



**ACTA AGRONOMICA
ÓVÁRIENSIS**



VOLUME 54.

NUMBER 2.

**Mosonmagyaróvár
2012**

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

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM
Mosonmagyaróvári
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Közleményei

Volume 54. Number 2.

**Mosonmagyaróvár
2012**

Editorial Board/Szerkesztőbizottság

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

Reviewers of manuscripts/A kéziratok lektorai

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 54. No. 1–2.:
Hodúr Cecília, Kozári József, László-Bencsik Ábel, Makó András, Mika János,
Nagy Frigyes, Porpácz Aladár, Rajkai Kálmán, Reichart Olivér, Salgó András,
Schmidt Rezső, Szabó Ferenc, Szabó Gábor, Szakál Pál, Szalai Sándor,
Szigeti Jenő, Toldi Gyula, Tóth Zoltán, Varga László

Linguistic checking of manuscripts by/A kéziratok anyanyelvi lektorai

Acta Agronomica Óváriensis Vol. 54. No. 1–2.:
Alison, Aylen, Larry Ewing, Matthew Hayes, Juraj Mistina, Mary Sousa

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.



A summary evaluation on the physical condition of soil in field experiments

PETRA FÖLDESI – CSABA GYURICZA

Szent István University
Institute of Crop Production
Gödöllő, Hungary

SUMMARY

A great variety of experiments are underway today to compare the impacts of different tillage systems on soil condition. In the course of our studies between 2004 and 2006 we assessed the impacts of conventional soil tillage. Our field experiments – set up in six different farms – focused on the soils' agronomical structure, penetration resistance and moisture content within the soil's physical condition in general. This paper contains a summary of the findings of the experiments and an evaluation of the impacts of conventional tillage practices on the soil's physical state in the various site conditions.

In the course of the analyses of the agronomical structure of the soils in 2004 we found statistically proven differences between the various treatments in terms of the clod fractions and the crumb fractions ($LSD_{5\%clod} = 10.2$, $LSD_{5\%crumb} = 10.8$). No significant differences were found between the dust fractions at the six sites. In the course of the analysis of its agronomical structure, the soil structure was not found to have been damaged by conventional tillage. The examination of penetration resistance showed significant differences between the various treatments in the first year of the experiments (2004) at the tillage depth ($LSD_{5\%20-30} = 1.2$), in the second year (2005) below the tillage depth ($LSD_{5\%30-40} = 0.3$) and in the third year (2006) in the soil's top 10 cm layer ($LSD_{5\%0-10} = 0.5$) and in the 10–20 cm layer ($LSD_{5\%10-20} = 0.6$). Soil penetration levels showing harmful compaction (over 3 MPa) were only found in the first year of the experiment. In terms of soil moisture content significant differences were found in 2004 in the 10–20 cm layer ($LSD_{5\%10-20} = 8$), in the 20–30 cm layer ($LSD_{5\%20-30} = 7.8$), in the 30–40 cm layer ($LSD_{5\%30-40} = 7.3$) and in the 40–50 cm layer ($LSD_{5\%40-50} = 3.9$) as well. In year 2005 significant differences were found between the treatments in the 20–30 cm layer ($LSD_{5\%20-30} = 1.7$) and in the 30–40 cm layer ($LSD_{5\%30-40} = 1.9$), while in 2006 no significant differences were found between the treatments in any of the relevant soil layers in terms of soil moisture content. We supplemented our experiments with the assessment of the different years' effects (impacts of the given year's weather conditions). While the different years had no significant impacts on the agronomical structure, they did influence the soils' penetration resistance and moisture contents considerably.

Under the soil and site conditions of the experiments the conventional soil tillage that had been applied for a period of three years did not result in any deterioration of the soil's physical state. In our opinion however, the positive results were more a consequence of the soils' favourable physical attributes and their favourable initial condition than the conventional tillage system applied in the experiment. For ecological and economic considerations in the longer run however, it is indispensable that soil and environment preserving tillage techniques be chosen even where the soil is in a favourable condition.

Keywords: soil condition, conventional tillage, agronomical structure, soil penetration resistance, soil moisture content.

INTRODUCTION AND A REVIEW OF LITERATURE

The most important duties of a farmer producing field crops are to protect and preserve the soil's fertility and quality, to prevent biological, physical and chemical degradation and at the same time to produce crops competitively (Bencsik 2009). Pepó (2004) held that conserving and improving, as far as possible, the physical, chemical and biological attributes of the soil are among the most essential tasks of sustainable cropping. Várallyay (2010) considers that mitigation of the cropping risks, soil protection, the prevention, elimination and alleviation of extreme water balance and ecological stress situations are of particular importance in "sustainable" land use. Bartholy *et al.* (2010) reported in their study that the Carpathian Basin was definitely facing a trend of warming up towards the middle of the 21st century. Hungary's annual mean temperature is expected to rise by 1.1 °C by that time. Precipitation is another key climate variable besides temperature, the variations of which also have a profound impact on the main sectors of the economy, including, in particular, agriculture. The annual average precipitation in Hungary is expected to decrease by nearly 7%. The future changes in climate factors will be forcing farmers to carefully choose soil tillage systems that are best suited to their site conditions.

The recent decades have seen a growing number of studies of the impacts of conventional and of soil protecting/preserving production methods on soils' physical conditions. The impacts of such tillage systems on the soil and on the environment have been and are still being studied by numerous Hungarian scientists (e.g. Gyuricza 2000, Birkás 2002, Percze 2002, László 2007, Bencsik 2009) and foreign authors (e.g. Hill and Cruse 1985, Kladičko *et al.* 1986, Brandt 1992, Schwab *et al.* 2002, Turtola *et al.* 2007, Alvarez and Steinbach 2009, Cociu 2011).

According to Birkás (2001) conventional farming is a target of most criticism owing to its impacts on the environment (erosion, deflation, compacting, loss of organic matter, soil, air and water pollution) and its costs. Typically monocultural land use, tillage comprising of multiple tillage passes and frequent soil disturbance leads to increased soil degradation and soil structure deterioration (Gyuricza 2001). Conventional tillage involves the working of the entire soil surface. Soil conditions that are considered to be favourable for plant growth are produced by more than the reasonable number of tillage passes – these practices take

too much time, energy and money (Birkás 2001, Birkás 2006). As a consequence of the tillage operations entailing frequent soil disturbance, soil tillage comprising multiple tillage passes (primary tillage with ploughing in the autumn) causes soil structure deterioration and compaction (structure degradation) and a loss of organic matter (Huzsvai *et al.* 2003). A tillage and seeding system is considered to be "soil preserving" if at least 30% of the soil surface is covered with crop residues even after seeding to protect the soil (Dickey *et al.* 1991, Dickey *et al.* 1994, Jasa *et al.* 1999, Uri 1999, Birkás 2006) and the loss of soil through erosion/deflation is reduced by at least 50% in comparison with conventional tillage (Birkás 2006). Adopting soil protecting and conserving tillage produces both environmental and economic benefits. The soils' physical and biological condition improves as a result of which the adverse effects of weather extremes are also alleviated. In parallel with the reduction of damage the quality of the environment also improves on the whole (Birkás 2006). In addition to creating and preserving favourable physical and biological conditions the application of soil conserving tillage solutions usually has a positive impact on economic factors (number of tillage passes, time and fuel requirement) (Gyuricza 2000). In the course of their experiments set up in Poland in 2006 and 2007 Czyz and Dexter (2008) studied the impacts of conventional and reduced tillage systems on the physical conditions of soils of two different types. They found that the tillage systems had significant impacts on the soils' physical conditions, particularly their moisture content.

According to Husnjak *et al.* (2002) discussions of conventional, soil protecting and direct seeding (no till) systems are growing increasingly important owing to ecological and economic considerations. They studied the physical attributes of a loam soil applying five different soil tillage systems (conventional, reduced, soil protecting I and II as well as direct seeding). In the course of their experiments between 1997 and 2000 they found the best physical attributes (i.e. the lowest mass per volume and the highest total porosity) in their soil in the case of the soil protecting tillage techniques.

A number of Hungarian authors examined the impacts of conventional and soil conserving tillage on the soil's physical state with the aid of penetrometers. The studies carried out by Rátónyi (1999) showed that the soil's physical attributes had a major impact on the growth and development of field crops. In the course of his experiments he explained the soil's penetration resistance with the aid of linear regression equations with two variables: soil moisture content and soil compaction. He found that within a given soil moisture content range the soil's penetration resistance increased towards the lower moisture content levels. In examining different tillage systems László (2007) found that only the top 10 cm layer of the soil was more compact in the case of direct seeding in terms of soil penetration resistance than it was after other tillage treatments. At the bottom of the tillage depths the soil resistance values measured after conventional tillage were significantly lower than after ridge tillage. Tillage caused no differences in penetration resistance below a depth of 20 cm. He explained the small soil resistance underneath the top layer after direct seeding by the favourable circumstances that developed in undisturbed soil. In the case of ridge tillage the development of a tillage pan layer was also indicated by the soil resistance value. In the case of conventional tillage he found that according to the soil

penetration resistance profile, soil resistance was evenly favourable across the entire soil profile. Gyuricza *et al.* (1998) examined soil penetration with a penetrometer after five soil tillage variants (loosening + ploughing, loosening + disking, ploughing, direct seeding, disking). They found that under the given experimental circumstances the degree of soil penetration resistance had been influenced primarily by the tillage depth and the applied tillage tools. They found disking to have the most damaging impacts on the soil structure. In selecting a tillage system that equally meets the requirements of sustainable land use and cost effectiveness attention must be paid to the various tillage methods' impacts resulting in maintaining or improving the soil's structure and on its water transport regime (Farkas 2004).

In our six field experiments we studied the soil's agronomical structure, penetration resistance and moisture content in the circumstances of conventional tillage. This paper contains a summary of the results and findings of the soil condition studies carried out between 2004 and 2006.

MATERIALS AND METHODS

Geographical location

The experiments were established in 2004 in the mid-Hungarian region (Nagykátamicroregion) at six farms between Pánd (N.L. 47° 21' 01", E.L. 19° 38' 00", altitude above sea level: 129 m) and Káva (N.L. 47° 21' 19", E.L. 19° 35' 16", altitude above sea level: 131 m). The area is located in a valley surrounded by hills, but the experiments were laid out on a flat area.

Climate conditions

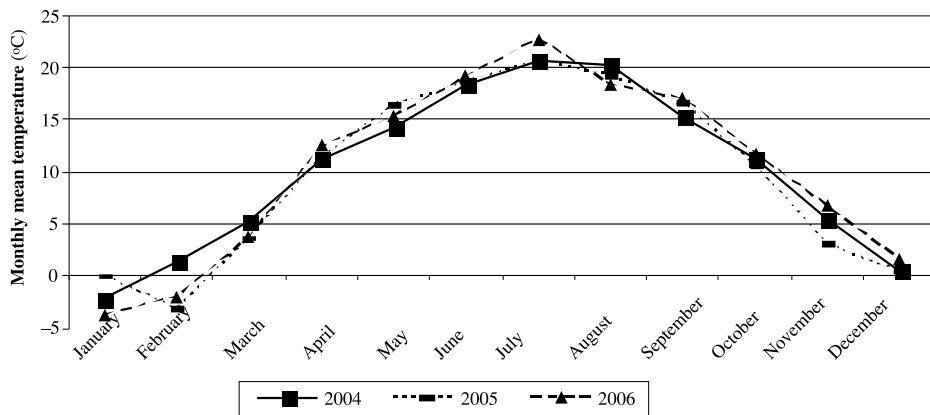


Figure 1. Changes in mean monthly temperatures (°C) in the experimental area in 2004–2006

The monthly mean temperature data (*Figure 1.*) were measured at an automated meteorological station in the nearby Tápiószele Institute for Agrobotany. The annual mean temperature averaged over three years was 10.09 °C (with a maximum monthly mean of 21.43 °C in July and a minimum of –1.97 °C in January). The lowest mean annual temperature values (9.81 °C) were recorded in 2005.

