exceeding 2% of the total soil manganese). With increasing soil pH the extracted amount of manganese decreased applying most of the investigated extraction procedures. The obtained results accent the rising necessity of method's objectification enabling reliable determination of bioavailable manganese fraction in soils.

**Keywords:** manganese, bioavailability, extraction procedures.

### INTRODUCTION

The characterization of trace metal fractions in soils is an inevitable requirement for modelling the dynamics of metal ions and predicting their availability to plants and animals. Various approaches have been applied to achieve this objective. Most techniques have involved single or multiple extraction steps to dissolve the metal pool of interest (*Young et al.* 2000). The mobility of the metals and their bioavailability are related to eco-toxicity to the plants, which at the same time depend strongly on their specific chemical binding.

In order to assess toxic effects and to study bio-geochemical pathways, it is of substantial importance to predict bioavailable metal concentrations rather than the total metal contents. The degree of metal association with different geochemical phases strongly depends upon the physico-chemical conditions of the soils, basically pH, CaCO<sub>3</sub> concentration, cation-exchange capacity (CEC), nutrients status (competitive species in soil solution), organic matter content (OM) and texture (Kabata-Pendias 2001, Alvarez *et al.* 2006).

A number of methods have been proposed and applied to evaluate bioavailability of trace elements in soils which are based mainly on extractions by various solutions: (1) acids - mineral acids at various concentrations; (2) chelating agents (e.g. EDTA, DTPA, DTPA [+TEA]); (3) buffered salts (e.g. NH<sub>4</sub>OAc); (4) neutral salts (e.g. CaCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>); and (5) other extractants proposed for routine soil testing (Gupta and Sinha 2007).

Manganese is a transition metal, belonging to the group of siderophile elements, widespread in the environment, occurring practically in all rocks and soils. Mn is a micronutrient, required by plants for photosynthesis and by animals for neural development. However, in excess concentrations manganese may be toxic (Nyberg *et al.* 1995). The extreme diversity of manganese chemistry is an important control on its mobilisation and transport in the environment. Two main forms of Mn exist in the environment – Mn(II) (soluble) and Mn(IV) (insoluble) and its mobility is largely governed by pH and redox conditions. In the acidic, organic-rich and moist soils some of Mn oxides reduce to mobile Mn(II) and manganese is in such conditions therefore more available for plant uptake (Heal 2001).

## MATERIAL AND METHODS

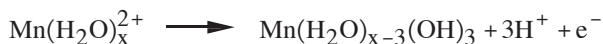
**Soil characterisation:** Four soil samples with a wide range of physical and chemical properties given in *Table 1*. were chosen for our study. The samples have been acquired from the Department of Soil Science, Faculty of Agrobiolgy and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra. The relevant samples have been collected at four sampling sites, namely Komjatice (Haplic Chernozem), Šurany (Mollic Fluvisol), Malanta (Haplic Luvisol) and Trnávka (Albic Luvisol). The sampling sites are shown in *Figure 1*. The samples were air-dried, homogenized and sieved (0.3 mm) before analysis. The contents of chosen elements were measured by flame atomic absorption spectrometry (FAAS) and X-ray fluorescence analysis (XRF) (*Table 2a.*, *Table 2b.*).

**Extraction procedures:** The extraction procedures applied in order to evaluate the bioavailable manganese fractions of studied soils are shown in *Table 3*. After extraction the obtained solutions have been evaporated and dissolved in electrolyte for further determination of manganese using galvanostatic stripping chronopotentiometry.

**Galvanostatic stripping chronopotentiometry (SCP):** The concentration of Mn in obtained solutions as well as the total manganese concentration after microwave digestion (using the Microwave Digestion System Multiwave MW 3000, Anton Paar, Austria) has been determined by galvanostatic stripping chronopotentiometry (using the flow-through system EcaFlow model GLP 150, Istran Ltd., Slovakia). The mineralization has been accomplished applying the following conditions: conc. HCl and HNO<sub>3</sub> (2:5), 210 °C, 30 min, 40 MPa.



For the determination, stripping chronopotentiometry on a macroporous electrode has been applied. At suitable positive potential Mn(II) is deposited from a slightly acidic solution on the electrode surface as a hydrate oxide:



In the next step the deposit is stripped at constant negative current and the concentration is determined applying proper calibration procedure.

The flow through electrochemical system consisted of electrochemical cell (EcaCell 104), reference electrode (Ag/AgCl) and carbon porous working electrode (E-104). 0.1 mol dm<sup>-3</sup> Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0.01 mol dm<sup>-3</sup> NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> has been used as carrier electrolyt solution. Certified reference solution (Merck, Slovakia) has been used for preparing of Mn(II) calibration solutions. For all solutions deionised water (conductivity of 0.054 μS cm<sup>-1</sup>) and for all experiments analytical grade reagents were used. *Table 4.* shows the applied experimental parameters for Mn determination using SCP.

*Table 1.* Important properties of studied soil samples

Sampling site	Classification	Depth (cm)	OC <sup>a</sup> (%)	OM <sup>b</sup> (%)	pH		CEC <sup>c</sup> (meq/100g)	CaCO <sub>3</sub> (%)
					H <sub>2</sub> O	KCl		
Komjatice	Haplic Chernozem	0–45	1.80	3.10	7.80	6.96	42.5	0.90
Šurany	Mollic Fluvisol	0–40	2.04	3.52	7.42	6.13	26.1	0.96
Trnávka	Albic Luvisol	0–20	1.45	2.50	5.50	4.50	16.1	–
Malanta	Haplic Luvisol	0–20	1.39	2.40	6.30	5.55	17.2	14.60

<sup>a</sup> OC, Organic carbon content; <sup>b</sup> OM, Organic matter content; <sup>c</sup> CEC, Cation exchange capacity

*Figure 1.* Sampling sites of investigated soils



Table 2a. Determined concentrations of chosen soil constituents in studied samples

Sampling site	Classification	As*	Cd*	Cr*	Cu*	Hg*	Pb*	Zn*	Mn**	Ca**
		mg kg <sup>-1</sup>								
Komjatice	Haplic Chernozem	3.5	0.60	57.3	22.3	0.10	9.8	97.5	774.4	42595
Šurany	Mollic Fluvisol	1.9	1.00	70.3	30.6	0.17	16.3	122.0	619.5	13578
Trnávka	Albic Luvisol	4.2	0.60	59.0	18.1	0.06	24.1	81.6	774.4	4359
Malanta	Haplic Luvisol	4.2	0.06	60.8	23.3	<0.02	14.8	130.0	851.8	5366

Table 2b. Determined concentrations of chosen soil constituents in studied samples

Sampling site	Classification	Fe**	Mg**	SiO <sub>2</sub> **	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> **	TiO <sub>2</sub> **	K <sub>2</sub> O**	Na <sub>2</sub> O**	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> **
		g kg <sup>-1</sup>							
Komjatice	Haplic Chernozem	27.7	11.1	640	102.0	8.0	21.7	11.8	1.5
Šurany	Mollic Fluvisol	42.2	9.2	600	14.9	8.0	22.8	10.0	1.7
Trnávka	Albic Luvisol	20.8	4.5	738	98.1	10.3	21.3	10.7	1.0
Malanta	Haplic Luvisol	24.6	5.4	732	107.0	8.8	24.3	13.2	1.9

\* Total metal concentrations were measured by FAAS in the North-Transdanubian Environmental, Nature Conservation and Water Management Inspectorate, Győr, Hungary; \*\* Total metal concentration were measured by XRF in the Geoanalytical Laboratories of the State Geological Institute of Dionyz Štúr, Spišská Nová Ves, Slovakia

Table 3. Experimental conditions applied for single extractions of manganese from soils

Extraction solution	Liquid:solid ratio	Extraction time	References
CaCl <sub>2</sub> 0.01 mol dm <sup>-3</sup> (pH 7)	10:1	1 h; 5 h	<i>Novozamski et al. (1993)</i>
MgCl <sub>2</sub> 1 mol dm <sup>-3</sup>	8:1	1 h; 5 h	<i>Tessier et al. (1979)</i>
<i>Lakanen-Erviö:</i> NH <sub>4</sub> OAc 0.5 mol dm <sup>-3</sup> Na <sub>2</sub> EDTA 0.02 mol dm <sup>-3</sup> CH <sub>3</sub> COOH 0.01 mol dm <sup>-3</sup> (pH 4.65)	10:1	1 h; 5 h	<i>Albanese (2008)</i>
DTPA 0.005 mol dm <sup>-3</sup> CaCl <sub>2</sub> 0.01 mol dm <sup>-3</sup> TEA 0.1 mol dm <sup>-3</sup> (pH 7.3)	10:1 2:1	1 h; 5 h	<i>Lindsay and Norvell (1978)</i>
<i>Mehlich 2:</i> NH <sub>4</sub> F 0.015 mol dm <sup>-3</sup> NH <sub>4</sub> Cl 0.2 mol dm <sup>-3</sup> CH <sub>3</sub> COOH 0.2 mol dm <sup>-3</sup> HCl 0.012 mol dm <sup>-3</sup>	10:1	1 h; 5 h	<i>Fiala (1999)</i>
<i>Mehlich 3:</i> NH <sub>4</sub> F 0.015 mol dm <sup>-3</sup> NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 0.2 mol dm <sup>-3</sup> CH <sub>3</sub> COOH 0.2 mol dm <sup>-3</sup> HNO <sub>3</sub> 0.013 mol dm <sup>-3</sup> EDTA 0.001 mol dm <sup>-3</sup>	10:1	1h; 5h	<i>Mehlich (1984)</i>

Table 4. Experimental conditions for the determination of Mn

Deposition potential	1100 mV
Deposition time	60 s
Initial potential	1100 mV
Final potential	500 mV
Dissolution current	-25 $\mu$ A
Time of stabilization	10 s
Max. time of stripping	120 s
Regeneration potential	400 mV
Time of regeneration	10 s
Volume of sample	1 ml
"Standby" potential	650 mV

## RESULTS AND DISCUSSION

In *Figures 2–5*, the total manganese contents as well as the bioavailable fraction of Mn in soils obtained by different extraction agents, namely Mehlich 3, Mehlich 2,  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$ , DTPA and Lakanen-Erviö procedure are shown. The given total manganese contents in *Figures 2–5* represent the values determined by SCP after microwave mineralization applying the above mentioned conditions. In order to compare the presented total manganese contents with ones gained by another analytical method not requiring mineralization we realized the relevant determination applying X-ray fluorescence analysis as well. The obtained total manganese concentrations using the mentioned methods show variances caused probably by differences in sample preparation.

**Soil sample Trnávka:** After 1 hour of extraction, we obtained the highest manganese content in Mehlich 3 extract. Thus the result obtained was about 13.2% of total Mn in the soil. For 5 hours extraction time we obtained the highest proportion of Mn in Mehlich 2 extract. The determined value corresponded to approximately 24.2% of total manganese in the soil. The lowest manganese content was determined in  $MgCl_2$  extract for 1 hour extraction time, namely about 0.1% of total manganese and in Lakanen-Erviö extract for 5 hours extraction time represented approximately 0.2% of total manganese in the soil. In Lakanen-Erviö extract for 1 hour extraction time the concentration of manganese we found to be below LOD.

**Soil sample Malanta:** The highest manganese content was found in Mehlich 2 extract in both applied extraction times. In the case of 1 hour extraction it was found to be approximately 12.3% and in the case of 5 hours extraction time about 24.2% of total manganese in the soil. The lowest amounts of manganese gained the DTPA extract for 1 hour extraction time and the  $MgCl_2$  extract for 5 hours extraction time. In both cases, we obtained a value of approximately 0.3% of total manganese in the soil. For the 1 hour  $MgCl_2$  extract as well as for the 1 hour  $CaCl_2$  extract we obtained slightly higher manganese concentrations in comparison with the 5 hour extraction time ones. These contradictions may be caused by changes of the soil particulates as a consequence of the procedure applied. Using Lakanen-Erviö procedure we found values below the LOD.

Figure 2. Manganese concentrations in soil sample Trnávka after mineralization and extraction with various extraction reagents  
a) extraction time – 1 h; b) extraction time – 5 h

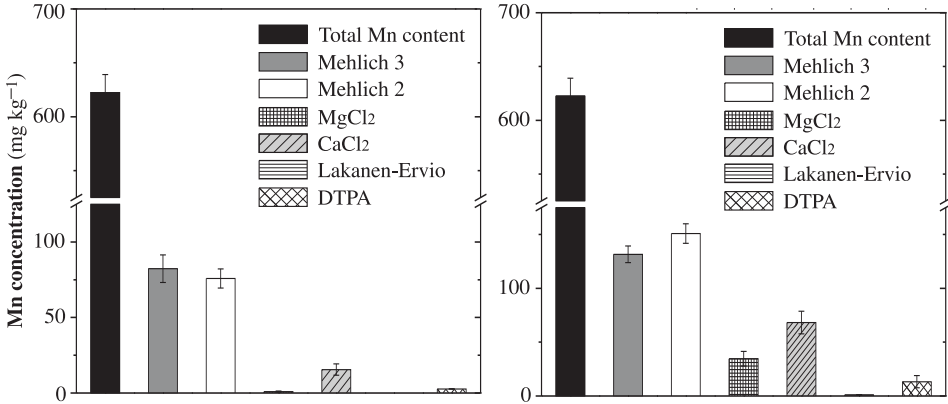


Figure 3. Manganese concentrations in soil sample Malanta after mineralization and extraction with various extraction reagents  
a) extraction time – 1 h; b) extraction time – 5 h