Precipitation data were obtained from a recording station in Nagykáta. Averaged over three years the highest monthly precipitation was recorded in June (71.20 mm) and August (99.43 mm) and the lowest (19.50 mm) in October. The highest annual precipitation (702.1 mm) in the three years was received in 2005 (*Figure 2.*).

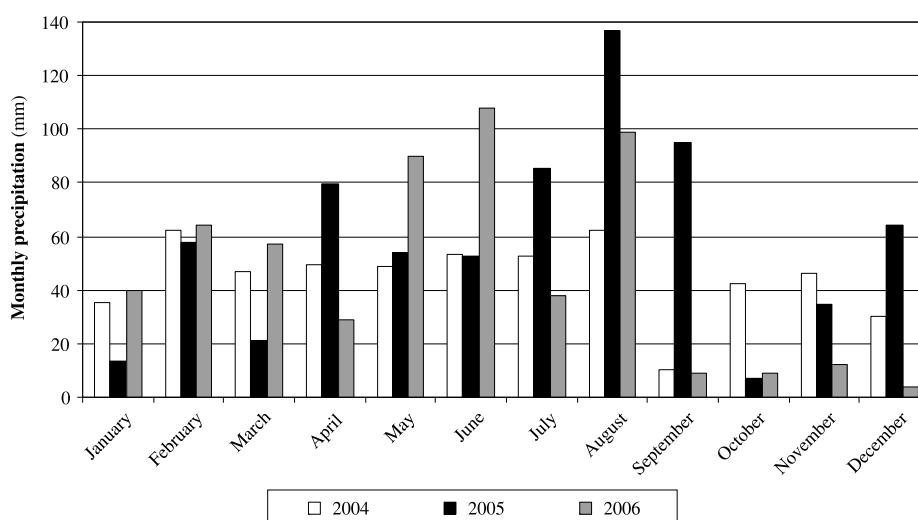


Figure 2. Monthly precipitation (mm) in the experimental area in 2004–2006

Soil parameters

Since no soil tests had previously been performed on the pilot farm, samples from the six experimental sites were examined for upper limit of plasticity (KA), pH_{KCL} value, calcium carbonate, humus, phosphorus and potassium contents under laboratory conditions using standard procedures between 2004 and 2006. Based on the values obtained for KA (37–39 over the three-year period) soil texture was estimated to be loam. The pH of the examined soils varied from slightly acidic to neutral (pH_{KCL} = 5.70–7.22). The humus content in the top soil was poor (1.26–2.75%) while the AL-P₂O₅ content was 65.79–229.97 ppm and the AL-K₂O content 61.80–396.59 ppm.

The agronomical structure, penetration resistance and soil moisture content were examined during the field experiments under conventional tillage conditions. Conventional tillage is characterized by high traffic throughput, involving time- and energy-consuming operations.

The tillage depth is more frequently adjusted to the needs of the plants and the tools at hand than to the moisture or compactness of the soil. Crop residues are not utilized outside the growing period to protect and cover the soil surface, thus minimizing moisture loss (Birkás 2002). A friable seedbed free of crop residues is seen as desirable for conventional tillage. In the field experiments the same tillage systems were used for post-harvest operations in all three years: disking the upper layer was followed by autumn ploughing (30 cm). In spring, before sowing, the soil was loosened with a cultivator. Maize (*Zea mays* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) were grown on the farms during the three-year period. The crop sequences in the experimental treatments were as follows: Experiment A: maize-sunflower-maize, Experiment B: maize-sunflower-maize, Experiment C: maize-maize-sunflower, Experiment D: maize-maize-maize, Experiment E: maize-maize-sunflower, Experiment F: maize-maize-maize.

Agronomical structure

In the field experiments the agronomical structure of soil was assessed by dry sieving. On the six farms the clod fraction was determined twice in 2004, three times in 2005 and 2006 with three parallel determinations each year. The soil samples, collected from the experimental area, were dried to constant weight, and fractioned by 7 sieves of different pore sizes (20, 10, 5, 3, 1, 0.5 and 0.25 mm) to 8 different size-fractions. The weights of the certain fractions were determined and expressed as a mass percentage of the sample. Thus we obtained the percentage clod, crumb and dust composition of soil. When evaluating the agronomical structure of soil, the shape of the structural elements is not considered. Only by their sizes are they classified and the proportions of the aggregates, falling to certain size-ranges, are determined (Stefanovits 1992). Thus the retained fraction on sieves with not less than 10 mm pore size fall to clod fraction (10 mm <), the ones with 0.25–10 mm pore size belong to crumb fraction (0.25–10 mm), while the ones passing through the 0.25 mm pore size sieve to the dust collector represent the dust fraction (0.25 mm >).

Penetration resistance (PR), soil moisture

PR measurement (one of the most commonly used measurements for compaction) was used for the examination of the compacted layers. The changes in the physical properties of soil in space and time are well demonstrated if the soil moisture content is also considered for the soil penetration resistance. A mechanical, spring-penetrometer was applied to the field experiments in the vegetation period. The measurements were carried out on three replicates, at 10 cm intervals to a depth of 50 cm (Daróczy and Lelkes 1999). The determination of the soil moisture content was carried out simultaneously with the PR. The moisture content of the soil samples was determined by an oven method, drying at 105 °C, until a constant weight was achieved. Similarly to the practice applied for PR determination, samples for soil moisture determination were taken at 10 cm intervals to 50 cm depth in three replicates. The agronomical structure, PR and moisture content measurements were evaluated by a Microsoft Office Excel-program. Single factor analysis of variance was applied for the statistical evaluation (Sváb 1981, Baráth *et al.* 1996).

RESULTS AND DISCUSSION

The relative proportions of the various soil aggregate fractions in soils under different tillage treatments were already discussed in earlier papers (Földesi and Gyuricza 2011a) and studies of soil penetration and soil moisture between treatments have also been covered in detail (Földesi and Gyuricza 2011b). Moreover, our statistical analyses were supplemented with studies of the impacts of specific years, i.e. with comparisons of averages of measured variables across different years (Földesi and Gyuricza 2012). This paper contains a summary and evaluation of the findings of various soil condition studies along with comparisons to data found in literature.

Assessment of the agronomical structure

The soils' agronomical structures were established in the course of the growing season twice in 2004 and three times in both 2005 and 2006, in three iterations on each occasion, by sifting the dry soil. What was studied during the three years of our experiment was how the relative proportions of the clod, the crumb and the dust fractions were changing as a consequence of conventional soil tillage under field conditions. In 2004 we found statistically significant differences between the different treatments in terms of the clod fraction and the crumb fraction which is the most important component of the soil for the purposes of tillage ($LSD_{5\%clod} = 10.2$, $LSD_{5\%crumb} = 10.8$). No significant differences were found between the treatments in terms of the dust fraction. In 2005 and 2006 however, no significant differences were found between the six experiments in terms of any of the soil aggregate fractions. In assessing the agronomical structure of the soil no damage was found in the soil structure after conventional tillage. Birkás and Gyuricza (2004) found that in soils that frequently disturbed by ploughing and disking there were smaller crumb fractions and higher proportions of dust and clods. Monotonous land use may, over time, lead to the strengthening of degradation processes which cause deterioration in the soil structure. In our experiment the ratio of the crumb fraction that is so crucial for cropping did not drop below 70% even by the third year of our studies. Bencsik (2009) studied the soil's agronomical structure under conventional and ridge tillage as well. In view of the impacts of the treatments she found significant differences in terms of the clod and the crumb fractions, i.e. ridge tillage was found to be more favourable in general for the soil's structure than conventional tillage based on ploughing. To improve the accuracy of our conclusions we supplemented our experiment by studying the effects of the various years as well. A single factor variance analysis process was carried out to statistically confirm the differences between the years of our experiments, in the course of which the averages of the percentages of the various soil aggregate fractions measured in the given years were taken into account. No significant differences were found between the years concerned in any one of the fractions. The proportion of the clod fraction was highest in 2004 but even then we found no heavy clod forming. During the years of our experiments and in view of all of the treatments on the whole, the highest ratio of the crumb fraction, which is the most favourable component for cropping (as an average of the values measured in the case of the different treatments) was found in 2005. *Figure 3.* shows the changes in the agronomical structure as a percentage of the three years (2004–2006).

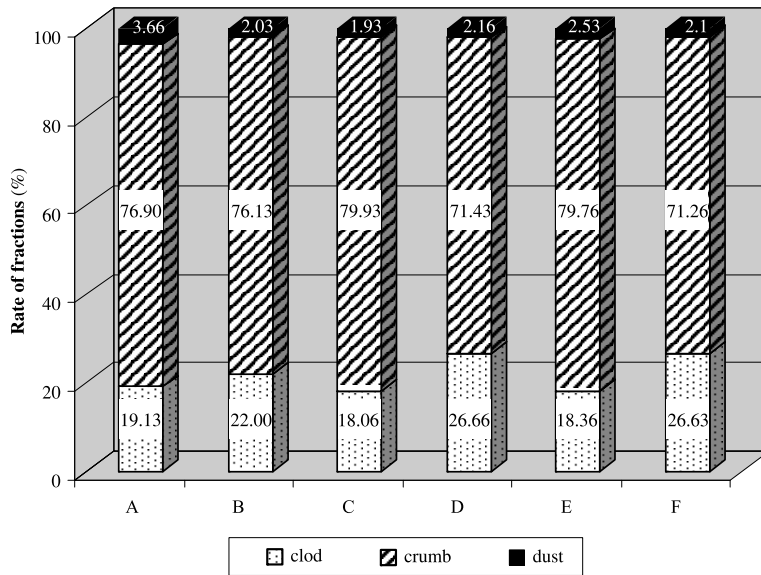


Figure 3. Changes in the agronomical structure in the experimental area in 2004–2006

Soil penetration resistance assessments

In the course of the growing season – simultaneously with the assessments of the agronomical structure – we measured soil penetration resistance (PR) twice in 2004 and three times in 2005 and 2006 each (Figure 4.).

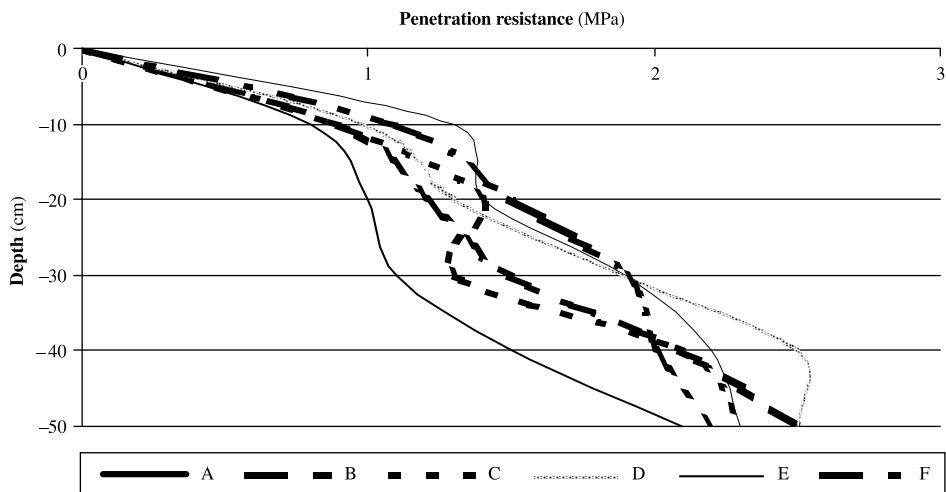


Figure 4. Changes in soil penetration in the various treatments as an average of the tree years (2004–2006)

In the course of the six field experiments in the assessment of PR in the first year (2004) we found significant differences ($LSD_{5\%20-30} = 1.2$) between the treatments in the tillage depth (i.e. in the 20–30 cm layer). In the second year (2005) significant differences were found underneath the tillage depth, i.e. in the 30–40 cm layer ($LSD_{5\%30-40} = 0.3$), while in the third year (2006) significant differences were found between the treatments in the top 20 cm layer ($LSD_{5\%0-10} = 0.5$, $LSD_{5\%10-20} = 0.6$). PR values (over 3 MPa) indicating harmful compaction were only found in the first year of the experiment and only in treatment A (40–50 cm), treatment B (30–40 and 40–50 cm) and treatment E (40–50 cm layer). The averages of the soil PR values measured in 2005 and 2006 did not reach the limit of harmful compaction in any one of the experiments. This was a definitely positive result from the aspect of cropping because during the rainy year of 2005 and thereafter the movement of rainwater into the soil and the utilisation of the water in the soil was not impeded by compact layers at any depth in the soil.

The assessments of PR during the years of the experiments between the treatments were supplemented by comparing the averages of the data measured in the different years across the years concerned. Significant differences were found between the years at every depth ($LSD_{5\%0-10} = 0.2$, $LSD_{5\%10-20} = 0.2$, $LSD_{5\%20-30} = 0.2$, $LSD_{5\%30-40} = 0.2$, $LSD_{5\%40-50} = 0.2$), showing that the different years' impacts did have a substantial effect on the PR values. Mikó (2009) arrived at similar conclusions in the course of his experiments with green manure plants and he found that the PR levels were closely correlated to the years' impacts and the site conditions. In studying three soil tillage techniques (ploughing in the autumn, ploughing in the spring and shallow disking in the spring) Rátónyi (1999) found that PR increased in the tilled layer together with the increasing depth in each treatment and the maximum values were measured in the compact layers (so-called plough pan and disk pan) formed as a consequence of tillage to the same depth year after year. In the course of our PR assessments no plough pan or disk pan layer could be found at the depth of tillage by the third year of our experiments.

Soil moisture studies

In assessing the soil's physical condition its moisture content was also established – simultaneously with the assessments of agronomical structure and PR – twice in 2004 and three times in 2005 and 2006 each (Figure 5).

The soil's moisture content varies greatly in both space and time (Stefanovits 1992). Significant differences were found between the treatments in the first year of the experiments (2004) in the 10–20 cm layer ($LSD_{5\%10-20} = 8$), in the 20–30 cm layer ($LSD_{5\%20-30} = 7.8$), in the 30–40 cm layer ($LSD_{5\%30-40} = 7.3$) and in the 40–50 cm layer ($LSD_{5\%40-50} = 3.9$) alike. Apart from the 20–30 cm layer in the various soil layers the lowest soil moisture content was always found in treatment B from among the six treatments applied in the experiment. The increase in PR must have been caused by the low soil moisture contents measured in the 30–40 cm and the 40–50 cm layers. Rátónyi (1999) used a penetrometer combined with a soil moisture content meter for the assessment of the physical condition of the soil. He found that in the soil moisture content range of his experiments that the lower the soil moisture content the higher the PR was.

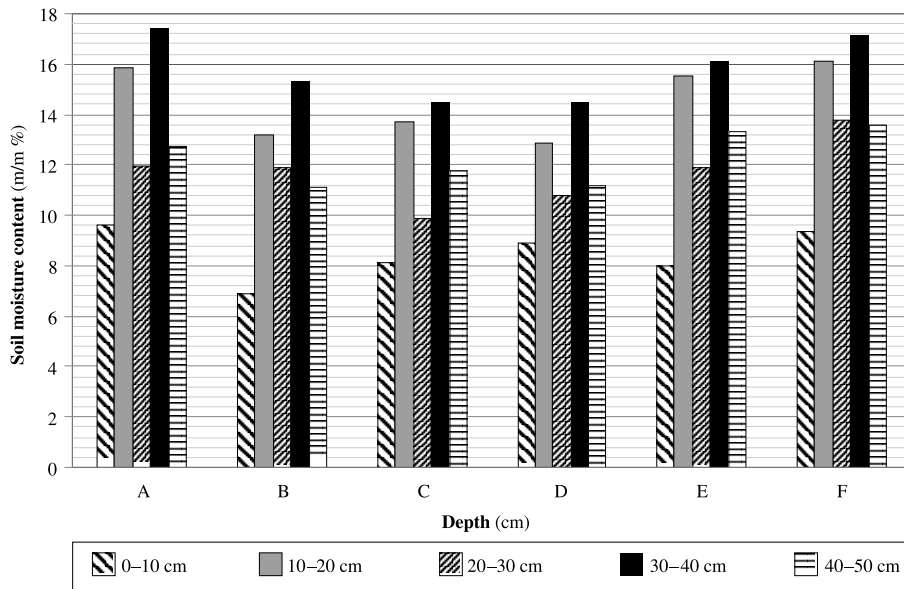


Figure 5. Changes in soil moisture contents after the different treatments as an average of the three years (2004–2006)

In 2005 significant differences were found between the treatments in the 20–30 cm layer ($LSD_{5\%20-30} = 1.7$) and in the 30–40 cm layer ($LSD_{5\%30-40} = 1.9$). No significant difference was found between the treatments in 2006 in any one of the different soil layers in our assessments of the soil moisture content.

The assessments between treatments were supplemented by comparing the averages of the data measured in the various years across the different years of the experiment. Apart from the 10–20 cm depth, significant differences were found in each layer ($LSD_{5\%0-10} = 0.8$, $LSD_{5\%20-30} = 1$, $LSD_{5\%30-40} = 1$, $LSD_{5\%40-50} = 0.9$), i.e. the effects of the different years could be identified in these soil layers as well. The years' impacts affected not only PR but also – except for the 10–20 cm layer – the soil moisture content. Similar conclusions were drawn by Mikó (2009) as well, who found in the course of his experiments that soil moisture content also depends heavily on year and site.

In the course of their soil condition assessments Beke *et al.* (2007) concluded that in a given site and under a given type of tillage PR is closely correlated with the amount of precipitation landing on the soil surface and consequently with the soil's moisture content. László (2007) assumed that the amount of precipitation has a massive impact on the effects of tillage systems on soil attributes.

The only significant differences between the treatments were found in the 10–20 cm layer ($LSD_{5\%10-20} = 1.7$). At that depth the soil's moisture content depended not only on the year's impacts but also on the applied agricultural technology. Accordingly, conventional tillage affected the soil's moisture content in the 10–20 cm layer. The soil's moisture content dropped below 40 cm in each treatment in years 2005 and 2006. Our findings are in

accordance with the findings reported in literature (*Beke* 2006, *László* 2007, *Mikó* 2009), in that PR and soil moisture are both heavily affected by the different year's impacts.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Within the soil's physical state in general, our field experiments were focused on the soils' agronomical structure, penetration resistance and moisture content. The findings of the studies of physical soil condition between 2004 and 2006 lead us to conclude that the applied conventional tillage techniques did not result in any degradation in the soils' physical condition by the last year of the experiment. No harmful clod forming was found by the assessment of the soil's agronomical structure, which was probably a result of the high quality of ploughing which was carried out in the optimum soil moisture range from the aspect of tillage. Since however, land use affects the soil's structure over time, tillage repeatedly carried out in the same depth year after year increases the risks of the formation of compact layers in the soil, therefore there is a case for the application of soil structure conserving tillage techniques and for varying the tillage depth between any two years.

No plough or disk pan layer could be found even by the third year of our soil penetration resistance tests at the depth of tillage. Thus there was no impenetrable compact layer that could have prevented the movement of rainwater into the soil and then down to deeper soil layers, which is one of the key factors affecting the success of cropping. We found that the different years heavily affected the soil's penetration resistance and moisture content values. Soil moisture content in the 10–20 cm layer was affected not so much by the different years but by the applied technologies. Consequently, the impacts of conventional soil tillage on the soil's moisture content were confirmed in this soil layer as well.

Summing up the findings of our soil condition assessments we concluded that the applied soil tillage did not, under the soil and site circumstances of our experiments, result in any degradation of the soil's physical condition. Nonetheless, we hold that the positive findings were more heavily influenced by the soil's favourable physical conditions and the favourable initial soil condition than the applied conventional tillage techniques. Over a longer term however, from ecological and economic aspects, the adaptation of soil and environment preserving methods suited to the prevailing site conditions is an indispensable requirement even in the case of favourable soil conditions.

A talaj fizikai állapotának összegző értékelése szántóföldi kísérletekben

FÖLDESI PETRA – GYURICZA CSABA

Szent István Egyetem
Növénytermesztési Intézet
Gödöllő

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjainkban világszerte számos kísérlet folyik a különféle művelési rendszerek talajállapotra gyakorolt hatásának összehasonlítására. 2004–2006 között elvégzett vizsgálataink során a hagyományos talajművelés hatását tanulmányoztuk. A hat gazdaságban beállított szántóföldi kísérleteink a talaj fizikai állapotán belül az agronómiai szerkezetre, a talaj ellenállására és nedvességtartalmára fókuszáltak. Jelen dolgozatban az elvégzett vizsgálatok eredményeit összegezzük, és azok alapján értékeljük adott termőhelyi körülmények között a hagyományos művelés hatását a talaj fizikai állapotára.

Az agronómiai szerkezet vizsgálata során 2004-ben a rögfrakció és a morzsafrakció esetében találtunk igazolható statisztikai eltérést az egyes kezelések között ($SzD_{5\%rög} = 10,2$, $SzD_{5\%morzsa} = 10,8$). A porfrakciók között nem volt szignifikáns különbség. A 2005. és 2006. években egyik frakción méretnél sem találtunk szignifikáns eltérést a hat beállított kísérlet között. A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálatakor a hagyományos művelés során nem tapasztaltuk a talajszerkezet károsodását. A talajjellenállás vizsgálatakor az első évben (2004) a művelés mélységében ($SzD_{5\%20-30} = 1,2$), a második évben (2005) a művelés mélysége alatt ($SzD_{5\%30-40} = 0,3$), a harmadik évben (2006) a talaj 0–10 cm-es ($SzD_{5\%0-10} = 0,5$) és 10–20 cm-es ($SzD_{5\%10-20} = 0,6$) mélységében találtunk szignifikáns eltérést a kezelések között. Csak a kísérlet első évében tapasztaltunk káros tömörödéssel utaló (3 MPa feletti) értéket. A talaj nedvességtartalmának vizsgálatakor 2004-ben a 10–20 ($SzD_{5\%10-20} = 8$), a 20–30 ($SzD_{5\%20-30} = 7,8$), a 30–40 ($SzD_{5\%30-40} = 7,3$) és a 40–50 cm-es mélységben ($SzD_{5\%40-50} = 3,9$) is szignifikáns különbséget találtunk. A 2005. évben a 20–30 cm-es ($SzD_{5\%20-30} = 1,7$) és a 30–40 cm-es ($SzD_{5\%30-40} = 1,9$) mélységben találtunk szignifikáns különbséget a kezelések között. A 2006. évben egyik mélységben sem találtunk szignifikáns eltérést a kezelések között a nedvességtartalom vizsgálatakor. Eredményeinket az évjáráthatás vizsgálatával is kiegészítettük. Míg az agronómiai szerkezetre nem volt hatással az évjárat, addig a talaj ellenállását és nedvességtartalmát nagymértékben befolyásolta.