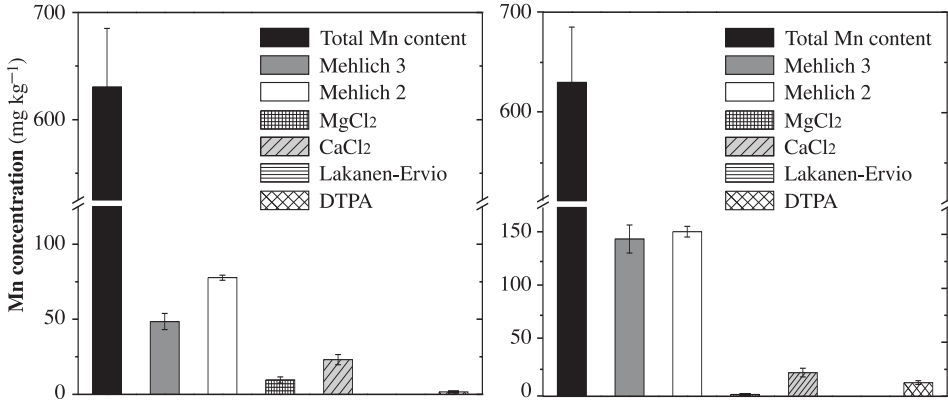


Figure 4. Manganese concentrations in soil sample Šurany after mineralization and extraction with various extraction reagents  
 a) extraction time – 1 h; b) extraction time – 5 h

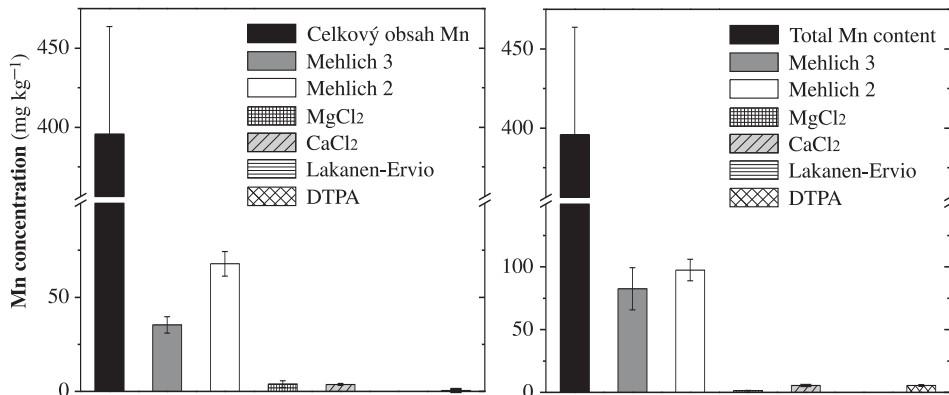
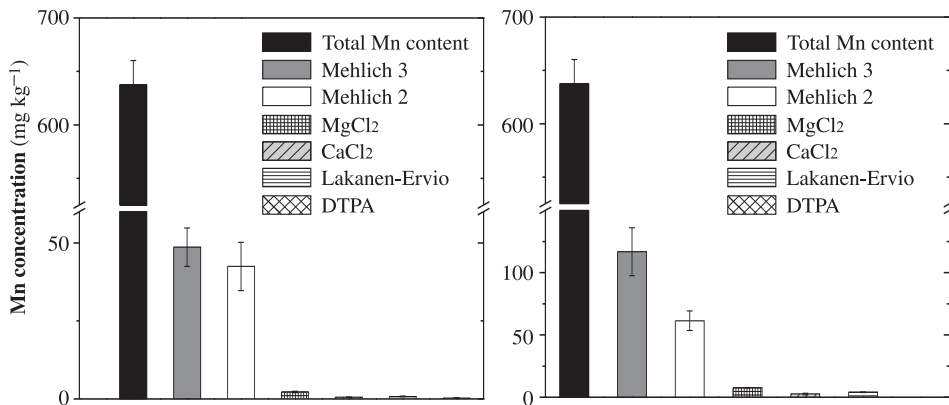


Figure 5. Manganese concentrations in soil sample Komjatice after mineralization and extraction with various extraction reagents;  
 a) extraction time – 1 h; b) extraction time – 5 h



**Soil sample Šurany:** The highest manganese content was determined in Mehlich 2 extract using both 1 hour as well as 5 hour extraction time. We obtained approximately 17.1% and 24.6% of total manganese in the soil for 1 hour and 5 hours extraction times respectively. The lowest manganese content was obtained using DTPA extraction reagent after 1 hour extraction, namely about 0.1% and in the case of 5 hour extraction it was the  $MgCl_2$  extraction solution, which resulted in about 0.4% of total manganese in the soil. The Lakanen-Erviö extract led to values below the LOD.

**Soil sample Komjatice:** The highest manganese contents were determined in Mehlich 3 extract, namely 7.6% of total soil manganese after 1 hour extraction time and 18.3% after 5 hour extraction time respectively. The lowest manganese content was obtained in  $CaCl_2$  extract. After 1 hour extraction time it resulted in 0.08% and after 5 hour extraction time in 0.4% of the total manganese content. In the case of DTPA extract the 5 hour extraction time resulted in values below the LOD.

## CONCLUSIONS

As it is shown, different extraction procedures resulted in considerably different values of bioavailable manganese concentration in investigated soil samples. The causes and consequences of the relevant disagreement are of concern of paedologists and a wide range of natural scientists. In the analyzed soils, high manganese concentrations have been determined in the Mehlich 2 and Mehlich 3 extracts respectively, while low levels of manganese – as a rule not exceeding 2% of the total manganese concentrations in soils – have been obtained applying DTPA and the Lakanen-Erviö procedure. In  $MgCl_2$  and  $CaCl_2$  extracts we found roughly similar manganese concentrations. In agreement with expectations, the obtained results suggest that the dominant factor influencing the availability of manganese in soils is their pH value. Under acidic conditions, manganese is easily accessible, as evidenced by the highest levels of manganese using all the applied agents with the lowest soil pH, namely Trnávka ( $pH_{H_2O} = 5.5$ ). On the other hand, the lowest levels of manganese in the extracts we obtained in soil samples with the highest pH values, namely Komjatice ( $pH_{H_2O} = 7.8$ ). However, these conclusions have a significant exception. Namely, the Mehlich 2 and Mehlich 3 extraction procedures, applied for different soils, did not led to expected differences in bioavailable fractions of manganese.

Besides of the above presented results it is worthwhile to mention, that a significant conclusion of our study is to supply the widely accepted necessity of an effective objectification of existing methods for determination of bioavailable manganese in soils. In general, our results highlight the need of the procedure objectification for bioavailable amounts determination concerning a wide range of micronutrients for different plants in different soils and different climates. One of possible approach is the utilization of radiotracers with a subsequent comparison of specific activities of soil extracts, using the investigated extraction reagents, with specific activities of plants, cultivated in the relevant radioactively labelled soils (Lesný *et al.* 2005). Concerning radioindicator methods, the

accomplishment of E-values (*Goldberg and Smith* 1984), i.e. determination of the amount of isotopically exchangeable metals in soils, as well as the partially accepted radioindicator method, called L-values (*Goldberg and Smith* 1985), i.e. determination of plant acceptable fraction of metals, we consider the possibility of adopting methods, optimizing the choice of extraction procedures to determine the amount of labelled micronutrients, to be feasible.

## Talajok biológiailag hozzáférhető mangán frakció-meghatározását szolgáló egylépéses extrakciók értékelése

NÁDASKÁ GABRIELA – REMENCOVÁ VIERA – LESNÝ JURAJ

Szt. Cirill és Metód Egyetem  
Természettudományi Kar  
Trnava, Szlovákia

### ÖSSZEFOGLALÁS

Talajok biológiailag felvehető fémmennyiség meghatározását szolgáló egylépéses extrakciós módszereket alkalmaztunk négy jellemző szlovákiai talaj-típusra. Az extrakciókat, a  $\text{CaCl}_2$ -,  $\text{MgCl}_2$ -, DTPA-, Mehlich 2-, Mehlich 3- és Lakanen-Erviö kivonószerekkel végeztük, a vizsgált talajminták pedig Haplic Chernozem, Mollic Fluvisol, Albic Luvisol és Haplic Luvisol típusú talajokhoz tartoztak. A talajok összes mangán koncentrációjának meghatározása röntgen-fluoreszcencia analízis, illetve mikrohullámú roncsolás utáni sztripping kronopotenciometria analízissel történt. A sztripping kronopotenciometria alkalmazásával az összes mangánt illetően  $395 \text{ mg kg}^{-1}$ -től (Mollic Fluvisol)  $637 \text{ mg kg}^{-1}$ -ig (Haplic Chernozem) terjedő értékeket értünk el. Az extrakciók alkalmazásával a legmagasabb mangán-koncentrációt a Mehlich 2, illetve Mehlich 3 kivonatokban határoztuk meg, és pedig az összes mangánmennyiségnek a kb. 24%-át. A legalacsonyabb mangánkoncentrációt a DTPA- és a Lakanen-Erviö kivonatokban értük el. Az utóbbiakban a mangántartalom nem haladta meg az összes mangán 2%-át. Az alkalmazott kivonatok többségében a talajok növekvő pH értékével csökkent a mangántartalom. Az elért eredmények alátámasztják a biológiailag hozzáférhető mangán megbízható meghatározását szolgáló módszerek fejlesztésének növekvő szükségét.

**Kulcsszavak:** mangán, biológiai hozzáférhetőség, egylépéses extrakciók.

### REFERENCES

- Albanese, S.* (2008): Evaluation of the bioavailability of potentially harmful elements in Urban soils through ammonium acetate–EDTA extraction: a case study in southern Italy. *Geochemistry: Exploration, Environment, Analysis*, **8**, 49–57.

- Alvarez, J. M. – Lopez-Valdivia, L. M. – Novillo, J. – Obrador, A. – Rico, M. I. (2006): Comparison of EDTA and sequential extraction tests for phytoavailability prediction of manganese and zinc in agricultural alkaline soils. *Geoderma*, **132**, 450–463.
- Fiala, K. (1999): Závazné metódy rozborov pôd. Čiastkový monitorovací systém – Pôda. Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, Bratislava.
- Goldberg, S. P. – Smith, K. A. (1984): Soil manganese: E values, distribution of manganese-54 among soil fractions, and effects of drying. *Soil Science Society of America Journal*, **48**, 559–564.
- Goldberg, S. P. – Smith, K. A. (1985): The labile pool of manganese in soil: Comparison of E and L value measurements with extraction methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, **36**, 81–86.
- Gupta, A. K. – Sinha, S. (2007): Assessment of single extraction methods for the prediction of bioavailability of metals to *Brassica juncea* L. Czern. (var. Vaibhav) grown on tannery waste contaminated soil. *Journal of Hazardous Materials*, **149**, 144–150.
- Heal, K. V. (2001): Manganese and land-use in upland catchments in Scotland. *The Science of the Total Environment*, **265**, 169–179.
- Kabata-Pendias, A. (2001): Trace elements in Soils and Plants. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Lesný, J. – Krajňáková, M. – Pipíška, M. – Augustín, J. (2005): Extraction procedure choice proposal for determination of bioavailable fraction of metals in soils. *Acta Agronomica Óváriensis*, **47**, (1), 75–80.
- Lindsay, W. L. – Norvell, W. A. (1978): Development of a DTPA soil test for Zn, Fe, Mn, and Cu. *Soil Science Society of America Journal*, **42**, 421–428.
- Mehlich, A. (1984): Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **15**, 1409–1416.
- Novozamski, I. – Lexmond, T. H. M. – Houba, V. J. B. (1993): A single extraction procedure of soil for evaluation of uptake of some heavy metals by plants. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, **51**, 47–58.
- Nyberg, P. – Andersson, P. – Degerman, E. – Borg, H. – Olofsson, E. (1995): Labile inorganic manganese – an overlooked reason for fish mortality in acidified streams? *Water, Air, and Soil Pollution*, **85**, 333–340.
- Tessier, A. – Campbell, P. G. C. – Bisson, M. (1979): Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analytical Chemistry*, **51**, 844–851.
- Young, S. D. – Tye, A. – Carstensen, A. – Resende, L. – Crout, N. (2000): Methods for determining labile cadmium and zinc in soil. *European Journal of Soil Science*, **51**, 129–136.

*Address of the authors – A szerzők levélcíme:*

NÁDASKÁ Gabriela  
University of SS. Cyril and Methodius  
Faculty of Natural Sciences  
Department of Biotechnology  
J.Herdu 2  
SK-91701 Trnava, Slovak Republic  
E-mail: nadaskag@ucm.sk





## Nitrogén hatóanyag-reakció vizsgálatok kukoricában különböző termőhelyeken beállított kísérletekben

LAJOS MIHÁLY<sup>1</sup> – MÉSZÁROS ANDRÁS<sup>1</sup> – BABRIK ZSOLT<sup>1</sup> – CSAVAJDA ÉVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> AGROFIL SZMI Kft.  
Kisbodak

<sup>2</sup> Nyugat-magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Növénytermesztési Intézet  
Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

Egytényezős, véletlen blokkelrendezésű kísérletekben vizsgáltuk 2009-ben a N-műtrágyázás hatását a kukorica szemtermésére Mosonmagyaróváron, Bólyban, Hódmezővásárhelyen és Csongrádon. Termőhelyenként a kezeletlen kontroll parcellák mellett 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 és 270 kg/ha N-hatóanyag-tartalmú alaptrágyázást hajtottunk végre. A kísérletekben mért terméseredményeket termőhelyenként az ARM kísérlet tervező-értékelő célszoftver segítségével, egytényezős varianciaanalízissel értékeltük. A négy különböző adottságú termőhelyen eltérően érvényesültek a trágyahatások. A N-műtrágyázás statisztikailag is igazolható termésmódosító hatását csak a bólyi kísérletben tudtuk kimutatni, ahol a legkisebb termést az N<sub>0</sub> (kontroll) parcellán (9,49 t/ha) mértük. Az N<sub>1</sub> (N 30 kg/ha), az N<sub>2</sub> (N 60 kg/ha) és az N<sub>3</sub> (N 90 kg/ha) kezelések után (10,66 t/ha, 11,68 t/ha és 12,38 t/ha) már szignifikáns – a N-műtrágya hatóanyag további növelésével összefüggő – termésmenövelő hatást nem tapasztaltunk az N<sub>3</sub> kezeléshez képest. A kísérletek eredményei rámutattak arra, hogy a kukorica N-ellátása – a növény nemzetgazdasági jelentősége ellenére – ma Magyarországon teljességgel még nem ismert terület, emiatt az ilyen irányú, a gyakorlat számára is hasznosítható kutatásokat országszerte folytatni kell.

**Kulcsszavak:** N-műtrágyázás, kukorica, termőhely, szemtermés.

### BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Közel egy évtizede végzünk Magyarországon talaj-mintavételezéseket, s több mint ezer partner/termelő osztja meg velünk tapasztalatait és számol be termelési eredményeiről, így jelentős adatbázis áll rendelkezésünkre ahhoz, hogy többféle termőtalaj jellemző paramétereinek és az azon realizált terméseknek változásait nyomon követhessük. Az

eredmények, más tudományos szakcikkekben publikált kutatási eredményekhez hasonlóan (Kádár 1992, Izsáki 2007) azt mutatják, hogy a foszforral és a káliummal jól feltöltött talajokon nem várható érdemi termést befolyásoló hatás a P- és K-műtrágyáktól. Jóllehet a témával kapcsolatos kutatások és megfigyelések alapján, a *MÉM NAK* (1979) által kidolgozott, a talaj foszfor- és kálium-ellátottságát jellemző határértékek már módosultak (Csathó 2003 cit. Izsáki 2007, Csathó 2005 cit. Izsáki 2007), felvetődött bennünk, nem lenne-e szükséges bizonyos esetekben olyan, az általánosan alkalmazott trágyázási technológiák ellenőrzését, korrigálását célzó szántóföldi kísérletek elvégzése, amelyben nagyobb hangsúlyt kap az egyedi, az adott területet jellemző pontos talajmintavételezés és értékelés. Ezek eredményei alapján ugyanis kimutathatók a talajban esetlegesen kialakult tápelem-aránytalanságok, amelyeket egyedi összetételű műtrágyákkal orvosolni lehet. Noha ezek legyártása technológiai okokból nehézségekbe ütközik, mindenképpen érdemes lenne a mono-műtrágyákra épülő, s a teljes vetéskörre kidolgozott trágyázási gyakorlatot elemezni. A velünk kapcsolatban álló, az „előírásnak megfelelően” gazdálkodók termelési eredményei és tápanyag-utánpótlási gyakorlatának tapasztalatai alapján ugyanis a már-már sablonosan végzett műtrágyázás hatékonysága megkérdőjeleződni látszik.

Az alkalmazott trágyázási technológia mellett az utóbbi időben egyre nagyobb gyakorisággal bekövetkező aszály is rontja a műtrágyázás eredményességét. Kádár (1998) szerint kedvező években a trágyázatlan (kontroll) talajon is nagy termések és abszolút értékben maximális trágyahatások realizálhatók, míg mérsékelt száraz években a termés és az abszolút trágyahatás, a terméstöbblet is mérsékelt, de %-osan kifejezettebb a kontrollhoz képest. Ezért van az, hogy megfelelő trágyázással bizonyos mértékben ellensúlyozható a vízhiány, csökkenthető a termésingadozás. Aszály idején azonban a tápanyagbőség károssá válhat, s fokozott termés-csökkenés következhet be.

Az előírányzott terméstöbblet elérésében és annak stabilitásában a három legfontosabb tápelem közül a N-adag nagyságának meghatározó szerepe van, amelynek érvényesülését a talaj tulajdonságai (pl. vízgazdálkodása), a fajta/hibrid intenzitása és a klimatikus tényezők befolyásolják (Berzsenyi és Dang 2007). Környezetvédelmi és hatékonysági szempontból Sárvári *et al.* (2006) a kukorica optimális műtrágyaadagját az elővetemény és az évjárat figyelembevételével N 60–120 kg/ha, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 45–90 kg/ha és K<sub>2</sub>O 53–106 kg/ha mennyiségben határozták meg.

Az aktuális termőhelyi adottságok módosíthatják a kivetendő mag mennyiségét is, ezen keresztül pedig hatással vannak a tőszám alakulására, végeredményben a terméseredményre. Sárvári (2007) vizsgálataiban megállapította, hogy a hektáronkénti 10 ezres tőszámváltozás a termést akár 1,5–2,0 tonnával képes növelni, vagy az optimum felett csökkenteni.

A tápanyag-ellátási szaktanácsadók rendszeresen hangsúlyozzák a növény igényeit figyelembe vevő, a környezeti adottságokhoz alkalmazkodó, harmonikus tápanyag-ellátás elvét. A hazai trágyázási-szaktanácsadási rendszer fejlesztésének fontos területe a különböző termőhelyek és az abba tartozó talajtípusok tápelem-szolgáltatásának növénykísérletekkel történő meghatározása, pontosítása (Várallyay és Németh 1999 cit. Izsáki 2007, Németh *et al.* 2002 cit. Izsáki 2007). Ehhez kívánunk mi is csatlakozni és ezért tartottuk fontosnak egyes növényfajok N-igényének saját kísérletekben történő értékelését, illetve kukoricában

elkezdtek a hibridek N-hatóanyag-reakciójának vizsgálatát. Reményeink szerint a több termőhelyen beállított kísérletek eredményei alapján lehetővé válik a termések pontosabb becslése, a termésstabilitás növelése és a körülményekhez leginkább alkalmazkodó agronómiai kezelés kiválasztása.

Cikkünk a kukorica N-hatóanyag-reakcióját elemzi különböző általunk felvételezett termőhelyeken.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Az egytényezős véletlen blokkalrendezésű, hat ismétléses N-műtrágyázási kísérleteket négy termőhelyen állítottuk be. A vizsgálati helyek: Mosonmagyaróvár, Bóly, Hódmezővásárhely és Csongrád. A parcellák mérete minden termőhelyen 3 m x 10 m volt. A N-kezelések dózisa 0, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 és 270 kg/ha volt (a továbbiakban a jelölésük: N0, N1, N2, ...N9). A területeken alaptrágyaként csak a 27%-os hatóanyagtartalmú Péti só szerepelt, amelyet minden helyszínen a vetés előtti napon juttattunk ki.

A kísérleti termőhelyek talajainak jellemző paramétereit az 1. táblázatban közöljük.

A magágy készítése minden esetben hagyományos talajműveléssel történt. Az elővetemény Mosonmagyaróváron, Bólyban és Hódmezővásárhelyen őszi búza, Csongrádon napraforgó volt.

### 1. táblázat A kísérleti területek főbb talajjellemző tulajdonságai, 2009

Table 1. Main characteristic parameters of the experimental sites, 2009

- (1) soil parameters, (2) soil structure, (3) soil type, (4) water balance, (5) soil condition, (6) arable site, (7) loam, (8) clay loam, (9) Duna alluvial soil, (10) chernozem-brown forest soil, (11) meadow chernozem soil, (12) meadow alluvial soil, (13) excellent, (14) good, (15) acceptable

Talajjellemző paraméterek (1)	Termőhely (6)			
	Mosonmagyaróvár	Bóly	Hódmezővásárhely	Csongrád
Kémhatás (pH)	7,49	7,07	7,28	6,74
Humusz (HU%)	2,62	1,97	3,58	2,11
Fizikai talajféleség (2)	vályog (7)	vályog (7)	agyagos vályog (8)	agyagos vályog (8)
Kötöttség (K <sub>A</sub> )	41	39	44	47
CaCO <sub>3</sub> (%)	23	2,2	5,99	5,99
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	294	315	365	199
K <sub>2</sub> O (ppm)	181	250	809	251
Típus (3)	Dunai-öntés (9)	erdőmaradványos csernozjom (10)	réti csernozjom (11)	réti öntés (12)
Vízgazdálkodás (4)	kitűző (13)	kitűző (13)	jó (14)	jó (14)
Kultúrállapot (5)*	jó (14)	kitűző (13)	kitűző (13)	elfogadható (15)

\* A kísérleti hely általános termőhelyi állapota, alkalmassága kukoricatermesztésre, talajművelése, vízrendezettsége, körülmények, talaj egyenletessége

\* General condition of the experimental sites, suitability to maize production, quality of soil tillage, water management, other circumstances, soil surface smoothness

A vetésidő a termőhelyek sorrendjében: IV. 09., IV. 07., IV. 18., illetve IV. 15. A vetéskori csíraszámok az eltérő talajnedvesség-állapotok miatt (Mosonmagyaróváron: mérsékelt száraz, Bóly: normális, Hódmezővásárhely: nagyon száraz, Csongrád: száraz) sorrendben 70, 75, 65 és 65 ezer/ha voltak. A vizsgálatok során minden termőhelyen ugyanazt a kukorica hibridet (*LG 2372*) teszteltük. A kísérleti területekre a tenyészidőszakban (IV–IX. hónap) Mosonmagyaróváron 331 mm, Bólyban 308 mm, Hódmezővásárhelyen 139 mm, illetve Csongrádon 172 mm csapadék hullott. A 30 éves átlaghoz viszonyított csapadék-adatok a 2009. évi termőhelyenkénti adatokhoz viszonyítva nagyon eltérő képet mutattak. A tenyészidőben lehullott csapadék mennyisége minden vizsgált területen alulmaradt a 30 éves átlaghoz képest (368 mm). A betakarítás a termőhelyek sorrendjében: X. 28., IX. 16., IX. 16., illetve IX. 14.

A 2009-ben lefolytatott kísérletek termésmegadatok termőhelyenként, a véletlen blokkelrendezésnek megfelelően, varianciaanalízissel értékeltük.

### EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A 2009-es esztendő kedvezőtlen csapadékkellátottságú volt a kukorica számára, ugyanis a IV–IX. hónapokban a sokéves átlagnál kevesebb jutott a területekre. A legtöbb csapadékmennyiséget Mosonmagyaróváron (331 mm) mértük, Bólyban 308 mm, Csongrádon 172 mm és Hódmezővásárhelyen 139 mm csapadék esett a jelzett időben. A csapadék mennyisége mellett annak eloszlása sem volt kedvező. A VII–VIII. havi időszakot a szélsőséges jellemezte. A 30 éves átlaghoz viszonyítva (116 mm) Mosonmagyaróváron 17 mm-rel több (133 mm), a többi helyen azonban kevesebb eső esett ebben a periódusban: Bólyban 87 mm, Hódmezővásárhelyen 55 mm és Csongrádon 37 mm. A termőhelyenkénti termések alakulására mindez nagy hatással volt.

Kísérleteink során, alkalmazkodva az adott körülményekhez, nem azonos tőszámmal szerepelt a vizsgált hibrid minden termőhelyen. Szárazabb talajon hektáronként kisebb (Hódmezővásárhely: 65 ezer és Csongrád: 65 ezer), kedvezőbb nedvességtartalmú talajokon nagyobb csíraszámot (Mosonmagyaróvár 70 ezer, Bóly 75 ezer) vetettünk el. E két tényező hatásaként alakult ki a termőhelyenként mért átlagtermések sorrendje: Bóly: 11,99 t/ha, Mosonmagyaróvár: 9,14 t/ha, Hódmezővásárhely: 5,28 t/ha és Csongrád: 5,22 t/ha.

A termésmegadatok értékelésekor a szakirodalomban fellelhető adatoktól eltérő eredményeket kaptunk. A kontroll parcellák termései alapján megállapítottuk, hogy a tesztelt hibrid két helyszínen műtrágyázás nélkül is 10 t/ha körüli termést ért el (Mosonmagyaróvár: 10,28 t/ha, Bóly: 9,49 t/ha). A másik két termőhelyen lényegesen kisebb termés realizálódott, Hódmezővásárhelyen 5,07 t/ha, Csongrádon 5,31 t/ha szemtermést mértünk a kontroll parcellákon. A terméskülönbségeket a helyenként eltérő talajnedvességi- és csapadékviszonyok magyarázzák.

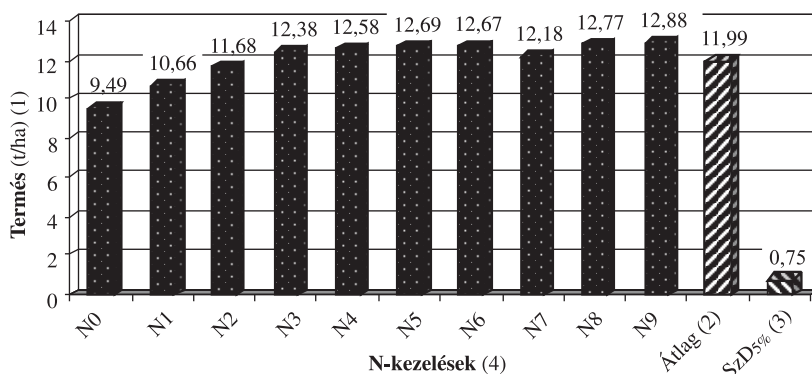
A trágyareakció vizsgálatok megállapítható, hogy a kukorica hibrid termőhelyenként eltérően reagált a kezelésekre. A négy vizsgált termőhely közül csupán Bólyban tapasztaltunk olyan mértékű termésmegnövelő N-műtrágyahatást, amely statisztikailag is igazolható.

Ezen a termőhelyen a talaj kisebb humusztartalma (1,97%) engedte a N-műtrágya hatását érvényesülni. A kontroll parcellához (N0) képest már a legkisebb N1 (N 30 kg/ha) trágyaadag hatására is statisztikailag igazolt termésnövekedést tapasztaltunk. A további kezelések hatására – az N7 (N 210 kg/ha) kezelés kivételével – a kukorica termése folyamatosan növekedett és a maximális termést az N9 (N 270 kg/ha) trágyaszinten érte el (1. ábra).

1. ábra Nitrogén hatóanyag-reakció vizsgálata kukoricában, Bóly (2009)

Figure 1. Effect of N supplies on maize yields, Bóly (2009)

(1) Yield (t/ha), (2) Mean value, (3) LSD<sub>0,05%</sub>, (4) N treatment (N0–N9)



Noha a kezelések hatását egymáshoz viszonyítva nem minden esetben bizonyíthattunk statisztikailag is igazolt trágyahatást, a mért és számított adatok alapján megállapítható, hogy az adott körülmények között a N-műtrágyázás a többi termőhelyhez képest jelentős terméstöbbletet eredményezett. A kezelések tehát az N3 (N 90 kg/ha) trágyázási szintig a kontrollhoz képest szignifikánsan növelték a termést, a további dózisok kevésbé voltak hatékonyak.

Mosonmagyaróváron, a kontroll parcellán mért termést (10,28 t/ha) egyik N-adag hatása sem múlta felül. Már az N1 (N 30 kg/ha) adag termésdepressziót okozott. A kukorica a N-nel kezelt parcellák közül a termésmaximumot (9,67 t/ha) az N3 (N 90 kg/ha) trágyázási szintnél érte el (2. ábra).