A vizsgált talaj- és termőhelyi viszonyok között a három éven keresztül alkalmazott hagyományos talajművelés a vizsgálat utolsó évére nem eredményezte a talaj fizikai állapotának leromlását. Véleményünk szerint azonban a pozitív eredmények alakulásában a talaj kedvező fizikai tulajdonságai és a kedvező kiindulási talajállapot nagyobb mértékben játszott szerepet, mint az alkalmazott hagyományos művelési rendszer. Hosszú távon azonban ökológiai és ökonómiai megfontolásból még kedvező talajállapotnál is elkerülhetetlen az adott termőhelyi adottságokhoz igazodó talaj- és környezetkímélő módszerek adaptálása.

Kulcsszavak: talajállapot, hagyományos talajművelés, agronómiai szerkezet, talajjellenállás, talajnedvesség.

REFERENCES

- Alvarez, R. – Steinbach, H. S.* (2009): A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas. *Soil & Tillage Research* **104**, 1–15.
- Baráth Cs-né – Itzész A. – Ugrósdly Gy.* (1996): Biometria. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Bartholy J. – Pongrácz R. – Torma Cs.* (2010): A Kárpát-medencében 2021–2050-re várható regionális éghajlatváltozás RegCM-szimulációk alapján, KLÍMA-21 FÜZETEK **60**, 3–13.
- Beke D. – Schmidt R. – Szakál P.* (2007): Talajállapot-vizsgálat kukorica monokultúra tartamkísérletben. *Acta Agronomica Óváriensis* **49**, (2) 575–579.
- Beke D.* (2006): Talajtömörödés és -nedvességtartalom vizsgálat szántóföldi tartamkísérletekben. Doktori (PhD) értekezés. Keszthely.
- Bencsik K.* (2009): Talajhasználati módszerek értékelése talajvédelmi szempontból. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő.
- Birkás M.* (szerk.) (2001): Talajművelés a fenntartható mezőgazdaságban. Akaprint, Budapest.
- Birkás M.* (szerk.) (2002): Környezetkímélő és energiatakarékos talajművelés. Akaprint Nyomdaipari Kft., Budapest.
- Birkás M. – Gyuricza Cs.* (2004): A talajhasználat és a klimatikus hatások kapcsolata. In *Birkás M. – Gyuricza Cs.* (szerk.): Talajhasználat–Műveléshatás–Talajnedvesség. Quality-Press Nyomda és Kiadó Kft. Budapest. 10–45.
- Birkás, M.* (szerk.) (2006): Földművelés és földhasználat. Mezőgazda Kiadó. Budapest.
- Brandt, S. A.* (1992): Zero vs. Conventional tillage and their effects on crop yield and soil moisture. *Can. J. Plant Sci.* **72**, 679–688.
- Cociu, A. I.* (2011): Soil properties, winter wheat yield, its components and economic efficiency when different tillage different tillage systems are applied. *Romanian Agricultural Research*, **28**, 121–130.
- Czyz, E. A. – Dexter, A. R.* (2008): Soil physical properties under winter wheat grown with different tillage systems at selected locations. *International Agrophysics*. **22**, 191–200.
- Daróczy S. – Lelkes J.* (1999): A szarvasi PENETRONIK talajvizsgáló nyomószonda alkalmazása. *Gyakorlati Agrofórum*. **10**, (7) 16–18.
- Dickey, E. C. – Jasa, P. J. – Shelton, D. P.* (1991): A Conservation Tillage Educational Program. *Journal of Agronomic Education*, **20**, 102–107.
- Dickey, E. C. – Jasa, P. J. – Grisso, R. D.* (1994): Long Term Tillage Effects on Grain Yield and Soil Properties in a Soybean/Grain Sorghum Rotation, *Journal of Production Agriculture*. **7**, 465–470.
- Farkas Cs.* (2004): A művelés és a talajállapot hatása a talaj nedvességforgalmára. In *Birkás M. – Gyuricza Cs.*: (szerk.) Talajhasználat–Műveléshatás–Talajnedvesség. Quality-Press Nyomda és Kiadó Kft. Budapest. 61–81.
- Földesi P. – Gyuricza Cs.* (2011a): A talaj agronómiai szerkezetének vizsgálata szántóföldi körülmények között. *Tájékológiai Lapok* **9**, (1) 191–201.
- Földesi P. – Gyuricza Cs.* (2011b): A survey on the soil penetration resistance and soil moisture content in field experiments. *Acta Agronomica Hungarica* **59**, (4) 349–359.
- Földesi P. – Gyuricza Cs.* (2012): Talajállapot-vizsgálatok értékelése szántóföldi kísérletekben. *Növénytermelés* (in press).
- Gyuricza Cs. – Farkas Cs. – Baráth Cs-né – Birkás M. – Murányi A.* (1998): A penetrációs ellenállás vizsgálata talajművelési tartamkísérletben gödöllői barna erdőtalajon. *Növénytermelés*, **47**, (2) 199–212.
- Gyuricza Cs.* (2000): Az értékőrző és hagyományos talajművelés egyes fizikai és biológiai hatásainak értékelése. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő.
- Gyuricza Cs.* (2001): A szántóföldi talajhasználat környezetvédelmi vonatkozásai. In *Gyuricza Cs. – Birkás M. – Percze A. – Schmidt R. – Vincze M.* (2001): A szántóföldi talajhasználat alapjai, Akaprint Nyomdaipari Kft. Budapest. 175–180.
- Hill, R. L. – Cruse, R. M.* (1985): Tillage effects on bulk density and soil strength of two Mollisols. *Soil Science Society of America Journal*, **49**, 1270–1273.
- Husnjak, S. – Filipovic, D. – Kosutic, S.* (2002): Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. *ROSTLINNÁ VÝROBA*. **48**, (6) 249–254.

- Huzsvai L. – Rátonyi T. – Nagy J. – Megyes A.* (2003): A talajkímélő művelés hatása a talaj fizikai tulajdonságaira és a szervesanyag-körforgalmára. Debreceni Agrártudományi Közlemények – Acta Agraria Debreceniensis **12**, 42–45.
- Jasa, P. J. – Grisso, R. D. – Hunter, C. C. – Dickey, E. C.* (1999): Conservation Tillage Influences on Grain Yield in a Dryland Soybean/Grain Sorghum Rotation. ASAE/CSAE-SCGR Annual International Meeting, 15 pp.
- László P.* (2007): A direktvetéses és bakhátas gazdálkodási rendszerek hatása a talaj fizikai és biológiai állapotára. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő.
- Kladivko, E. J. – Griffith, D. R. – Mannering, J. V.* (1986): Soil and Tillage Research. **8**, 277–287. Conservation tillage effects on soil properties and yield of corn and soya beans in Indiana.
- Mikó P.* (2009): A zöldtrágyázás talajállapotra és útóveteményre gyakorolt hatásainak vizsgálata. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő.
- Pepó P.* (2004): Őszi búza tápanyagellátása a Hajdúságban. MTA doktori értekezés. Budapest.
- Percze A.* (2002): A művelési rendszerek hatása a talajállapotra és a gyomosodásra őszi búzában. Doktori (PhD) értekezés. Gödöllő.
- Rátonyi T.* (1999): A talaj fizikai állapotának penetrométeres vizsgálata talajművelési tartamkísérletben. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen.
- Schwab, E. B. – Reeves, D. W. – Burmester, C. H. – Raper, R. L.* (2002): Conservation Tillage Systems for Cotton in the Tennessee Valley. Soil Science Society of America Journal. **66**, 569–577.
- Stefanovits P.* (1992): Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Sváb J.* (1981): Biometria módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest.
- Turtola, E. – Alakukku, L. – Uusitalo, R. – Kaseva, A.* (2007): Surface runoff, subsurface drainflow and soil erosion as affected by tillage in a clayey Finnish soil. Agricultural and food science. **16**, 332–351.
- Uri, N. D.* (1999): Conservation tillage in U.S. agriculture, 130 p.
- Várallyay Gy.* (2010): Talajdegradációs folyamatok és szélsőséges vízháztartási helyzetek, a környezeti állapot meghatározó tényezői, KLÍMA-21 FÜZETEK **62**, 4–28.

Address of the authors – A szerzők levélcíme:

FÖLDESI Petra – GYURICZA Csaba
Szent István University
Institute of Crop Production
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.
E-mail: foldesipetra@gmail.com
gyuricza.csaba@mkk.szie.hu



Contribution to Mn bioavailability assessment in characteristic soil types via E-value determinations

TATIANA GABLOVIČOVÁ – GABRIELA NÁDASKÁ – JURAJ LESNÝ

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

SUMMARY

The paper intends to support the more dependable assessment of bioavailable manganese portion in soils via widening the conventional methods by application of isotope exchange. Seven samples representing three Slovak soil types were investigated. In equilibration process Ca(II) and Sr(II) while for isotope exchange the radioisotope ^{54}Mn in form of $^{54}\text{MnCl}_2$ were utilized. The results of E-value determinations showed significant divergences in soil types as well in their different horizons. Both the equilibration with Ca(II) and the equilibration with Sr(II) brought the highest E-values for Calcic Phaenozem followed by sharply lower ones for Haplic Cambisol and negligible E-values for Haplic Arenosol. The comparison of the relevant E-values for horizons A, B and C showed an unambiguous decrease with the soil depth. At the same time for the exchangeable manganese fraction of the total manganese content ($F_{\text{Mn}} = \text{Mn}_E/\text{Mn}_{\text{total}}$) a similar dependence was observable. In Calcic Phaenozem, equilibrated with Ca(II), we determined for horizons A, B and C as much as $600.0 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0.75$), $288.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0.41$) and $228.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0.38$) exchangeable Mn respectively. In the same soil samples the equilibration with Sr(II) resulted in more or less indistinctive changes. The E-values for horizon A of Haplic Arenosol gained by Ca(II) equilibration $3.7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0.04$) and by Sr(II) equilibration $9.4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0.09$). The lowest exchangeable manganese fraction was determined in horizons A, B and C of Haplic Cambisol, where the Ca(II) equilibration resulted in $26.9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0.07$), $10.8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0.03$) and $8.6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0.03$) respectively, while the Sr(II) equilibration resulted in a not fundamental but cognisable increase of both the extractable manganese amounts and the relevant Mn_E values.

Keywords: manganese, E-value, equilibration, bioavailable fraction.