A termésadatok közötti pozitív és negatív irányú eltérések kismértékűek, a varianciaanalízis nem igazolt szignifikanciát. Ilyen körülmények között a hatóanyagszint emelése felesleges, az emelkedő trágyaszintek nem eredményeznek terméstöbbletet.

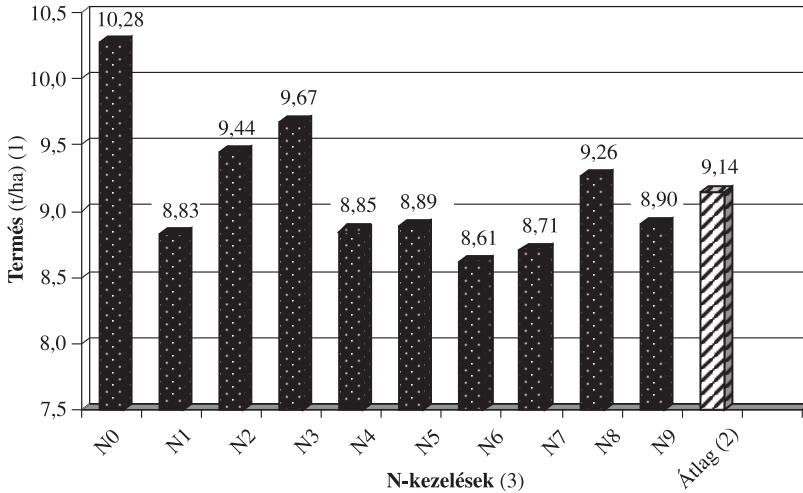
Hódmezővásárhelyen érezhető volt a trágyahatás a trágyázatlan (N0) parcellához viszonyítva, de az emelkedő dózisokkal párhuzamosan nem nőtt a termés, csupán az N1 (N 30 kg/ha), az N6 (N 180 kg/ha) és az N9 (N 270 kg/ha) kezeléshez tartoznak kiugró adatok (3. ábra).

A hódmezővásárhelyi kísérletben a N-műtrágyázás nem mutatott szignifikáns termés-befolyásoló hatást.

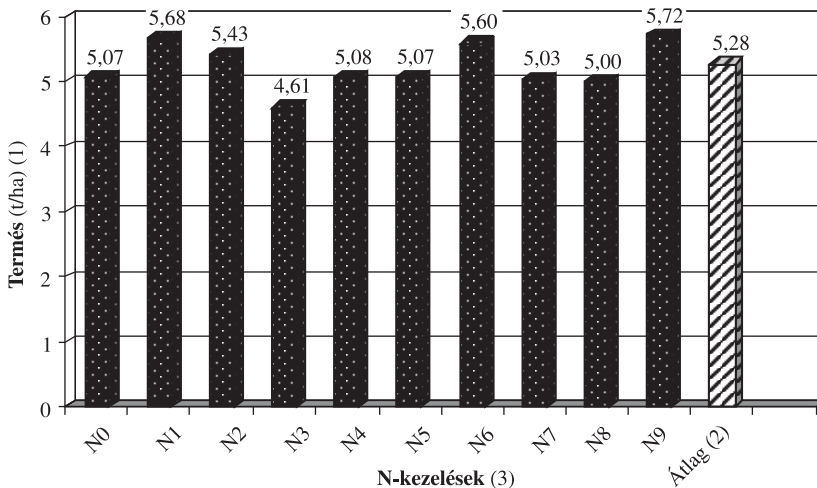
## 2. ábra N-hatóanyag-reakció vizsgálata kukoricában, Mosonmagyaróvár (2009)

Figure 2. Effect of N supplies on maize yields, Mosonmagyaróvár (2009)

(1) Yield (t/ha), (2) Mean value, (3) N treatment (N0–N9)

3. ábra N-hatóanyag-reakció vizsgálata kukoricában  
Hódmezővásárhely (2009)Figure 3. Effect of N supplies on maize yields  
Hódmezővásárhely (2009)

(1) Yield (t/ha), (2) Mean value, (3) N treatment (N0–N9)

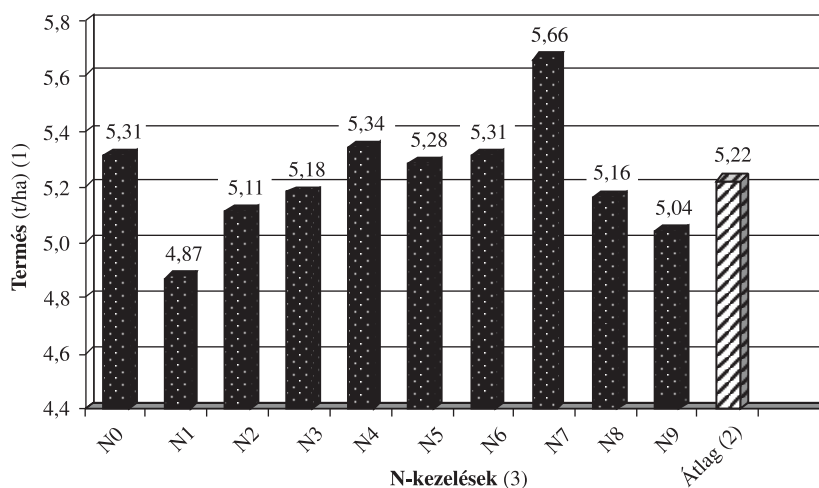


Csongrádon a kontroll (N0) parcellán nagyobb termést (5,31 t/ha) mértünk, mint egyes N-nel kezelt parcellákon. A legnagyobb szemtermés (5,66 t/ha) az N7-jelű (N 210 kg/ha) dózis hatásaként alakult ki (4. ábra).

## 4. ábra N-hatóanyag-reakció vizsgálata kukoricában, Csongrád (2009)

Figure 4. Effect of N supplies on maize yields, Csongrád (2009)

(1) Yield (t/ha), (2) Mean value, (3) N treatment (N0–N9)



Bár a műtrágyázás hatása az N1 szintről indulva tipikusan másodfokú görbével jellemezhető, az eltérések között ezen a kísérleti helyszínen sem mutatkozott statisztikailag is igazolható trágyahatás.

Az utóbbi két helyszínen a termések sokkal kisebbek voltak a kedvezőbb csapadék-ellátottságú mosonmagyaróvári és bólyi termésekhez képest.

Az adatokat elemezve megállapítható, hogy a környezeti tényezők (klimatikus viszonyok, termőhelyi adottságok) nagyobb terméskülönbséget okoznak, mint egy adott termőhelyen belül az eltérő tápanyag-ellátottsági szintek. A környezeti tényezők hatásainak tulajdonítható az is, hogy az adott helyszínen a N-műtrágya termésbefolyásoló hatása megmutatik ugyan, de a legtöbb esetben a hozamok közötti eltérések nem voltak statisztikailag igazolhatóak.

A vizsgálatok során azt tapasztaltuk, hogy a kísérleti helyszínek jelentős részén a mosonmagyaróvári és hódmezővásárhelyi őszi búza–kukorica, valamint a csongrádi napraforgó–kukorica növényi sorrendben nem igazolódott a N-műtrágya termésnövelő hatása a kukoricánál. Eredményeink alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy célszerű lenne eltérő termesztési struktúrákban – pl. mono-, di-, vagy polikultúra – és különböző agroökológiai körülmények között vizsgálni a tápanyagellátás különböző szintjeinek hatását, az összefüggések mélyebb feltárása végett. A környezeti tényezők pontosabb megismerése és számszerűsítése, valamint az ok-okozati összefüggések termőhelyenkénti ismerete, amelyek a tápanyagellátás érvényesülését befolyásolják, hozzájárulhatnak egy környezettudatosabb és gazdaságosabb kukoricatermeléshez. A kísérletek eltérő genotípusokkal történő beállítása pedig lehetőséget adna a környezettudatos növénytáplálás alapjainak termőhelyenkénti megismerésére.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás az Új Magyarország fejlesztési terv által támogatott „Az Agrofil által alkalmazott tápanyag-utánpótlási rendszer jelentős mértékű korszerűsítése a XXI. századi ökológiai, ökonómiai kihívásoknak megfelelően” című, GOP-1.3.1-07/1-2007-0003 azonosító számú projekt keretében valósult meg. A kedvezményezett Agrofil-SZMI Szaktanácsadó Mérnöki Iroda Kft. ezúton fejezi ki köszönetét.



### Evaluations of N fertilizer effects on maize yields in different arable sites

MIHÁLY LAJOS<sup>1</sup> – ANDRÁS MÉSZÁROS<sup>1</sup> – ZSOLT BABRIK<sup>1</sup> – ÉVA CSAVAJDA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> AGROFIL SZMI Kft.  
Kisbodak

<sup>2</sup> University of West Hungary  
Faculty of Agricultural and Food Sciences  
Institute of Plant Production  
Mosonmagyaróvár

In 2009 the effect of N fertilizer on maize yield was investigated in one factorial, randomised complete block experiment in Mosonmagyaróvár, in Bóly, in Hódmezővásárhely and in Csongrád. Each experimental sites were given different dosage (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 and 270 kg ai/ha) of N as basic fertilizers beside the control treatment. Data were analysed using the method of variance analysing. N fertilizer effects were found to be different on the four investigated experimental sites. Yield modifying effect of the N supply was significantly proved only in one case, under the circumstances of Bóly. The least yield was measured on the control (using no fertilizer) plot (9.49 t ha<sup>-1</sup>). N1 (30 ai kg ha<sup>-1</sup>), N2 (60 kg ai ha<sup>-1</sup>) and N3 (90 kg ai ha<sup>-1</sup>) treatments resulted in the yields are as follows: 10.66 t ha<sup>-1</sup>, 11.68 t ha<sup>-1</sup> and 12.38 t ha<sup>-1</sup>. After using further doses of N no more significant yield modifying fertilizer effect was determined at the higher levels of N – as compared to yield of N3 treatment. According to our results, it can be stated, that – despite of having great national economic importance of maize in Hungary – N fertilization of the plant is not a really well-known area in our agriculture. Therefore it is suggested, that further investigations – for the practical usage – are must be done all over the country.

**Keywords:** N fertilization, maize, arable site, yield.



## IRODALOM

- Berzsenyi Z. – Dang, Q. L. (2007): A vetésidő és a műtrágya hatása a kukorica (*Zea mays* L.) hibridek termésére és termésstabilitására. *Acta Agronomica Óváriensis*, **49**, (2/1) 183–191.
- Izsáki Z. (2007): Összefüggés a talaj N-, P- és K-ellátottsága és a kukorica (*Zea mays* L.) terméshozama között. *Acta Agronomica Óváriensis*, **49**, (2/1) 207–212.
- Kádár I. (1992): A trágyaigény becslésének néhány problémája. In: Kádár I. (1992): A növénytáplálás alapelvei és módszerei. MTA Talajtani és Agrokémiiai Kutató Intézete, Budapest, 115–121.
- Kádár I. (1998): A műtrágyázás hatása a talaj termékenységre mészlepedékes csernozjom talajon (Nagyhörcsök). In: Blaskó L. – Debreczeni B.-né – Holló S. – Kadlicskó B. – Sárvári M. (szerk.): Műtrágyázás, talajsavanyodás és meszezés összefüggései az OMTK kísérlethálózat alapján, Kompolt–Karcag, 55–60.
- MÉMNÁK (1979): Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. Budapest.
- Sárvári M. – El-Hallob-N. – Molnár Zs. (2006): A kukorica termesztése. *Őstermelő*. 2006. (2) 60–62.
- Sárvári M. (2007): A kukorica (*Zea mays* L.) termésbiztonságát befolyásoló tényezők elemzése. *Acta Agronomica Óváriensis*, **49**, (2/1) 213–222.

*A szerzők levélcíme – Address of the authors:*

LAJOS Mihály – MÉSZÁROS András – BABRIK Zsolt  
AGROFIL SZMI Kft.  
H-9234 Kisbodak, Felszabadulás u. 23.  
E-mail: lajosm@agrofil.hu

CSAVAJDA Éva  
Nyugat-magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Növénytermesztési Intézet  
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.  
E-mail: csaveva@mtk.nyme.hu





## Három Magyarországon tenyésztett kecskefajta vérmérséklet-vizsgálata egy tejtermelő gazdaságban

NÉMETH SZABINA – ORBÁN MARTINA – TÓTH TAMÁS – GULYÁS LÁSZLÓ

Nyugat-magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar  
Mosonmagyaróvár

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők egy Győr-Moson-Sopron megyei kecsketenyészetben *alpesi* ( $n = 62$ ), *szánentáli* ( $n = 54$ ) és *nemesített magyar* ( $n = 62$ ) fajtájú anyakecskékkal végeztek vérmérséklet-vizsgálatokat. A kísérlet legfontosabb célkitűzése a vizsgált három kecskefajta vérmérséklete és életkora közti összefüggések meghatározása volt. A vérmérséklet értékelése, az ún. *mérleg teszt* segítségével történt (az állat viselkedésének értékelése 1–5 pontos skálán, a mérlegen töltött 30 másodperc alatt). A vizsgált egyedek ( $n = 181$ ) átlag életkora  $3,17 \pm 1,79$  év (*szánentáli*:  $3,74 \pm 1,94$ ; *alpesi*:  $2,66 \pm 1,61$ ; *nemesített magyar*:  $3,21 \pm 1,69$  év). A vizsgált fajták vérmérséklet pontszámának átlaga,  $2,77 \pm 0,97$  volt. A fajták között szignifikáns ( $P < 0,001$ ) különbséget tapasztaltunk, legnyugodtabbak a *szánentáli* fajtájú egyedek ( $2,28 \pm 0,90$ ) voltak, ezután következtek az *alpesi* fajtába tartozó kecskék ( $2,72 \pm 0,86$ ), míg a legnagyobb pontszámmal a *nemesített magyar* kecskék ( $3,24 \pm 0,94$ ) rendelkeztek. Statisztikailag igazolt negatív összefüggést tapasztaltunk az életkor és vérmérséklet pontszámok között ( $r_{\text{rang}} = -0,38$ ;  $P < 0,001$ ), ami azt jelenti, hogy az életkor előrehaladtával csökken az állatok vérmérséklete, vagyis egyre nyugodtabbá válnak.

**Kulcsszavak:** *szánentáli, alpesi, nemesített magyar, mérleg teszt, életkor.*

### BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Az alkalmazott etológia elméleti és gyakorlati ismereteinek egyre nagyobb igénye jelentkezik az állattenyésztésben. Az alkalmazott etológia a kutatások középpontjába az állat – ember – környezet – technológiai összefüggéseket állítja annak érdekében, hogy a termelő állat környezeti igényét sokoldalúan felmérve az állományok számára optimális életteret hozzon létre (Györkös *et al.* 1995, Gere és Csányi 2001).

Az alkalmazott etológián belül az egyik fontos terület, az állatok vérmérsékletének vizsgálata. Hazánkban a vérmérséklet, illetve az agresszivitás összefüggését a csoportnagysággal gazdasági haszonállatokban, többek között Czako (1978) vizsgálta tudományos

alapossággal. Felhívta a figyelmet arra, hogy különbséget kell tenni az agresszivitás és a társas rangsor között, ugyanis egy csoportban a rangsorban elől álló egyed nem feltétlenül a legagresszívebb is.

A szarvasmarhák vérmérsékletét már számos országban – pl.: Ausztrália, skandináv állatok – több éve értékelik, és mint szelekciós szempont, szerepet játszik a tenyésztésben. *Burrow* (2002) a *Breedplan egyedmodellbe* történő bevezetését is szükségesnek tartja a közeljövőben. A túlzottan temperamentumos, nehezen kezelhető egyedek selejtezése lényeges lehet a hazai gyakorlatban is, mivel ezek veszélyt jelentenek a gondozóra és a többi egyedre (*Tőzsér et al.* 2004a).

A vérmérséklet értékelésére leggyakrabban két módszert alkalmaznak: az ún. *mérleg tesztet* (scale test) és a *menekülési idő mérését* (flight speed test) (*Burrow et al.* 1988).

Az irodalmi adatok szerint a nyugodt vérmérsékletű állatok a gazdaságilag jelentős tulajdonságokban – mint pl. a súlygyarapodás (*Voisinet et al.* 1997, *Pajor et al.* 2008), betegségekkel szembeni ellenálló-képesség (*Fell et al.* 1999, *Ivanov et al.* 2005), szaporaság (*Ivanov és Djorbineva* 2003) és húsminőség (*Reverter et al.* 2003) – jobb eredményeket érnek el.

Ez idáig, csak kevés szerző foglalkozott az állatok vérmérséklete és tejtermelése közötti összefüggésének vizsgálatával, és leginkább szarvasmarha fajban történtek vizsgálatok (*Arave és Kilgour* 1982, *Szentléleki et al.* 2008).

Juh fajban *Ivanov és Djorbineva* (2003) vizsgálatai során a nyugodt vérmérsékletű anyajuhoknak nagyobb volt a tejtermelésük, mint az ideges vérmérsékletű társaiké. Ezen kívül *Neindre et al.* (1998) adatai szerint a nyugodt anyajuhoknak kisebb volt a bárány elhullásuk, valamint jobb volt a báránynevelő képességük, mint az ideges vérmérsékletű anyáknak. *Pajor et al.* (2006) értékelték a magyar merinó vérmérsékletét, valamint kapcsolatát hizlalási tulajdonságokkal. Megállapították, hogy a nyugodt vérmérsékletű bárányok jobban gyarapodnak a hizlalás alatt, mint az ideges temperamentumú bárányok.

A vérmérséklet-vizsgálatokat külföldi (*Voisinet et al.* 1997, *Neindre et al.* 1998, *Fell et al.* 1999, *Burrow* 2002, *Ivanov és Djorbineva* 2003) és magyar (*Czakó* 1978, *Györkös et al.* 1995, *Gere és Csányi* 2001, *Tőzsér et al.* 2004a,b, *Pajor et al.* 2006) kutatók már végeztek szarvasmarha és juh faj esetén. Ugyanakkor az általunk hozzáférhető irodalmakban kecske fajra vonatkozó vizsgálatokat nem találtunk. Vizsgálatunk célja ezért, a Magyarországon legnagyobb számban tartott *szántéltali*, *alpesi* és *nemesített magyar* tejhasznú kecske fajták vérmérsékletének megállapítása.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat egy Győr-Moson-Sopron megyei kecsketenyészetben végeztük. Az állományt 181 anya képezte, melynek fajta szerint megoszlása a következő volt: *szántéltali* (n = 54), *alpesi* (n = 65), *nemesített magyar* (n = 62). Az alkalmazott félintenzív tartástechnológia az adott körülmények között az egyetlen járható út. Ennek a tartástechnológiának köszönhetően a takarmányozást 2 fő részre oszthatjuk. Az egyik a „nyári” időszak. Az állatok április második dekádjától október harmadik dekádjáig legelnek. Az állatokat csak a fejés idejére és éjjelre hajtják be az istállóba. A „téli” időszakban az anyakecskék napi takarmányadagja 1 kg rétiszéna,

1 kg lucernaszéna. A laktációs időszakban az anyakecskéknek 0,4 kg abrakot adagolnak. A mérés időpontjában a vizsgált egyedek laktációjuk 30–120. napja között termeltek.

A vizsgált három tejelő fajta egyedei együtt voltak tartva és a laktáció első dekádjában történt az adatok felvétele. A kecskefajták vérmérséklet-vizsgálatát mérleg teszt segítségével végeztük el. A teszt során az állatok 30 másodpercig tartózkodtak a mérlegen, mialatt a viselkedésüket pontoztuk 1–5-ig terjedő skálán, a következők szerint (Trillat *et al.* 2000):

1 pont: nyugodt, nem mozog,

2 pont: nyugodt, néhány esetleges mozgás,

3 pont: nyugodt, kicsit több mozgás, de nem rázza a mérleget,

4 pont: hirtelen, epizodikus mozgások, de nem rázza a mérleget,

5 pont: folyamatos, hirtelen mozgások, rázza a mérleget.

Az adatok statisztikai értékelését az SPSS 12.0. for Windows program (SPSS Inc., Chicago, USA) programcsomaggal végeztük el (mérleg teszt, Mann-Whitney teszt, Kruskal-Wallis teszt, Spearman-féle korreláció-analízis).

## EREDMÉNYEK

Az azonos tartási körülmények lehetőséget adtak a három fajta vérmérsékletének megállapítására és összehasonlítására. A fajták életkor szerinti megoszlását, továbbá az átlagos mérleg teszt pontszám értékeket az *1. táblázatban* foglaltuk össze.

*1. táblázat* Anyakecskék életkor szerinti megoszlása és átlagos vérmérséklet pontszáma

*Table 1.* Distribution by age and average temperament score of the examined goat breeds

(1) Breed, (2) Age, (3) Total, (4) Average age, (5) Average temperament score, (6) *Saanen*, (7) *Alpine*, (8) *Hungarian Improved*, (9) Examined breeds

Fajta (1)	Életkor (év) (2)							Összesen (db) (3)	Átlagos életkor (év) (4)	Átlagos vérmérséklet (pont) (5)
	1	2	3	4	5	6	7			
<i>Szántáli</i> (6)	10	9	4	7	13	8	3	54	3,74±1,94 <sup>a</sup>	2,28±0,90 <sup>A</sup>
<i>Alpesi</i> (7)	21	13	13	8	7	1	2	65	2,66±1,61 <sup>b</sup>	2,72±0,86 <sup>B</sup>
<i>Nemesített magyar</i> (8)	8	23	6	6	11	8	0	62	3,21±1,69 <sup>ab</sup>	3,24±0,94 <sup>C</sup>
Vizsgált fajták összesen (9)	39	45	23	21	31	17	5	184	3,17±1,79	2,77±0,97

a, b:  $P < 0,05$ , A, B, C:  $P < 0,01$

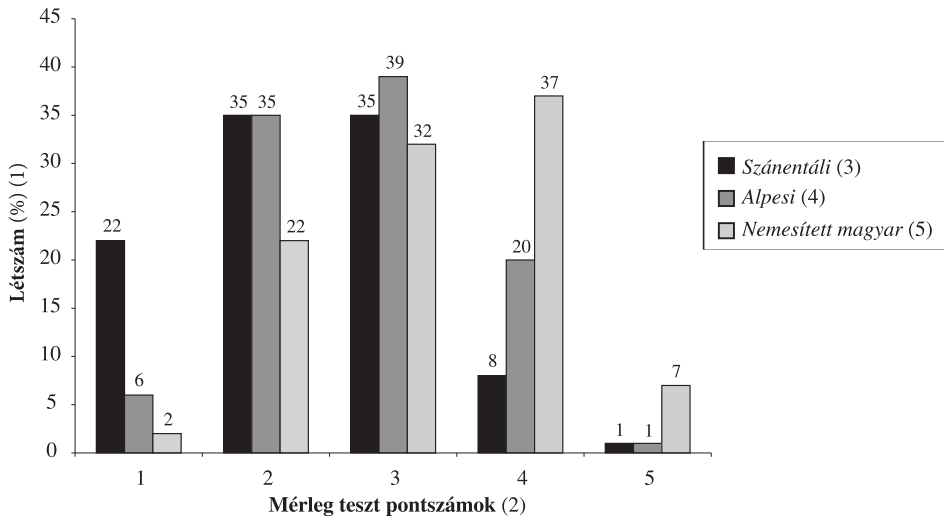
Az eredmények alapján megállapítható, hogy az állomány átlagos életkora 3,17±1,79 év, míg az átlagos vérmérséklet pontszáma 2,77±0,97 volt. A Kruskal-Wallis teszt eredményei alapján a vizsgált fajták vérmérséklete között statisztikailag igazolt különbséget ( $\text{Chi}^2 = 26,32$ ,  $P < 0,001$ ) tapasztaltunk. A vizsgálat során legnyugodtabbak *szántáli* fajtájú anyakecskék voltak (2,28±0,90), őket követték az *alpesi* fajtába tartozó kecskék (2,72±0,86). A legnagyobb

pontszámmal a *nemesített magyar* anyakecskék ( $3,24 \pm 0,94$ ) rendelkeztek. A bemutatott eredményeket az 1. ábra is megerősíti, az 1 pontot kapott állatok közül, a fajtán belüli állományhoz viszonyítva, legnagyobb arányban a *szántáli* fajtájú anyakecskék kerültek (22% a teljes *szántáli* állományból). Legkisebb arányt a *nemesített magyar* fajtájú anyakecskékben tapasztaltuk (2%). A *szántáli* állomány nagy része 2 és 3 pontot kapott. Az *alpesi* állományt leginkább 2 és 3 pont jellemezte, de jelentős részüknek (20%) volt 4 pontja. A *nemesített magyar* fajtán belül az állomány nagy része 3 és 4 ponttal rendelkezett (32 és 37%). A további vizsgálatainkban az életkor hatását értékeltük az anyakecskék vérmérsékletére.

1. ábra A mérleg teszt pontszámok fajtánkénti megoszlása a vizsgált gazdaságban

Figure 1. Breed distribution of the temper classes in the examined goat farm

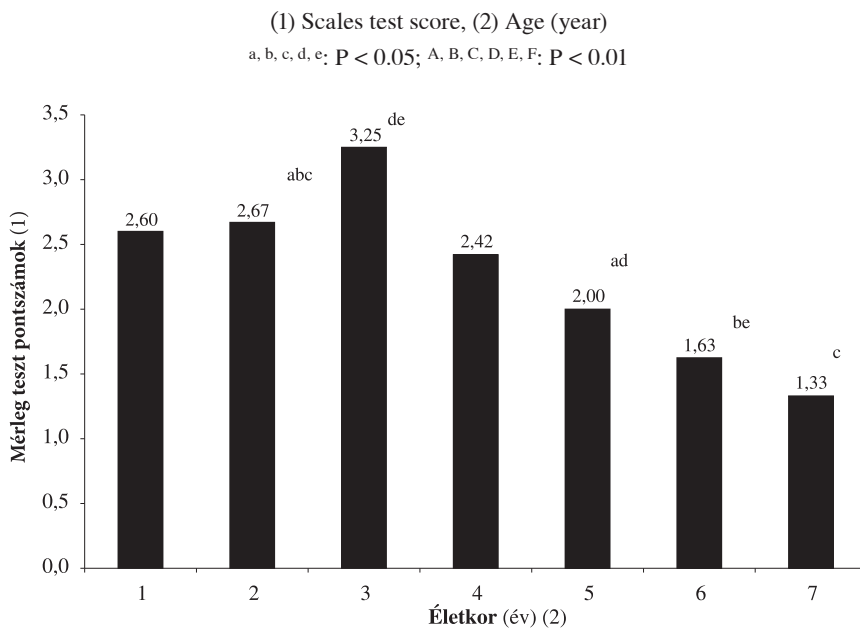
(1) Staff numbers (%), (2) Scales-test score, (3) *Saanen*, (4) *Alpine*, (5) *Hungarian Improved*



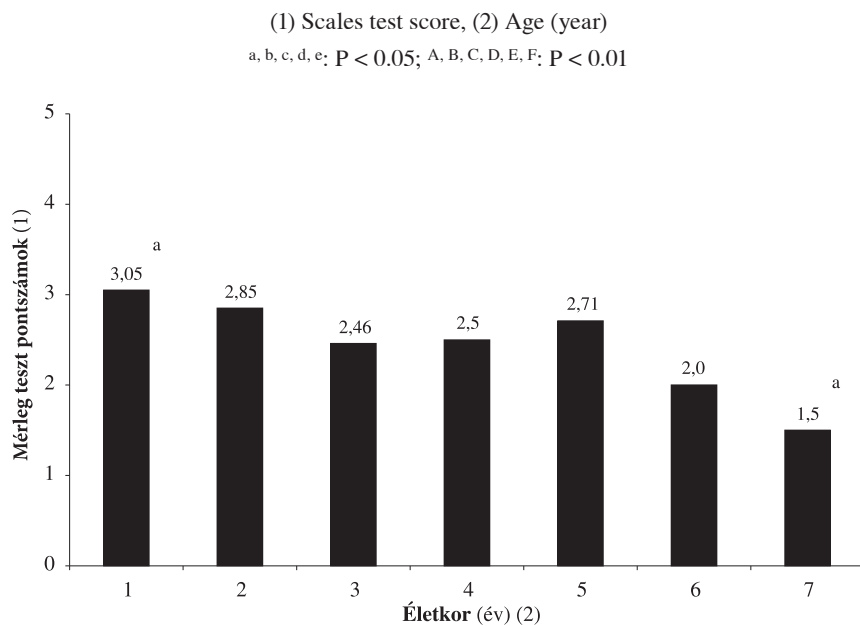
A 2. ábra a *szántáli* fajta életkor szerinti vérmérséklet alakulását mutatja. A *szántáli* fajtában ( $n = 54$ ), az átlagos életkor  $3,74 \pm 1,94$  év, az átlagos temperamentum pontszám  $2,28 \pm 0,90$  volt. A legalacsonyabb temperamentum pontszámot (1,33) a 7 éves állatoknál tapasztaltuk, míg a legmagasabbat (3,25) a 3 éves egyedek esetén. Az eredmények azt mutatják, hogy az idősebb anyakecskék nyugodtabbak, mint a fiatal egyedek. A vizsgálatunkban negatív, közepes összefüggést ( $r_{\text{rang}} = -0,48$ ;  $P < 0,001$ ) tudtunk kimutatni.