INTRODUCTION

For assessment of bioavailable amounts of mostly metallic soil constituents – beside conventional methods including a wide spectra of simultaneous and sequential extractions – a number of sophisticated principles have been proposed. Among them the application of radioisotopes (more recently stable isotopes) enabled the development of a promising group of specific analytical methods based on isotopic exchange. The relevant methods are in some extent analogous as the principle of isotope dilution analysis (*Hamon et al.* 2002, *Bakkaus et. al.* 2008, *Gäbler et al.* 2007). Most known from this method group is that one which put to use of isotopic exchange between a sequentially mixed in amount of appropriate isotopic indicator (of negligible chemical concentration) and the relevant elemental constituent in investigated soil sample. The method leads to determination of the isotopically exchangeable soil component – the E-value (*Goldberg and Smith* 1984, 1985). The analytical cycle includes a specific sequence of steps. After an effective contact of the soil sample with ions of a chosen alkaline earth metal (mostly Ca^{2+}), e.g. after an adequate equilibration, the isotopic indicator (radioactive or stable) is added to the soil/solution suspension. The contact of the phases is then continued and in chosen time periods the count rate (in case of stable isotopic indication the concentration of the stable indicator) of the solution is measured. After the count rate (the concentration of the exchangeable stable indicator) becomes time constant – the E-value is calculated. Some of the methods proposed for determination of bioavailable fraction of soil constituents make use of the corresponding principle utilizing plants as a specific sort of separation reagents (*Lesný et al.* 2005). Another particular method has been proposed and tested for purpose of some soil component's labile fraction determination, named L-value. The relevant methods represent some biological assessment concerning mainly metallic soil constituents leading to labile (for plants available) fractions of the investigated component. As by determination of E-value both radioactive and stable indicators are applicable. After an adequate labeling of the soil sample with an appropriate isotope the cultivation of chosen plants is accomplished (as a rule from seeds). Then the total soil component as well as its isotopic fraction in plant tissue is determined and the L-value is calculated (*Midwood* 2007). Up to now published papers reveal, that the gained E- and L-values – representing more or less conformable fraction of investigated soil constituents – belong to useful data helping to improve the characterization of soils and to objectification of their fortification modes. Critical valuation of the relevant results implies that in the vast majority the L-values are higher in comparison with E-values. This knowledge is apparently related to the fact, that the changes in soil composition (first and foremost in the rhizosphere), caused by the living organisms, may significantly modify (increase) the bioavailability of the related soil constituents. However, there are also E- and L-value relations of opposite character, namely those, where due to a broad range of complex chemical and biological processes, the labile pool of the investigated soil constituent is of lower concentration in comparison with the exchangeable one (*Tongtavee et al.* 2005).

Manganese in soils is present in a variety of its chemical forms. It stands for one of the major essential element of soils and together with a number of other metallic and nonmetallic

elements, especially Zn, Cu and Se, at the same time also belongs to potentially toxic ones (Römheld and Marschner 1991). Data concerning the abundance of Mn in the earth's crust differ significantly in the range from 0.053 wt. % to 0.14 wt. %. In upper continental crust the most reliable value of manganese concentration is usually considered to be 0.06 wt. % (Taylor and McLennan 1985). Nevertheless, manganese is a biogenic element, having a broad range of physiological functions. Its deficiency in human's nutrition can lead to several dysfunctions including the ones of the central nervous system. Manganese plays an important role in tissue and bone production as well as in metabolism of saccharides and lipids (Crossgrove and Zheng 2004). General information related to recent knowledge concerned to manganese chemical species, their toxicity and their chemical analysis is to found in our previous publication (Nádaská *et al.* 2010).

MATERIALS AND METHODS

Soil samples and their essential properties

Seven soil samples showing a wide range of physical and chemical properties were chosen for this study. The investigated samples were obtained by own sampling and represented three important soil types of Slovakia, namely Calcic Phaenzem (Siltic) (Jaslovské Bohunice), Haplic Arenosol (Borský Mikuláš) and Haplic Cambisol (Dystric) (Sihla). The related sampling sites are shown in *Figure 1*. and the most important characteristics of the studied samples are depicted in *Table 1*.



Figure 1. Sampling sites of investigated soils

Table 1. Important characteristics of studied soil samples

Sampling site	Horizon	Signin text	Co-ordinates	Classification	pH		CEC meq/100 g	CaCO ₃ (%)
					H ₂ O	KCl		
Jaslovské Bohunice	horizon A (0–20 cm)	JB A	E Long: 17° 64' 20'' N Lat: 48° 47' 02''	Calcic Phaenzem	8.30	7.53	18.05	0.7
Jaslovské Bohunice	horizon B (35–45 cm)	JB B	E Long: 17° 64' 20'' N Lat: 48° 47' 02''	Calcic Phaenzem	8.58	7.80	16.61	2.75
Jaslovské Bohunice	horizon C (≥ 50 cm)	JB C	E Long: 17° 64' 20'' N Lat: 48° 47' 02''	Calcic Phaenzem	8.92	8.34	14.45	14.8
Borský Mikuláš	horizon A (0–15 cm)	BM	E Long: 17° 19' 02'' N Lat: 48° 62' 04''	Haplic Arenosol	6.83	5.93	5.95	0.45
Sihla	horizon A (0–15 cm)	SH A	E Long: 19° 65' 28'' N Lat: 48° 65' 41''	Haplic Cambisol	4.6	3.8	10.99	0.5
Sihla	horizon B (15–25 cm)	SH B	E Long: 19° 65' 28'' N Lat: 48° 65' 41''	Haplic Cambisol	4.7	4.0	6.67	0.5
Sihla	horizon C (≥ 50 cm)	SH C	E Long: 19° 65' 28'' N Lat: 48° 65' 41''	Haplic Cambisol	4.7	4.2	8.11	0.5

Preparation of samples

The samples were gathered (gained) by self made field sampling. The relevant samples were air dried, the plant residues were removed and after homogenization and sieving (2 mm) the soil samples were stored at a sufficiently dark and dry place.

Table 2. Concentrations of elemental constituents of the investigated soil samples (RFA)

Sample Element	Total concentration of elements (mg · kg ⁻¹)						
	JB A	JB B	JB C	BM	SH A	SH B	SH C
As	11	10	7	< 2	6	5	3
Ba	449	436	346	288	810	818	803
Br	8	11	10	< 2	5	4	6
Ca	1000	104000	260000	9000	5000	5000	5000
Cd	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2
Ce	88	82	68	< 10	58	5	61
Cr	101	98	76	7	23	21	18
Cs	10	4	3	< 3	8	10	5
Cu	24	21	16	< 5	6	8	6
Fe	3000	2900	2300	2000	2100	2100	2200
Ga	13	13	11	< 3	21	24	24
La	53	43	33	< 10	33	32	34
Mg	3000	14000	12000	10000	7000	7000	6000
Mn	800	700	600	100	400	400	300
Nb	16	16	12	< 2	11	11	12
Ni	42	47	31	5	13	9	7
Pb	25	21	17	12	40	40	33
Rb	105	101	74	42	110	114	111
Se	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Sn	3	3	2	< 2	4	5	4
Sr	103	115	171	47	220	229	222
Th	11	10	6	< 3	9	9	12
V	85	80	68	6	52	55	53
W	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
Y	34	32	27	4	11	11	11
Zn	75	70	54	12	59	61	54
Zr	428	408	320	51	186	193	203

Determination of elemental soil constituents: Total concentrations of 27 chosen elements including manganese were determined by RFA using the high performance X-ray fluorescence spectrometer X-LAB 2000, SPECTRO, Germany. The results of the relevant determinations are shown in *Table 2*.

E-value determinations

The quantification of isotopically exchangeable manganese content of soils were accomplished by two slightly modified procedures based on *Goldberg and Smith* (1984). The applied modifications differed regarding the chosen modes of equilibration. Namely, for displacement of soil manganese in process of inter-elemental exchange two alkaline earth metal cations of the same concentration and volume – Ca(II) in form of CaCl₂ and Sr(II) in form of SrCl₂ – were chosen. To 2.5 g soil samples placed in tight 120 cm³ volume PE vessels 50 cm³ 0.05 mol · dm⁻³ of above mentioned reagents (both analytical grade, Sigma Aldrich, Germany) were added. In order to minimize the microbiological activity to all vessels 0.1 cm³ of chloroform was added as well. For reaching an adequate degree of chemical equilibration the shaking was maintained for 5 days (*Goldberg and Smith* 1984, 1985). To achieve sufficient aeration, the vessels were opened daily for several minutes. The equilibration was carried out at 20±2 °C and at shaking frequency 150 min⁻¹ using the orbital shaker Multi-Shaker PSU20, BIOSAN, Lithuania. After the expected completion of equilibration the manganese concentrations in the related supernatants gained by centrifugation (5 minutes at RCF = 1789 g) were determined by galvanostatic stripping chronopotentiometry using EcaFlow model GLP 150, ISTRAN Ltd., Slovakia. These values were assigned to be the neutral salt extractable Mn concentrations – generally representing an important value of manganese mobility in the investigated soils. The afforecited manganese concentrations – much like as the manganese contents in the remaining solid phases – were considered to be constant for the subsequent isotopic exchange processes. After reaching the estimated quasi equilibrium state an aqueous solution of ⁵⁴MnCl₂ of both negligible volume and negligible chemical concentration was added while the shaking was immediately continued. At defined time intervals the shaking was interrupted, 5 cm³ of the correspondent suspensions were centrifuged and the count rate of 3 cm³ of the solid-free solutions were measured applying the gamma spectrometric detection assembly composed of the NaI(Tl) well type scintillation detector 76BP76/3 SCIONIX, Netherlands, operated by the data processing software ScintiVision-32, ORTEC, USA. After detection of the count rates, the related aliquots were returned to studied mixtures and the shaking was resumed. This process was repeated until the isotopic exchange equilibrium was observed manifested by a negligible time dependence of the measured count rates. All measurements were accomplished with four replicate samples. The quantities of the isotopically exchangeable Mn in the investigated soil samples (Mn_E) were calculated using equation (1):

$$\text{Mn}_E = \frac{\text{amount of Mn in soil extract / soil weight}}{\text{fraction of } ^{54}\text{Mn in extract}} \quad (1)$$

Applied radioindicator

The isotopic exchange experiments were accomplished applying ^{54}Mn in the form of $^{54}\text{MnCl}_2$ etalon (specific activity $3,563 \text{ MBq} \cdot \text{g}^{-1}$, chemical concentration $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ MnCl_2 in 3 g dm^{-3} HCl) obtained from the Czech Institute of Metrology, Prague (Czech Republic).

RESULTS AND DISCUSSION

In order to carry out the determinations of E-values characterizing the investigated soil samples we accomplished the isotopic exchange experiments described in the previous chapter. *Figure 2.* shows the time dependence of supernatant's count rates using CaCl_2 as equilibration solution for neutral (BM) and acidic (SH A, SH B, SH C) samples and *Figure 3.* the same dependence for basic (JB A, JB B, JB C) ones. *Figure 4.* demonstrates the time dependence of supernatant's count rates using the SrCl_2 -modification of the equilibration procedure for the neutral and acidic samples (BM, SH A, SH B and SH C) while *Figure 5.* describes the analogous dependence for the basic ones (JB A, JB B and JB C). The summarization of our experimental results and the efforts towards their critical assessment may lead to the next generalizations:

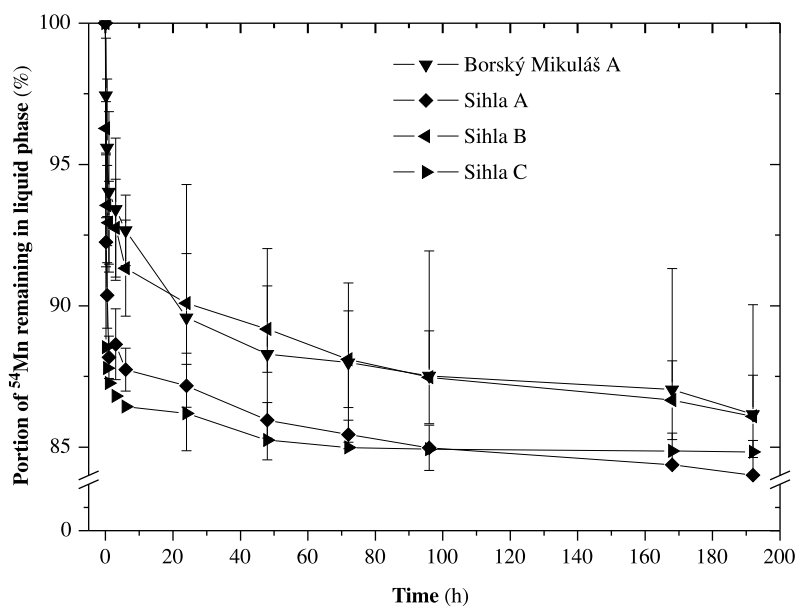


Figure 2. Portion of ^{54}Mn in the liquid phase as a function of contact time for neutral (BM A) and acidic (SH A, SH B, SH C) soil samples applying CaCl_2 type of equilibration

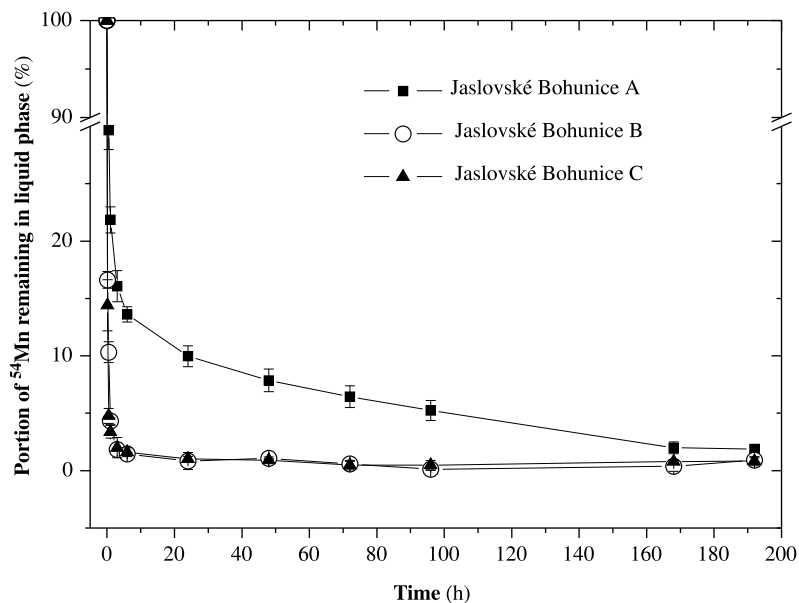


Figure 3. Portion of ^{54}Mn in the liquid phase as a function of contact time for basic soil samples (JB A, JB B, JB C) applying CaCl_2 type of equilibration

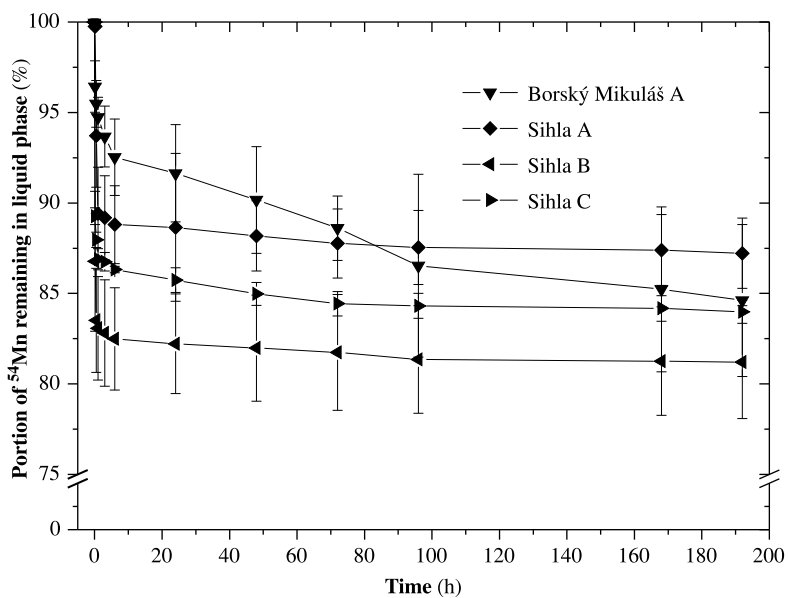


Figure 4. Portion of ^{54}Mn in the liquid phase as a function of contact time for neutral (BM A) and acidic (SH A, SH B, SH C) soil samples applying SrCl_2 type of equilibration

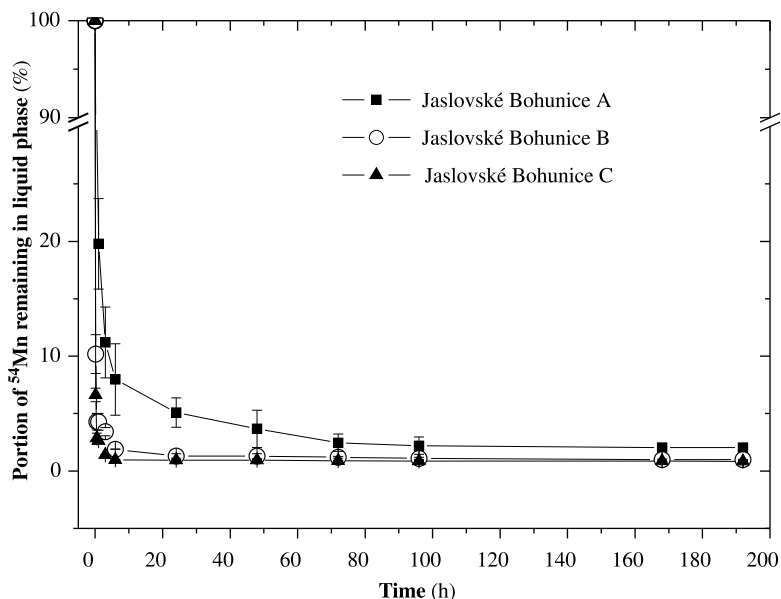


Figure 5. Portion of ^{54}Mn in the liquid phase as a function of contact time for basic soil samples (JB A, JB B, JB C) applying SrCl_2 type of equilibration

The quasi equilibrium state, i.e. the quasi stable isotopic composition of liquid/solid phases of the studied suspensions was reached for different soil samples in significantly different times. This judgement is valid for experiments accomplished with both, same sample using different equilibration reagents (CaCl_2 and SrCl_2) and different soil samples using the same equilibration reagent. Taking in account the equal experimental conditions (temperature, granularity, reagent concentrations, liquid/solid phase ratio) the different contact times required for reaching quasi equilibrium are due to different kinetic parameters of studied isotope exchange.

The contact time required for reaching the apparent isotope exchange equilibrium was the highest for the basic soil sample JB A applying CaCl_2 as equilibration solution, namely it made up to 160 hours, whereas the time observed for the same sample applying SrCl_2 was as much as 100 hours. Comparing the above stated results with the ones concerning the deeper lying horizons – JB B and JB C – we may ascertain, that applying both of the pertinent equilibration solutions the apparent isotope exchange equilibrium was reached virtually immediately. For the neutral soil sample (BM) the observed isotope exchange contact time varied from ~50 hours applying CaCl_2 to ~100 hours applying SrCl_2 . Although all of the studied horizons of the investigated acidic soil type (SH A, SH B, SH C) applying both of the utilized equilibration solutions – in comparison with horizon A of the basic soil type (JB A) – showed lower contact time requirement for apparent isotope exchange, at the same time they showed significantly higher time demand in comparison with the deeper lying horizons of the basic soil samples (JB B and JB C). However, it is worthwhile to mention that our experimental measurements do not allow reliable quantifications of

these data, which in general shows a higher time requirement for the CaCl_2 equilibration (50–60 hours) in comparison with the SrCl_2 one (20–30 hours).

A widened series of obtained results applying CaCl_2 and SrCl_2 respectively are shown in *Table 3.* and *Table 4.* The corresponding tables intend to characterize the investigated soil samples by a specific data set chosen for preferable approximation of bioavailable soil manganese assessment.

Assessing the response of applied equilibration reagents there is an observable increase of extractable manganese content by all investigated samples using SrCl_2 in comparison with CaCl_2 . Our results confirm the generally accepted experience concerning the effect of pH on the manganese extraction, namely the fact that more acidic soils show higher alkali earth metal extractable manganese portions. At the same time we ascertained an inverse dependence regarding the effect of pH on the $\text{Mn}_E/\text{Mn}_{\text{total}}$ ratio. Our measurements led by both equilibration reagents to an unambiguous decrease of the $\text{Mn}_E/\text{Mn}_{\text{total}}$ ratio with increasing soil acidity. Along with the above stated relation the depicted $\text{Mn}_E/\text{Mn}_{\text{total}}$ ratio decreases with the depth of the soil horizon as well as with the decrease of the cation exchange capacity of particular samples.

Table 3. Partial summarization of analytical results related to all investigated soil samples after equilibration with CaCl_2

Soil	JB A	JB B	JB C	BM A	SH A	SH B	SH C
Mn_E ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	600.0±75.9	288.9±65.2	228.9±110.9	3.7±0.4	26.9±1.3	10.8±0.5	8.6±0.8
Mn_{total} ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	800.0±64.0	700.0±56.0	600.0±48.0	100.0±8.0	400.0±32.0	400.0±32.0	300.0±24.0
MnCaCl_2 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	11.4±0.8	2.6±0.1	1.9±0.1	3.2±0.3	22.7±1.1	9.4±0.4	7.3±0.7
$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	8.3	8.6	8.9	6.8	4.6	4.7	4.8
$\text{Mn}_E/\text{MnCaCl}_2$	52.6±7.6	111.1±25.4	120.5±58.7	1.2±0.2	1.2±0.1	1.1±0.1	1.2±0.2
$\text{Mn}_E/\text{Mn}_{\text{total}}$ (%)	75.0±11.2	41.3±9.9	38.2±18.7	3.7±0.5	6.7±0.6	2. ±0.2	2.9±0.4
$\text{MnCaCl}_2/\text{Mn}_{\text{total}}$ (%)	1.4±0.2	0.4±3.3	0.3±3.0	3.2±0.4	5.7±0.5	2.35±0.2	2.4±0.3
Residual ^{54}Mn portion in liquid phase (%)	1.9±0.2	0.9±0.2	0.8±0.4	86.2±3.9	84.1±1.2	86.1±1.5	84.8±0.51

Table 4. Partial summarization of analytical results related to all investigated soil samples after equilibration with SrCl_2