A 3. ábra az *alpesi* fajtánál végzett vérmérséklet-vizsgálataink eredményeit tartalmazza. Az *alpesi* fajta esetében összesen 65 egyedet vizsgáltunk és az életkorok átlaga  $2,66 \pm 1,66$  év, átlagos vérmérséklet pontszámuk  $2,72 \pm 0,86$  volt (1. táblázat). A legkisebb vérmérséklet pontszámot – a *szántáli* fajta adataival megegyezően – a 7 éves egyedek, ugyanakkor a legnagyobb osztályzatot az 1 éves állatok kapták. Ebben az esetben is negatív, közepes összefüggést ( $r_{\text{rang}} = -0,32$ ;  $P < 0,01$ ) számítottunk.

2. ábra A számentáli fajta életkor szerinti vérmérséklet alakulása  
 Figure 2. Temperament monitoring of the Saanen goat breed by age



3. ábra Az alpesi fajta életkor szerinti vérmérséklet alakulása  
 Figure 3. Temperament monitoring of the Alpine goat breed by age



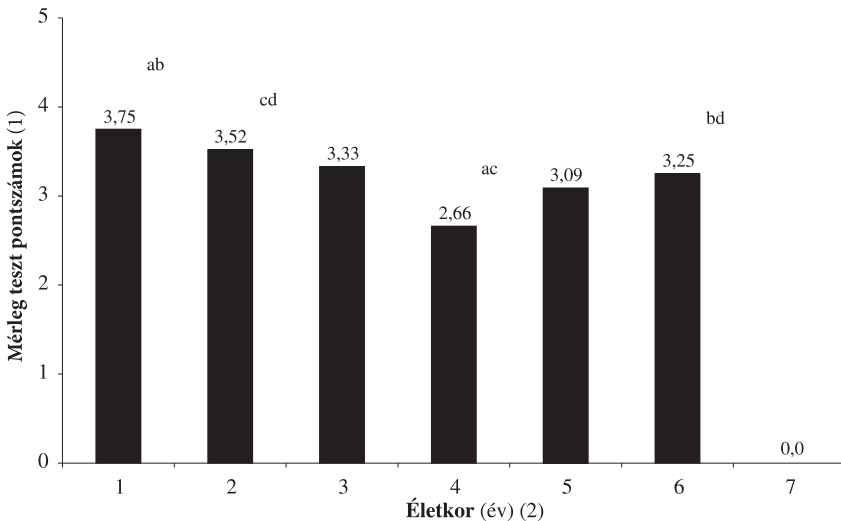
A 4. ábra a nemesített magyar kecskefajta életkor szerinti vérmérsékletét mutatja. A nemesített magyar fajta esetében ( $n = 62$ ) az átlagos életkor  $3,21 \pm 1,69$  év, a vérmérséklet pontszámok átlaga pedig  $3,24 \pm 0,94$  volt. Hasonlóan az előző fajtákhoz, a fiatal egyedek vérmérséklet pontszáma magasabb volt, mint az idősebb anyakecskéké, vagyis ebben az esetben is negatív, közepes összefüggést tapasztaltunk ( $r_{\text{rang}} = -0,39$ ;  $P < 0,01$ ).

4. ábra A nemesített magyar fajta életkor szerinti vérmérséklet alakulása

Figure 4. Temperament monitoring of the Hungarian Improved goat breed by age

(1) Scales test score, (2) Age (year)

a, b, c, d, e;  $P < 0,05$ ; A, B, C, D, E, F;  $P < 0,01$



Az 5. ábrán a vizsgált összes ( $n = 181$ ) egyed életkor szerinti vérmérséklet alakulása látható. A statisztikai elemzés során megállapítottuk azt is, hogy az életkor és a temperamentum között  $r_{\text{rang}} = -0,38$  ( $P < 0,001$ ) közepes korreláció van, amely azt jelenti, hogy az életkor előrehaladtával a vérmérséklet csökken, vagyis javul. Az eredményeink igazolják Hearnshaw és Morris (1984), továbbá Kabuga és Appiah (1992) megállapításait, nevezetesen hogy a vérmérséklet (pontszám) az életkorral párhuzamosan változik és a fiatalabb állatok temperamentumosabbak, mint az idősebb egyedek. Ennek oka lehet, hogy az idősebb állatok már jobban alkalmazkodtak az adott gazdaság tartástechnológiájához. Roy és Nagpaul (1984) elemzéseik során megállapították, hogy a legnyugodtabb tehenek a 6. laktációjúak voltak. Hasonló eredményeket értek el Tózsér et al. (2003), akik különbséget találtak az egyszer ellet és többször ellet holstein fríz és angus tehenek vérmérsékletének pontszámai között.

Rollin (1995) szerint a szarvasmarha-tenyésztésben az állatok jólétével kapcsolatos megállapítások egyre inkább előtérbe kerülnek, mivel egyre ismertebbé válnak az intenzív tartással együtt járó negatív tényezők és azok kedvezőtlen hatása. Az állatjólét nem csak a termelési teljesítmények miatt, hanem az állatvédelem folytán is egyre fontosabb lesz a kecsketenyésztésben. Ezért fontos, hogy tenyésztési szempontból a kecsketartók- és tenyésztők a nyugodtabb vérmérsékletű egyedekre szelektáljanak továbbtartás céljából.

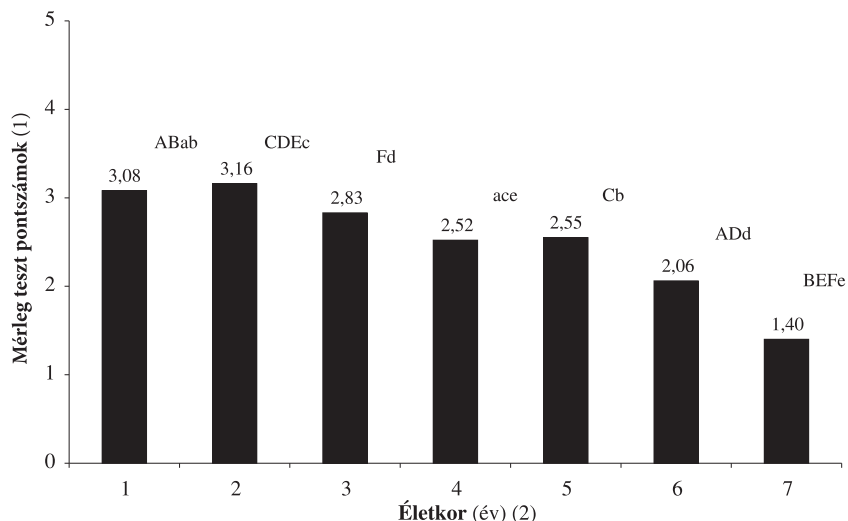


5. ábra A vizsgált állomány vérmérsékletének alakulása életkor szerint (n = 181)

Figure 5. Demography of the examined stock's temperament classes (n = 181)

(1) Scales test score, (2) Age (year)

a, b, c, d, e; P < 0.05; A, B, C, D, E, F; P < 0.01



### KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgálatban részt vevő *számentáli*, *alpesi*, *nemesített magyar* kecskefajtákkal elvégzett vizsgálatok alapján az alábbi következtetések, és javaslatok fogalmazhatók meg.

Eredményeink azt mutatják, hogy a mérleg teszt a szarvasmarha és a juh fajhoz hasonlóan, alkalmas a kecskék vérmérsékletének megállapítására.

A vizsgált fajták vérmérséklet pontszámai között statisztikailag igazolható különbséget állapítottunk meg. Az eredmények alapján a vizsgált három fajta közül a *számentáli* fajtájú anyakecskék voltak a legnyugodtabbak.

Korábbi szarvasmarhára vonatkozó vizsgálatok eredményeit megerősítve igazoltuk, hogy az életkor előrehaladtával a vérmérséklet változik, a fiatalabb anyakecskék temperamentumosabbak, mint az idősebb állatok.

További kutatási munkánk során vizsgálni kívánjuk az anyakecskék tejtermelését a vérmérsékletük függvényében, továbbá különböző ivadékcsoportok vérmérsékletének, valamint a vérmérséklet örökölhetőségi értékének megállapítását.

## Evaluation of the temperament of the different goat breeds

NÉMETH SZABINA – ORBÁN MARTINA – TÓTH TAMÁS – GULYÁS LÁSZLÓ

University of West Hungary  
Faculty of Agricultural Sciences  
Mosonmagyaróvár

### SUMMARY

The authors completed temper research among *Alpine* (n = 62), *Saanen* (n = 54) and *Hungarian Improved* breeds originated from a Győr-Moson-Sopron County's goat stock-farm. The most important aim of the sample survey was the determination of the relation between the temper and age of the three examined goat breeds.

The temper estimation was fulfilled by *scales test* assistance (the estimation of the animal's behavior in a 1–5 point range standing on a pair of scales during 30 seconds).

The average age of the examined nanny goats (n = 181) was  $3.17 \pm 1.79$  years (*Saanen*:  $3.74 \pm 1.94$ ; *Alpine*:  $2.66 \pm 1.61$ ; *Hungarian Improved*:  $3.21 \pm 1.69$  year). The average temper of the examined species was  $2.77 \pm 0.97$ .

The smallest difference compared to the average was found in case of the *Alpine* breed ( $2.72 \pm 0.86$ ), while the received temper result was  $2.28 \pm 0.90$  by the *Saanen* and  $3.24 \pm 0.94$  by the *Hungarian Improved* breeds.

Statistically proved negative relation was found during the age and temper classes compared research ( $r = -0.38$ ;  $P < 0.001$ ), which means, that as the age goes further so decreases the animal's temper.

**Keywords:** *Saanen*, *Alpine*, *Hungarian Improved*, scale test, age.

### IRODALOM

- Arave, C. W. – Kilgour, R. (1982): Differences in grazing and milking behaviour in high and low breeding index cows. Proc. New Zeal. Soc. Animal Production, **42**, 65–67.
- Burrow, H. M. – Seifert, G. W. – Corbet, N. J. (1988): A new technique for measuring temperament in cattle. Proceedings of the Australian Society of Animal Production, **17**, 154–157.
- Burrow, H. M. (2002): Measurement of temperament and their relationship with performance traits of beef cattle. Anim. Breed. Abstr., **65**, 478–495.
- Czakó J. (1978): Gazdasági állatok viselkedése. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 218.
- Fell, L. R. – Colditz, I. G. – Walker, K. H. – Watson, D. L. (1999): Associations between temperament, performance and immune function in cattle entering a commercial feedlot. Aust. J. Exp. Agric., **39**, 795–802.
- Gere T. – Csányi V. (2001): Gazdasági állatok viselkedése I. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 31–51.
- Györkös I. – Szűcs E. – Völgyi Csik J. (1995): Holstein-fríz üszők növekedésének és fejlődésének vizsgálata. Állattenyésztés és Takarmányozás, **44**, 1. 1–15.