Soil	JB A	JB B	JB C	BM A	SH A	SH B	SH C
Mn_E ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	552.3±62.9	425.0±121.9	225.0±20.5	9.4±0.8	39.7±1.1	28.1±1.5	24.4±0.9
Mn_{total} ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	800.0±64.0	700.0±56.0	600.0±48.0	100.0±8.0	400.0±32.0	400.0±32.0	300.0±24.0
MnSrCl_2 ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)	11.6±1.2	5.1±1.4	2.7±0.1	8.0±0.5	34.6±0.5	22.8±0.8	20.5±0.7
$\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$	8.3	8.6	8.9	6.8	4.6	4.7	4.8
$\text{Mn}_E/\text{MnSrCl}_2$	47.6±7.3	83.3±33.1	83.3±8.2	0.3±0.1	1.1±0.1	1.2±0.1	1.2±0.1
$\text{Mn}_E/\text{Mn}_{\text{total}}$ (%)	69.0±9.6	60.7±18.1	37.5±4.5	9.4±1.1	9.9±0.8	7.0±0.7	8.1±0.7
$\text{MnSrCl}_2/\text{Mn}_{\text{total}}$ (%)	1.5±0.2	0.7±0.2	0.5±3.9	8.0±0.8	8.7±0.7	5.7±0.5	6.8±0.6
Residual ^{54}Mn portion in liquid phase (%)	2.1±0.1	1.2±0.1	1.2±0.1	85.2±4.2	87.2±1.9	81.2±3.1	83.9±1.6

CONCLUSIONS

For assessment of biologically available soil manganese isotopically exchangeable manganese concentrations were determined in seven soil samples representing three characteristic Slovak soil types. Reliable estimation of bioavailable soil constituents belong to cumbersome and scarcely accomplishable analytical problems. Nevertheless, the relevant data are widely required not only by agronomists and paedologists but in rising extent for needs of rapidly developing technologies belonging to phytoremediation. Among frequently discussed and rather convenient experimental methods simultaneous and sequential extractions belong to the most suitable ones but unfortunately no method fulfilled the demanding expectations up to now. Our results may contribute to handle the relevant group of problems by following summarizations:

- The quantification of Ca(II) and Sr(II) extractable soil manganese according to our results leads to generally negligible differences and does not allow significant objectification of bioavailability.
- While analysing basic soil samples, we found distinguished differences (up to two orders) between Mn_E values and $CaCl_2$ ($SrCl_2$) extractable Mn, the relevant differences found by neutral and acidic soil samples are relatively low (not exceeding units of percents).
- While the increasing carbonate content of the investigated samples led to decrease of their Ca(II) and Sr(II) extractable soil manganese, the effect of soil carbonate content on the relevant E-values is less clear.
- While more acidic soils show higher alkali earth metal extractable manganese portions (Mn_{CaCl_2}/Mn_{total} or Mn_{SrCl_2}/Mn_{total}) in comparison with the neutral and basic ones, we ascertained an inverse dependence regarding the effect of pH on the Mn_E/Mn_{total} ratio.
- The measurements confirmed a significant decrease of the Mn_E/Mn_{total} ratio with increasing soil acidity and its decrease with the depth of the soil horizon.
- The decrease of CEC value of investigated soil samples led to decrease of their Mn_E/Mn_{total} ratio.

E-érték meghatározása néhány talajtípus biológiailag hozzáférhető Mn-tartalmának megismeréséhez

TATIANA GABLOVIČOVÁ – GABRIELA NÁDASKÁ – JURAJ LESNÝ

Szt. Cirill és Metód Egyetem
Természettudományi Kar
Trnava, Szlovákia

ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozat a hagyományos analitikai lehetőségek kibővítésével igyekszik a talajok biológiailag hozzáférhető mangántartalmának megbízhatóbb felméréséhez hozzájárulni. A vizsgálatok izotópcseré módszer alkalmazásával történtek. Három szlovákiai talajtípust képviselő, összesen hét talajminta került vizsgálat alá. A talajokban található mangán extrakciójához (az egyensúlyozáshoz) kalcium-kloridot, illetve stroncium-kloridot, az izotóp cseréhez ^{54}Mn -nal jelölt mangán(II)kloridot alkalmaztunk. Az egyes talajtípusok, úgymint az egyes horizontok általunk meghatározott E-értékei, jelentős különbségeket mutattak. Míg a legmagasabb E-értékeket mindkét extrahálószer alkalmazásánál (CaCl_2 és SrCl_2) a bázikus Calcic Phaenzem típusú talajnál érték el, a savanyú jellegű Haplic Cambisol jelentősen alacsonyabb és a semleges Haplic Arenosol elhanyagolhatóan alacsony E-értékeket mutattak. Az egyes A-, B- és C-horizontokat képviselő minták E-értékei a mélységgel egyértelműen csökkentek. Az izotóposan cserélhető mangántartalom része ($F_{\text{Mn}} = \text{Mn}_E/\text{Mn}_{\text{total}}$) a mélységgel való változása hasonló függést mutatott. A Calcic Phaenzem típusú talaj A-, B-, illetve C-horizontjaiban, kalcium-kloriddal való extrahálást alkalmazva, $600,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0,75$), $288,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0,41$), illetve $228,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0,38$) izotóposan cserélhető mangánt határoztunk meg. Az azonos mintákban stroncium-kloridot mint extrahálószer alkalmazva az E-értékek csak jelentéktelen különbségekhez vezettek. A Haplic Arenosol A-horizontját illető E-érték, kalcium-kloriddal való mangán extrakció után, $3,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0,04$) volt, míg az alternatív módon extrahálószerrel, stroncium-kloriddal való mangán extrakció után, ez az érték növekvést mutatott ($\text{Mn}_E = 9,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$; $F_{\text{Mn}} = 0,09$). A legalacsonyabb izotóposan cserélhető mangántartalom részt (F_{Mn}) a Haplic Cambisol talajtípus A-, B-, illetve C-horizontoknál érték el. Kalcium-kloridot alkalmazva a következő Mn_E értékeket kaptuk: A-horizonton $\text{Mn}_E = 26,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0,07$), B-horizonton $\text{Mn}_E = 10,8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0,03$) és C-horizonton $\text{Mn}_E = 8,6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ($F_{\text{Mn}} = 0,03$). Stroncium-kloridot alkalmazva az illető Mn_E -értékek, úgymint a stronciummal extrahálható mangán mennyisége is megfigyelhető mértékű növekvést mutattak. **Kulcsszavak:** mangán, E-érték, egyensúlyozás, biológiailag hozzáférhető frakció.

REFERENCES

- Bakkaus, E. – Collins, R. N. – Morel, J. L. – Gouget, B.* (2008): Potential phytoavailability of antropogenic cobalt in soils as measured by isotope dilution techniques. *Science of the Total Environment*, **46**, 108–115.
- Crossgrove, J. – Zheng, G. W.* (2004): Manganese toxicity upon overexposure. *NMR Biomedicine*, **17**, 544–553.
- Gäbler, H. E. – Bahrm A. – Heidkamp, A. – Uterman, J.* (2007): Enriched stable isotopes for determining the isotopically exchangeable element content in soil. *European Journal of Soil Science*, **58**, 746–757.
- 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.
- Hamon, R. E. – Bertrand, I. – McLaughlin, M. J.* (2002): Use and abuse of isotopic exchange data in soil chemistry. *Australian Journal of Soil Research*, **40**, 1371–1381.
- Lesný, J. – Krajňáková, M. – Pipiška, M. – Augustín, J.* (2005): Extraction procedure choice proposal for determination of bioavailable fraction of metals in soils. *Acta Agronomica Óváriensis*, **47**, (1), 75–80.
- Midwood, A. J.* (2007): *Stable Isotope Methods for Estimating the Labile Metal Content of Soils. Phytoremediation, Methods and Reviews*, Neil Willey. Bristol: University of the West of England, 149–159.
- Nádaská, G. – Lesný, J. – Michalík, I.* (2010): Environmental aspect of manganese chemistry. *Hungarian Journal of Sciences*, ENV-100702-A, 1–16.
- Römheld, V. – Marschner, H.* (1991): *Function of micronutrients in plants*. SSSA, Madison, WI, USA.
- Taylor, S. R. – McLennan, S. M.* (1985): *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell, Blackwell Scientific, Oxford.
- Tongtavee, N. – Shiwatana, J. – McLaren, R. G. – Gray, C. W.* (2005): Assessment of lead availability in centaminated soil using isotope dilution techniques. *Science of the Total Environment*, **348**, 244–256.

Address of the authors – A szerzők levélcíme:

Tatiana GABLOVIČOVÁ
Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave
Fakulta prírodných vied
J. Herdu 2
917 01 Trnava
E-mail: gablovicova.tatiana@gmail.com



Induction of callus from leaves and stems of *Trigonella foenum-graecum* varieties

HANNA O. LOHVINA¹ – SÁNDOR MAKAI² – TATYANA I. DITCHENKO¹ –
VLADIMIR N. RESHETNIKOV³ – ELENA V. SPIRIDOVICH³ – VLADIMIR M. YURIN¹

¹ Belarusian State University
Faculty of Biology
Minsk

² University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

³ Central Botanical Garden of the NAS of Belarus
Minsk

SUMMARY

Trigonella foenum-graecum L. (fenugreek) plants are widely used in medicine. *In vitro* cultivation of this species has the potential for a number of biotechnological applications, such as steroid sapogenin and diosgenin production. The aim of this study was to generate fenugreek cell cultures and optimise chemical and physical factors regulating their growth *in vitro*. Leaf and stem-originated calli from "spring-summer" and "winter" fenugreek varieties were obtained and their growth kinetics were determined and analysed. The presence of 2,4-D, kinetin and IAA ("three hormone system") were found to be essential for maintaining a high rate of fenugreek callus induction. Stem explants generally provided higher callus induction rate than leaf explants. Biomass accumulation in tested fenugreek varieties depended on specific combination of 2,4-D, kinetin and IAA that increased with sucrose levels and decreased under illumination. As a result, we have developed protocols for initiation, subcultivation and long-term maintenance of fenugreek cultures, which have a great potential for industrial production of fenugreek-based drugs.

Keywords: fenugreek, *Trigonella foenum-graecum*, plant cultures *in vitro*, callus induction, callus growth, phytohormones, sucrose, light.

INTRODUCTION

Trigonella foenum-graecum L. (*T. foenum-graecum*) is a medicinal plant whose seed and leaf extracts demonstrate pronounced antidiabetic (Phadnis *et al.* 2011, Jefferson 1999),

anticarcinogenic (Shabbeer *et al.* 2009, Sur *et al.* 2001), antihypertensive (Balaraman *et al.* 2006), hepatoprotective (Kaviarasan *et al.* 2007), immunomodulating (Bilal *et al.* 2003) and other therapeutic effects. Fenugreek pharmacological activity is related to a number of alkaloids, phenolics, proteins, amino acids, mucilaginous fibres, vitamins and steroid sapogenins (Barnes *et al.* 2007, Basch *et al.* 2003).

Diosgenin is one of the most important sapogenins from *T. foenum-graecum*, which is used as a substrate for approximately 60% of steroid, hormone and cortisone syntheses in pharmaceutical industry worldwide (Acharya *et al.* 2010, Randhir *et al.* 2004). Diosgenin has been found to be a strong antitumor agent (Jayadev *et al.* 2004, Shabbeer *et al.* 2009). It also showed estrogen-like action on mammary glands and can be involved in the control of cholesterol metabolism (De and De 2011). There is considerable commercial interest in the cultivation of fenugreek as a diosgenin-containing plant and in the increase of the sapogenin content in this plant to minimise the cost of diosgenin-based drug production. An alternative approach will be the development and optimisation of procedures for the cell cultures of *T. foenum-graecum*, which can provide industrialists with cheap and abundant fenugreek-derived material. Cell culture techniques are very convenient because they allow the production of commercially valuable substances *in vitro* (independently of agricultural seasons) and solve numerous problems arising from field cultivation, such as inadequate extraction and purification. Moreover, routine optimisation of cultivation conditions for cell culture can potentially increase the content of diosgenin in the plant material (Chawla 2002, Endreb 1994). This additionally decreases the costs of the production of this substance. The aim of this study was to initiate and optimise (by altering growth conditions and concentrations of growth regulators) the fenugreek calli in order to increase its growth rate. Leaf and stem-originated cultures from two fenugreek varieties have been obtained and their kinetics have been determined and analysed. As a result, we have developed new efficient protocols for initiation, subcultivation and long-term maintenance of *T. foenum-graecum* cultures, which have a great potential for industrial diosgenin production.