- Hearnshaw, H. – Morris, C. A. (1984): Genetic and environmental effects on a temperament score in beef cattle Aust. J. Agric. Res. 35:723.
- Ivanov, I. D. – Djorbineva, M. (2003): Assessment of welfare, functional parameters of the udder, milk productive and reproductive traits in dairy ewes of different temperament. Bulg. J. Agric. Sci., **9**, 711–715.
- Ivanov, I. D. – Djorbineva, M. – Sotirov, L. – Tanchev S. (2005): Influence of fearfulness on lysozyme and complement concentrations in dairy sheep. Revue Méd. Vét., 156, 8–9. 445–448.
- Kabuga, J. D. – Appiah, P. (1992): A note of the ease of handling and flight distance of *Bos indicus*, *Bos taurus* and their crossbreds. Animal Production, **54**, 309–311.
- Neindre, P. L. – Murphy, P. M. – Boissy, A. – Purvis, I. W. – Orgeur, P. – Bouix, J. – Bibe, B. – Neindre, L. P. (1998): Genetics of maternal ability in cattle and sheep. Proceedings of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Armidale, Australia January 11–16 Vol. **27**, 23–30.
- Pajor, F. – Szentléleki, A. – Láczó, E. – Póti, P. – Tőzsér, J. (2006): Relation of some production traits with temperament in Hungarian Merino lambs. Egyptian Journal of Sheep, Goat and Desert Animals Sciences **1**, 255–260.
- Pajor, F. – Szentléleki, A. – Láczó, E. – Tőzsér, J. – Póti, P. (2008): The effect of temperament on weight gain of Hungarian Merino, German Merino and German Blackhead lambs. Arch. Tierz., **51**, 247–254.
- Reverter, A. – Johnston, D. J. – Ferguson, D. M. – Perry, D. – Goddard, M. E. – Burrow, H. M. – Oddy, V. H. – Thompson, J. M. – Bindon, B. M. (2003): Genetic and phenotypic characterisation of animal, carcass and meat quality traits from temperate and tropically adapted beef breeds. 4. Correlations among animal, carcass and meat quality traits. Aust. J. Agric. Res., **54**, 149–158.
- Rollin, B. E. (1995): Farm Animal Welfare. Social, Bioethical and Research Issues. Iowe State University Press, Iowa.
- Roy, P. K. – Nagpaul, P. K. (1984): Influence of genetic and non-genetic factors on temperament score and other traits of dairy management. Ind. J. Anim. Sci. **54**, 566–568.
- Szentléleki, A. – Hervé, J. – Pajor, F. – Falta, D. – Tőzsér, J. (2008): Temperament of Holstein Friesian cows in milking parlour and its relation to milk production. Acta Univ. Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, **56**, 1. 201–208.
- Tőzsér J. – Maros K. – Szentléleki A. – Zándoki R. – Wittmann M. – Balázs F. – Bailo A. – Alföldi L. (2003): Temperamentum teszt alkalmazása egy hazai angus és holstein-fríz tenyészetben. Állattenyésztés és Takarmányozás, **52**, 6. 493–501.
- Tőzsér J. – Szentléleki A. – Zándoki R. – Maros K. – Domokos Z. – Sváb L. – Kovács T. (2004a): Charolais és magyar szürke tinók vérmérsékletének összehasonlító értékelése. Agrártudományi közlemények, **14**, 14–19.
- Tőzsér J. – Póti P. – Pajor F. – Szentléleki A. – Maros K. – Zándoki R. – Nikodémusz E. – Balázs F. (2004b): Ismételt mérleg tesztek eredményeinek értékelése szarvasmarha és juh fajban. Állattenyésztés és Takarmányozás, **53**, 4. 365–371.
- Trillat, G. – Boissy, A. – Boivin, X. – Monin, G. – Sapa, J. – Mormende, P. – Neindre, L.P. (2000): Relations entre le bien-être des bovines et les caractéristiques de la viande (Rapport définitif-Juin). INRA, Theix, France, 1–33.
- Voisinet, B. D. – Grandin, T. – Tatum, J. D. – O'Connor, S. F. – Struthers, J. J. (1997): Feedlot cattle with calm temperaments have higher daily gains than cattle excitable temperaments. J. Anim. Sci., **75**, 892–896.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

NÉMETH Szabina  
Nyugat-magyarországi Egyetem  
Mezőgazdaság-és Élelmiszertudományi Kar  
H-9200 Mosonmagyaróvár, Vár 2.





**ENGLISH LANGUAGE ABSTRACTS OF PHD DISSERTATIONS  
DEFENDED IN THE DOCTORAL SCHOOLS  
OF THE FACULTY OF AGRICULTURAL AND FOOD SCIENCES  
AT MOSONMAGYARÓVÁR  
BETWEEN JULY 2008 AND JUNE 2009**

**Development of a functional dairy food enriched  
with Spirulina (*Arthrospira platensis*)**

NOÉMI MOLNÁR-ÁSVÁNYI

Dissertation Adviser: László Varga, PhD, associate professor

*The objective of the dissertation* was to monitor the influence of a cyanobacterial (Spirulina) biomass on the growth, acid production and survival of various microorganisms. Because of its beneficial biological effects, Spirulina was used as a food additive to produce a functional fermented dairy product, for which a detailed manufacturing technology was developed. The influence of Spirulina on the sensory properties of fermented milks was determined, and storage experiments were carried out to study the changes in viability of the microbiota in the control and Spirulina-enriched products. The cyanobacterial biomass increased the vitamin content and improved the fatty acid and essential amino acid composition of cow's milk.

***New scientific findings:***

1. Used at the rate of 3 g/dm<sup>3</sup>, Spirulina significantly increases ( $P < 0.05$ ) the acid production by various strains of mesophilic lactic acid bacteria (e.g. *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* NCAIM B.2128, *Lc. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetyllactis* NCAIM B.2127, *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ATCC 19257, *Lc. lactis* subsp. *cremoris* NCAIM B.2124, and *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* NCAIM B.2120) during fermentation in milk; and it also stimulates ( $P < 0.05$ ) the growth of *Lc. lactis* subsp. *lactis* NCAIM B.2128, *Lc. lactis* subsp. *lactis* var. *diacetyllactis* NCAIM B.2127, and *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ATCC 19257.
2. Based on the results of agar diffusion assays, it is concluded that aqueous extracts from the Spirulina biomass are capable of inhibiting the growth of various foodborne pathogens and food spoilage microorganisms such as *Sarcina* sp., *Acetobacter* sp., *Listeria monocytogenes* NCAIM B.01373, *Micrococcus luteus* T21, *Proteus mirabilis* HNCMB 61370, *Salmonella* Typhi-suis HNCMB 15016, *Staphylococcus aureus* HNCMB 112002 and *Staphylococcus epidermidis* HNCMB 110001.

3. Patentable manufacturing technology for production of a novel *Spirulina*-enriched functional fermented milk has been developed. On the evidence of results from sensory evaluations, optimum organoleptic properties are achieved when the product is prepared with the mixed culture of *Lc. lactis* subsp. *lactis* NCAIM B.2128 and *Lc. lactis* subsp. *cremoris* ATCC 19257, and is supplemented with sucrose at 10%, *Spirulina* biomass at 0.3%, and strawberry-kiwifruit flavor at 1.5%. During the first 2 weeks of refrigerated storage at  $4 \pm 2$  °C, the *Spirulina* biomass significantly increases ( $P < 0.05$ ) the viability of mesophilic starter bacteria in the product developed.

## Relationship between conditional changes, milk yield and fertility of dairy cattle

ZOLTÁN GERGÁ CZ

Dissertation Advisers: † Ernő Báder candidate, professor and  
Endre Szűcs, DSc, associate professor

**The objective of the dissertation** was to support the justification of the easily attainable and efficient method of condition scoring with the help of the farm veterinary and nutrition management, to better the sanitary conditions and performances of the cows, and to clarify the relationship among condition, number of lactations, particular conception rates, blood and urine parameters. I also want to draw attention to the critical time periods of veterinary and feeding around and after calving, and examine the indicators among extremely hot weather conditions.

**Material and method:** I made frequent condition scoring (in the 1–5 scale system) on two dairy-farm and recorded data were: condition score (BCS), average daily milk yield (ÁNT), days of lactation after calving (TNSZ), number of completed lactations, 305 days of milk yield (305 NT), open days (number of days elapsed from calving to the next conception) (ÚFI), and the conception rate (TI).

Furthermore, blood and urine tests were made 94 times on 2247 high yielding cows raised on some other dairy farms of the country. The analysed parameters: haemoglobine, plasma acetous, FFA/NEFA, AST, glucose and carbamid concentration, and urine pH, carbamid and NSBÜ values. The results were classified according to the average days of lactation (TNSZ): –12 (before calving), 3, 18, 44, 76, 104, 133 and 218 days.

### **New scientific findings:**

1. The condition score (BCS) has a moderate effect ( $P \leq 0.05$ ) on conception rate (TI) if the score does not fall under  $BCS = 3.0$ . Significant ( $P \leq 0.001$ ) relation was observed in increasing the rate of TI if  $BCS < 3.0$ .
2. On the bases of blood and urine tests it can be stated that the trends of changing values of haemoglobin, glucose, aceto-acetic-acid, FFA/NEFA and AST close follow the curve of condition change.

3. Condition reaches its lowest score on the 44<sup>th</sup> day after calving, when the rate of decrease is 0.83 score. According to blood tests, even besides such condition decrease, sub-clinical fat mobility diseases, ketosis and intensive liver cell damage occur.

4. In factor analysis three group factors and one individual could be differentiated. The factors possess the following percentages from total variance in rank order 19.7%; 13.3%; 12.1% and 11.6%. The defined four factors according to their weight: (1) factor of acid-base balance (urine pH and NSBÜ), (2) factor of protein supply (blood plasma and urine urea), (3) factor of condition (BCS and haemoglobin), (4) factor of liver function (AST).

5. By analysing blood and urine tests taken in extremely hot weather conditions were founded significant ( $P \leq 0.001$ ) differences in the concentration of blood haemoglobin, aceto-acetic acid, FFA/NEFA, AST, urea and urine pH and NSBÜ. It can be stated from results that the multiparous cows tolerate heat stress not as well as the primiparous ones.

## The precision agriculture aided by remotely sensed data

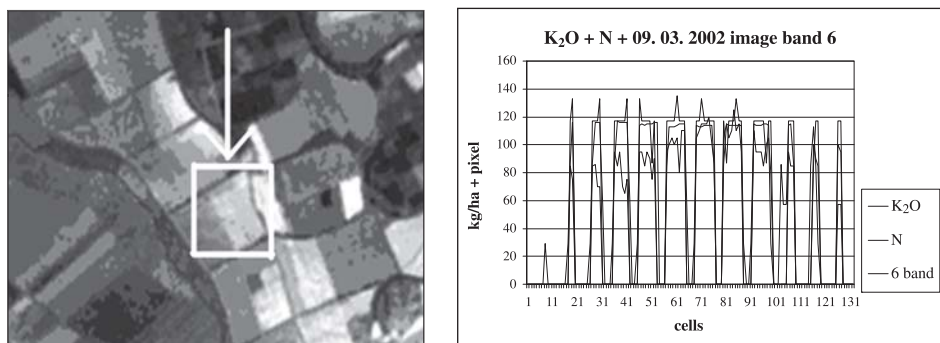
ISTVÁN GYULAI

Dissertation Adviser: Károly Katz, candidate, professor

The author made his PhD work at Faculty of Agricultural and Food Sciences, Mosonmagyaróvár, Institute of Biosystems Engineering. Current paper presents the investigations whether does exist a mathematical or other connection between remotely sensed data and soil data or fertiliser program?

The study is a part of the research has been going on some years at University of West Hungary at Mosonmagyaróvár.

*Figure 1.* The experimental field on satellite image (left, Copyright FÖMI); Potassium ( $K_2O$ ) + Nitrogen (N) fertilizer and satellite image dated 09. 03. 2002. band no. 6. synchronism (right)



The experimental field is 15.3 hectares (ha). In November 2001 soil sampling was taken on the experimental field, and by reason of later nutrient replenishment 63 management units were established.

#### *Synchronism testing*

The author gathered satellite images and management units into a single system. Pixel size: 50x50 metres. The management units were collected in tables, and the pixel values of satellite image bands were exported, tabulated. The tables were converted into Excel programme.

The correlations around 0.9 show that the data structure is right, data are kept together, zero pixel values and non-zero pixel values are arranged.

#### *Interconversion*

Is there a connection between separate spots on space images and fertilizer programme spots? How much do nutrient replenishment data and space image data complement each other? It can be interpreted that the two tables are each a surface and what distance there is between these surfaces and how they join. The calculation is described with the following formula:  $g(x) \cong A f(x) + B$

Search for A and B value where in  $x_i$  pixel points the  $g(x_i) \cong A f(x_i) + B$  approximation is the best! The task is to solve with least square method, which is the variation of deviation to be minimum.

Error:= error (A, B) =  $\Sigma(g_i - (Af_i + B))^2$

Result: 09.03.2009 satellite image band 6 versus  $K_2O$ . A = 1.0069 joining near one, B = 7.9102

Error= 82375 → average deviation = 25

09. 03. 2009 satellite image band 6 and Nitrogen portion: A = 0.8298 joining near one,

B = -1.6579 distance between them. Error = 96826 → average deviation = 27

The error significantly exceeds table values (between 20–120), the average deviation is 44–48%, thus the interconversion is not possible, relation could not be defined between satellite image and fertilizer portions by this way.

## **Economic basis of changes in data supply of accountancy in animal husbandry**

ÁRPÁD KISS

Dissertation Adviser: Barnabás Reke, candidate, professor

On the example of animal keeping enterprises the thesis investigates the evaluation and registration practice featuring production factors of the sector and options of choice as well as the applicability of accountancy reports from the point of view of economic decision-making and process evaluation.

### ***1. Considering technical parameters***

Among the elements of technical parameters (biological basis, technology, by-products, environment and animal well fare measures) the study covers the investigation of the influence



of biological basis. The introduction of the International Accountancy Standards, IAS 41, in 2001 resulted in a considerable gap between the international and the Hungarian regulations. This standard definitely puts an end to the concept of historical cost based accounting, while the Hungarian Law of Accountancy preferred the value realized in the past.

### ***2. Scope of evaluation***

Enterprises can comply with the requirements of a reliable and real overall picture first of all through the evaluation of property according to the Law of Accountancy and through public information supply. The solvency requirements apply to items of assets connected to animal stock (value expressible in money, self-negotiability /the negotiability requirement can assert itself both in the practice and in the theory only limited/, transferability, possession, ownership). The changing in the environment and regulations of accountancy attach growing importance to the market price determination within the evaluation of assets. Its mechanical application leads to serious deformation of information false recognition of property value.

### ***3. Informative content of statements***

Market participants qualify the usefulness of information about accountancy data and published statements upon their contribution to decision-making process. Behind the question there is the relationship between a reliable and valid overall picture and the demand of economic decision-making on information. In the process of decision-making finance is only one of the aspects. We should consider in the decision-making process economic ethical and non-economic factors, especially in the field of agriculture and animal husbandry.

### ***4. Features of financial statement users***

The reasons for the difference between the real and valid overall picture and the demand of holders of interest (market participants) is the different understanding of phrases and the range of values reflecting the interest of users and that of the standards of the Law of Account, which is different in every respect This part of the paper investigates how the accountancy and market participants apprehend the real and valid overall picture of an enterprise and introduces the most important characteristics of value enhancement processes at an enterprise on the basis of animal farms involved into the investigation.

## **Investigation of Factors Influencing Germination of Volunteer Sunflower Plants (*Helianthus annuus* L.) with the application of GPS**

PÉTER JÁNOS POMSÁR

Dissertation Adviser: Péter Reisinger, candidate, professor

***The objectives of the dissertation were as follows:***

- to reveal the causes of sunflower achenia dispersion,
- to find the relationship between the quantity of dispersed and germinated seeds,
- to find factors influencing the dispersion and spring of volunteer plants in order to solve this scope of problems.

1. We assumed that we could separate causes before and during harvesting in our investigations on seed dispersion. Seed dispersion before harvesting greatly influences the rate of volunteer plants that can measurably be reduced by the elaboration of a proper technology. Investigating the quantity of dispersion by harvesters means the rate of spreading and its distribution.
2. We expected that the most effective method is to incorporate seeds shallowly just after harvesting in order to enhance autumn germination and voluntary growing. Shallow cultivation after harvesting could be one of the key elements of controlling voluntary sunflower growing.
3. Scientific publications confirm that germination of the seeds lying at different depths in the soil depends on soil warming up and it sometimes happens in several waves. This postponement has an important influence on weed control in the following crop, i.e. if abandoned, crop could become weedy.
4. Soil cultivation technology applied after harvesting can also have an important influence on the germination of dispersed sunflower seeds. In case of shallow tillage seeds get under optimal germination conditions, but those seeds which got deeper, could be preserved.
5. By the help of GPS we can follow the depletion dynamic of dispersed seeds on a given field. Seeds dispersed after harvesting will not be displaced by soil cultivation too much, so it offers a good opportunity to study the depletion tendency of volunteer plants in the following years.
6. The use of chemicals dominates in weed control methods, but there are notable results of mechanical and agro-technical field methods. A feeding trial was suggested as a new possible "biological" method to find out, how many seeds a day Hungarian poultry could take up.

***New scientific findings:***

1. Achenium dispersion may happen before harvesting. However the main cause of sunflower dispersion is the combine harvester. Achenia disperse mostly through the threshed parts.
2. Sunflower achenium germination in winter wheat. On average 14.42% of achenia dispersed after harvesting and germinated in autumn. The rate of volunteer sunflowers, however did not show any close correlation to the dispersed quantity.
3. Germination depth and trends of emerging, 4.5% of sunflower seeds germinated during spring time. The earliest plants emerged on 27<sup>th</sup> April from germination depths of 0.5 and 10 cm, but plants from 15 cm germination depth emerged only after 20<sup>th</sup> May.
4. Germination test of volunteer sunflowers in spring after the year of dispersion. There was only a difference of 10 cm between the deep and shallow cultivation of the fields. But as a result of shallow cultivation, 5.9% of the seeds emerged, whereas 12.8% of the seeds emerged after deep cultivation.
5. Volunteer sunflower germination tracked by DGPS methods. Evaluating data obtained in 2002–2003 we observed that peak emergence occurred happened in both years on the same sample areas. There was however a notable reduction between the two years.

Compared to the foregoing year, 15% of the seeds germinated in 2003, i.e. there was a considerable depletion tendency of seeds that got into soil after harvesting and got preserved.

6. Biological method to reduce the number of volunteer sunflowers by feeding them to brood hens. Based on the research results, fodder uptake of hens following the change of fodder greatly varied. Hens that got used to goats, fed on sunflower seeds well, we measured an average daily uptake of 100 g.

## **Mitigation of the heavy metal content of waste heaps by growing plant species**

RITA TURY

Dissertation Adviser: Pál Szakál, candidate, professor

*The objective of the dissertation* was to establish adequate conditions to the growth of test plants on the flotation waste heap with acidic pH and meanwhile to keep the metal uptake of plants on the lowest possible level in order to avoid the inclusion of these metals (Cd, Pb, Cu and Zn) into the food chain. In order to achieve this, various treatments were applied with the inclusion of compost, mordenite, sewage sludge, synthetic zeolite, clinoptilolite, lime hydrate, lime sludge, wood-chips, alginite, synthetic zeolite (zeolon), lime hydrate and control along with their combinations. In the first and second year, into half of the plots, barley (*Hordeum vulgare*) was seeded whereas into the other half, lucerne (*Medicago sativa*) was put in. In the third and fourth year, instead of barley, Red Fescue (*Festuca rubra*) was put into the experiment plots. During this work, changes in the elements accumulation (cadmium, copper, lead and zinc) in the roots and shoots of the plants resultant from the various treatments were compared. Also, the growth of plants in each plot was monitored. Metal uptake indicated an identical tendency for all three test plants. However, metal accumulation of the plants was, by a various extent, reduced as a result of the treatments. This was the most significant in plots where due to the treatment, pH of the flotation sludge increased thus a higher cation-binding took place, supplying available nutrients for the plants. Compost treatment indicated good results for all three plants examined, due to the favourable nutrient-supply capacity and the binding of toxic elements in a form of complex compounds.

As a result of mordenite, alginate treatments, compared to the treatments mentioned above, metal uptake was proved to be more significant. As a result of these treatments, no improvement was indicated regarding the nutrient-supply capacity of the sludge, basic conditions to the growth of plants therefore were not established. Lime sludge when combined with other substances (wood-chips, alginite) did not indicate as good results as the treatments mentioned before. By such treatments, heavy metal accumulation could be reduced to a limited extent. The plants indicated a slight growth only, and remained

extenuate until the end of the vegetation period, with many of them becoming decayed. Their metal uptake was more significant in comparison to when synthetic zeolite and clinoptilolite were added. As a result of these treatments, an increase of the sludge's pH was observed. Heavy metal uptake was the most significant, compared to the control, when lime dehydrate, lime sludge and lime sludge + lime dehydrate were applied. Plants hardly grew in the plots mentioned above, without growing generative organs at all. Presumably, the growth of plants here was inadequate partly due to nutrient deficiency; although the lime applied reduced the acidity of the waste heap but did not supply nutrients indispensable to the growth of plants.

## **Increasing of n-3 fatty acid content and improvement of oxidative stability in animal production by feeding**

ESZTER ZSÉDELY

Dissertation Adviser: János Schmidt, academician, professor emeritus

Feeding comprehensively influences animal originated food composition (e.g. fat content, protein content, fatty acid profile, vitamin content) and so nutrition value. Having known the role of different substances in each metabolism process there is a possibility to produce so-called functional food products, and due to their special nourishing substances some illnesses can be delayed or its development can be avoided by eating them. Among nutrients lipoids have come into the limelight for a decade, which is in connection with the extensive role of the fatty acid in the organism.

Hungarian people's fatty acid supply using sunflower seed oil and pork-fat based on the Hungarian traditional cooking does not meet the food requirements. First of all, n-3 fatty acid supply falls behind the accepted level. One possibility to improve Hungary's fatty acid supply is to add n-3 fatty acid to the diet of the farming animals and this way n-3 content in animal originated food can be increased. It can be solved in a biological way. To prove the above mentioned theory experiments were carried out with broiler, geese and rabbits.

Numerous experiments were carried out how to increase n-3 fatty acid content in some animal originated food at University of West-Hungary, Faculty of Agricultural and Food Sciences, Department of Animal Nutrition. So there are lot experiences in this subject and there are appropriate conditions for experiment and laboratory analysis. Considering the fact that there are few data about other animal species (e.g. goose, rabbit) in Hungarian as well as in the international scientific literature the research was expanded on two other animal species like goose and rabbit.

The oxidative stability is also an important point of view, when increasing the n-3 fatty acid content of meat. During the experiments the oxidative stability was examined in animal

originated food while n-3 fatty acid was increased and the animals were fed from different originated vitamin E in different doses, or on the other hand whether their degradation significantly could be slowed down.

Consumers' important questions were taken into consideration as well, namely cooking methods (frying, boiling) could not be damaged by the increased n-3 fatty acid, and whether changing fatty acid content influenced adversely the organoleptic properties of the prepared food.

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

1. Feeding animals with green forage or diet supplemented with 4% linseed oil significantly decreased MUFA and increased PUFA content in tissues of geese and rabbits. Both treatments decreased n-6/n-3 fatty acid ratio for the experimented species. The effect of linseed oil is considerably greater than that of the green forage.
2. The fatty acid composition of the diet has different affect on the fatty acid profile of fat from different parts of the body in geese.
3. D- $\alpha$ -tocopherol of fatty acid distillate as source of natural form of vitamin E was a more effective antioxidant in the case of meat-type hybrid geese, broiler chicken and rabbits than the dl- $\alpha$ -tocopherol-acetate produced by industrial way.
4. Organoleptic properties of the food prepared from the meat of rabbits and geese fed diet supplemented with 2% linseed oil were not influenced by dietary treatment.
5. The fatty acid composition of meat with high n-3 fatty acid content is not changed by cooking the products for 2 hours in a traditional way or boiling it in a pressure-cooker for 20 minutes, and frying it without adding fat.
6. Frying the meat in pork fat or sunflower oil for 15-20 minutes long means some change in fatty acid content but it does not result absolute n-3 fatty acid content decreases.

## 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.
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 margót hagyva. A gépirás 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 munka hely(ük) feltüntetésével, a végén angol kulcsszavakkal,
- táblázatok és ábrák,
- angol nyelvű táblázat- és ábracímek,
- az ábrák feliratait és a táblázatok fejlécei angol fordításban, számozva pl:

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

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

Felvételezési hely (1)		Egynyári szélfű száma a felvételi négyzetekben (2)				Átlag db/4m <sup>2</sup> (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 tenyészidőszak 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/4m<sup>2</sup>, (4) average pc/m<sup>2</sup>, \* 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 hivatkozásnál a szerző családneve és keresztnévnek kezdőbetűje *dőlten* szedve, a cikk megjelenésének évszáma zárójelben, a cikk címe, a folyóirat megnevezése, az évfolyam száma **félkövéren**, 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 kell 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 kerüendő.

#### 4. Ábrák és táblázatok

4.1. Kizárólag fekete-fehér ábrákat tudunk elfogadni.

4.2. A digitalizált képeket, ábrákat lehetőleg TIF, JPG kiterjesztésű állományként küldjék, és **ne a dokumentumba** ágyazva.

4.3. Táblázatok esetében kérjük, hogy 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. Angol nyelvű cikkek lektorálása 3 lépcsőben történik. A közlemény beérkezésekor előzetes nyelvi ellenőrzésen esik át, amit szakmai bírálat követ. Közlés előtt a tudományos dolgozatot anyanyelvi lektornak küldjük ki véleményezés céljából.

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 3.5” mágneslemezen, CD lemezen vagy e-mail-ben (varzol@mtk.nyome.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.



## Tartalomjegyzék – Contents

<i>Csaba Németh – László Friedrich – Csaba Balla – Ágnes Suhajda:</i> Effect of changes in heat resistance of <i>Salmonella</i> spp. during pasteurization on the efficiency of long term heat treatment at 55 °C .....	3
<i>Szafner Gábor – Bicanic Dane – Dóka Ottó:</i> Élelmiszeripari termékek hőeffúzivitásának fotopiroelektromos meghatározása .....	11
<i>Zoltán Szira – Györgyi Gábrnelné Tőzsér:</i> Analyzing certain characteristics of municipal solid waste generation in the process of waste management .....	21
<i>Denka Kostova – Hristina Boteva:</i> An influence of the fertilization upon the content of manganese and antioxidants in the fruit of tomatoes .....	35
<i>Nádaská Gabriela – Remencová Viera – Lesný Juraj:</i> Comparison of single extraction methods for determination of bioavailable manganese fraction in soils.....	47
<i>Lajos Mihály – Mészáros András – Babrik Zsolt – Csavajda Éva:</i> Nitrogén hatóanyag-reakció vizsgálatok kukoricában különböző termőhelyeken beállított kísérletekben .....	57
<i>Németh Szabina – Orbán Martina – Tóth Tamás – Gulyás László:</i> Három Magyarországon tenyésztett kecskefajta vérmérséklet-vizsgálata egy tejtermelő gazdaságban.....	67
English Language Abstracts of PhD Dissertations Defended in the Doctoral Schools of the Faculty of Agricultural and Food Sciences at Mosonmagyaróvár between July 2008 and June 2009.....	77
<i>Tájékoztató és útmutató a szerzők részére .....</i>	86

Az Acta Agronomica Óváriensis 2010/1. számának megjelenését a  
**Magyar Hallgatók az Európai Egyetemeken Alapítvány**  
támogatta.

ISSN 1416-647x

---

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

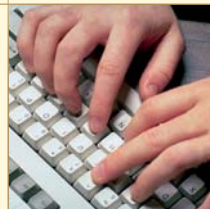
Megjelent  
**a Competitor-21 Kiadó Kft.**  
9027 Győr, Külső Árpád út 35.  
gondozásában  
ügyvezető igazgató:  
Andorka Zsolt

„..., hogy menjen a szekér ...”



# Iránytű a növénytaplálásban

- TALAJMINTAVÉTEL
- TRÁGYÁZÁSI TANÁCSADÁS
- TRÁGYÁZÁSI KÍSÉRLETEK
- TALAJVÉDELMI TERV KÉSZÍTÉS
- NÖVÉNYVÉDELMI KÍSÉRLETEK



**AGROFIL-SZMI**  
**Szaktanácsadó Mérnöki Iroda Kft.**

9234 Kisbodak, Felszabadulás u. 23.  
tel./fax: 06 96/566 186, 06 30/93 97 092  
e-mail: [lajosm@agrofil.hu](mailto:lajosm@agrofil.hu), [iroda@agrofil.hu](mailto:iroda@agrofil.hu)



Az Agrofil tápanyag-utánpótlási rendszerében a kukorica nitrogén ellátása új alapokra helyezésének megvalósítása Agrofil-SZMI Szaktanácsadó Mérnöki Iroda Kft.  
GOP-1.3.1-09/A-2009-0004

**[www.agrofil.hu](http://www.agrofil.hu)**

# AUTOMATA METEOROLÓGIAI MÉRŐRENDSZEREK

- Csapadék, hőmérséklet, páratartalom, szél, napfénytartam, párolgás, talajnedvesség mérése
- Helyi kijelző, számítógépes kapcsolat
- Moduláris felépítésű rendszerek
- Kis- és nagyterjedésű hálózatok
- Kábeles, rádiós, mobil és modemes adatátvitel
- Adatgyűjtő és feldolgozó programok
- Növényvédelmi előrejelzés
- Testreszabott, egyedi megoldások



**Boreas Fejlesztő és Szolgáltató Kft.**  
2030 Érd, Favágó u. 58.  
[www.boreas.hu](http://www.boreas.hu) • [info@boreas.hu](mailto:info@boreas.hu)  
Tel.: 23/520-690 • fax: 23/520-691



**Iparban**



**Környezetvédelemben**



**Mezőgazdaságban**