MATERIALS AND METHODS

T. foenum-graecum seeds of tax. conc. "winter" cultivar (c. v. variety): PSZ.G.SZ and tax. conc. "spring-summer" cultivar (c. variety): *Ovari 4*, were from our own collection (Professor Sándor Makai). "Winter" and "spring-summer" fenugreek varieties were aseptically cultivated over 4–5 weeks. Leaf and stem fragments were excised from these plants and cultivated in medium with phytohormones to initiate callus formation (Jha and Ghosh 2005, Chawla 2002). The sterile growth medium contained full strength Murashige and Skoog medium (MS) (Muragise and Skoog 1968), 3% sucrose and 0.08% microbiology grade agar (pH 5.7–5.8 adjusted with NaOH/HCl) (Mineo 1990, Jha and Ghosh 2005). Cultivation of the explants and calli were carried out in the dark at 24.5 °C.

Phytohormones auxins and cytokinins are essential for initiation and maintenance of calli growth (Endreb 1994, Misawa 1994). However optimal auxin and cytokinin concentrations

are different for different plant species. The optimal ratio of these hormones should be determined empirically (Bhojwani and Razdan 1996). Here, the effect of hormonal treatments on callusogenesis was tested using leaf explants of "spring-summer" *T. foenum-graecum* variety. Cytokinin kinetin and auxin 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) were applied in four combinations: 1 mg l⁻¹ 2,4-D and kinetin, 1 mg l⁻¹ 2,4-D and 2 mg l⁻¹ kinetin, 2 mg l⁻¹ 2,4-D and 1 mg l⁻¹ kinetin, 2 mg l⁻¹ 2,4-D and kinetin.

To examine the efficacy of callus induction, the number of explants with callus formation per total number of explants planted was measured. Specific growth rate (SGR, g day⁻¹) and biomass doubling time (BDT, days) were determined using values of the fresh weight of callus measured on the first and last day of cultivation in the fresh medium (sub-cultivation period was 30–35 days) (Godoy-Hernández and Vázquez-Flota 2006, Mustafa et al. 2011). In all experiments, 3–4 independent replicates were tested and statistically analysed (Student's *t* test). P-values less than 0.05 were considered to be statistically significant.

RESULTS AND DISCUSSION

The initial tests were carried out with "spring-summer leaf" variety. This allowed us to find out the initial growth conditions to start the optimisation process. Tests included an examination of the effect of phytohormones (different concentrations of 2,4-D and kinetin) and the addition of IAA (2 mg l⁻¹) to media (on top of 2,4-D and kinetin) (Table 1). It has been found that all the concentrations of 2,4-D and kinetin stimulated the formation of calli (Figure 1.), with IAA inducing significant (up to 37±3%) increase in the probability of callus generation. Calli that have been cultivated in the presence of IAA ("three hormone system": 2,4-D/kinetin/IAA) demonstrated a soft friable texture in contrast to calli obtained in the presence of 2,4-D/kinetin-containing media (which had a very hard, dense structures).



Figure 1. Callus formation from "spring-summer leaf" explants of *T. foenum-graecum*

Table 1. Effect of 2 mg l⁻¹ IAA on the efficacy of callus formation from "spring-summer leaf" explants of *T. foenum-graecum*

2 mg l ⁻¹ IAA	Efficacy of callus formation (%)			
	Variant of medium			
	1	2	3	4
–	76.2±4.5	57.4±3.2	73.0±6.3	63.7±7.4
+	94.0±3.1	91.3±5.2	94.7±2.7	87.3±2.9

Values are means ± standard errors

1 – 1 mg l⁻¹ 2,4-D + 1 mg l⁻¹ kinetin; **2** – 2 mg l⁻¹ 2,4-D + 1 mg l⁻¹ kinetin;

3 – 1 mg l⁻¹ 2,4-D + 2 mg l⁻¹ kinetin; **4** – 2 mg l⁻¹ 2,4-D + 2 mg l⁻¹ kinetin

The observed "softening" of callus can be very important for the potential initiation of suspension cultures, which can only be obtained from calli with friable (loose) textures (*Chawla* 2002). Thus, this result of our study potentially has a significant biotechnological output (it can be used for developing techniques for the generation of suspension cultures). The optimal conditions ("three hormone system"), that were obtained for the "spring-summer leaf" variety have been applied to other explants ("spring-summer stem", "winter leaf" and "winter stem", respectively). Successful callus generation has also been found for these explants. All the hormone combinations induced calli (*Table 2.*). Comparison of the growth of different calli (four types: "spring-summer leaf", "spring-summer stem", "winter leaf" and "winter stem") showed that the probability of callus generation is significantly higher in the case of stem calli (98–100%). Stem calli showed a light yellow colour and "loose" texture, while calli derived from leaf explants demonstrated a brown colour and more dense texture.

Table 2. Effect of different combinations of 2,4-D and kinetin in the medium on the efficacy of *T. foenum-graecum* callus formation (%)

Variant of medium	Efficacy of callus formation (%)			
	"winter leaf"	"winter stem"	"spring-summer leaf"	"spring-summer stem"
1	90.3±5.8	98.3±1.8	94.0±3.1	97.7±2.3
2	94.7±2.7	100.0±0.0	91.3±5.2	97.7±3.3
3	88.3±2.7	97.7±2.3	94.7±2.7	100.0±0.0
4	91.0±2.0	100.0±0.0	87.3±2.9	98.0±2.0

Values are means ± standard errors

1 – 1 mg l⁻¹ 2,4-D + 1 mg l⁻¹ kinetin; **2** – 2 mg l⁻¹ 2,4-D + 1 mg l⁻¹ kinetin;

3 – 1 mg l⁻¹ 2,4-D + 2 mg l⁻¹ kinetin; **4** – 2 mg l⁻¹ 2,4-D + 2 mg l⁻¹ kinetin

Although the initial induction of calli showed a similar probability at different hormone combinations (in the "three hormone system" and with all explants), the callus growth and biomass accumulation (measured after induction) varied in calli from different origins and different hormone mixtures. Calli of "spring-summer leaf", "spring-summer stem", "winter leaf" and "winter stem" varieties demonstrated the most pronounced biomass increase in media containing 2 mg l⁻¹ 2,4-D and kinetin, 1 mg l⁻¹ 2,4-D and kinetin, 1 mg l⁻¹ 2,4-D and 2 mg l⁻¹ kinetin, 2 mg l⁻¹ 2,4-D and kinetin, respectively (*Table 3.*).

Table 3. Effect of different combinations of 2,4-D and kinetin in the medium on the growth of *T. foenum-graecum* calli

Variant of medium	"winter leaf"		"winter stem"		"spring-summer leaf"		"spring-summer stem"	
	SGR g day ⁻¹	BDT days	SGR g day ⁻¹	BDT days	SGR g day ⁻¹	BDT days	SGR g day ⁻¹	BDT days
1	0.039±0.003	18.61±1.32	0.025±0.002	27.74±1.51	0.043±0.005	18.92±2.47	0.045±0.003	15.90±1.21
2	0.029±0.003	24.84±2.51	0.029±0.002	24.24±1.64	0.043±0.009	22.81±2.98	0.018±0.001	39.64±2.54
3	0.066±0.005	11.21±0.84	0.037±0.004	21.11±2.30	0.055±0.006	14.08±1.30	0.014±0.002	52.37±6.26
4	0.032±0.002	21.93±1.24	0.060±0.007	13.04±0.94	0.062±0.007	11.69±1.16	0.022±0.004	36.80±6.67

Values are means ± standard errors

1 – 1 mg l⁻¹ 2,4-D + 1 mg l⁻¹ kinetin; 2 – 2 mg l⁻¹ 2,4-D + 1 mg l⁻¹ kinetin;

3 – 1 mg l⁻¹ 2,4-D + 2 mg l⁻¹ kinetin; 4 – 2 mg l⁻¹ 2,4-D + 2 mg l⁻¹ kinetin

The minimal and maximal biomass doubling time was found for "winter leaf" (11.21 days) and "spring-summer stem" (15.9 days).

The next stage of our work was to examine the effect of carbohydrates on the growth rate of calli ("carbohydrate optimisation stage"). Sucrose is a key component of most commercial growth media that are used for the cultivation of isolated plant cells and tissues (Chawla 2002, Bhojwani and Razdan 1996). Here, the effects of several sucrose concentrations (2, 3, 4 and 5% sucrose) were examined in media that were preliminary optimized for hormone combination (see above; Table 3.). 4% sucrose was found to be optimal for cultivation in all calli (Table 4.). In some cases, the addition of 5% sucrose resulted in a similar or lower rate of biomass increase that was probably related to osmotic stress caused by this sucrose level (Huang and Liu 2002, Farrukh and Sumaira 2008). Overall, media supplied with 4 and 5% sucrose promoted 1.5–2.4-fold increase in growth rate of calli as compared to 2 and 3% sucrose-supplemented media. According to published data, the stimulatory effect of sucrose on plant cell culture growth is associated with the increased availability of "highly energetic" organic substrate that can be directly used for anabolic reactions (Mathes et al. 1973). Sucrose has also been shown to increase the duration of the stationary phase of growth cycle, auxin production and enzyme activities of the pentose phosphate pathway (Endreb 1994).

Table 4. Effect of sucrose content in the medium on the growth of *T. foenum-graecum* calli

Sucrose content (%)	"winter leaf"		"winter stem"		"spring-summer leaf"		"spring-summer stem"	
	SGR g day ⁻¹	BDT days	SGR g day ⁻¹	BDT days	SGR g day ⁻¹	BDT days	SGR g day ⁻¹	BDT days
2	0.061±0.007	12.03±0.64	0.053±0.007	14.21±0.85	0.063±0.008	12.02±1.34	0.032±0.005	22.89±1.35
3	0.066±0.005	11.21±0.84	0.060±0.007	13.04±0.94	0.062±0.007	11.69±1.16	0.045±0.003	15.90±1.21
4	0.141±0.022	5.11±0.73	0.144±0.013	4.96±0.46	0.146±0.027	5.05±0.87	0.070±0.005	9.96±0.66
5	0.098±0.009	7.08±0.68	0.085±0.006	8.17±0.61	0.051±0.006	13.83±1.67	0.070±0.006	9.85±0.75

Values are means ± standard errors

Transferring calli to light, can have stimulatory or inhibitory effects on growth (Anasori and Ashgari 2008, George et al. 2008, Lavee and Messer 1969). Growth of stem callus of the "spring-summer" fenugreek variety does not show significant changes after transferring

to light (14 h light/10 h dark; 3000 lux), while the growth of "spring-summer leaf", "winter leaf" and "winter stem" calli decreased by 57%, 50% and 58%, respectively (Table 5). The decrease of the growth rate under illumination could be related to light-induced changes in plant cell metabolism. It can be explained by the fact that light affects metabolic processes in plant cells, such as the formation of plastid ultrastructure, synthesis of chlorophyll, plastid membrane constituents and Calvin cycle enzymes (Kasemir 1979). Another mechanism is the activation of the phytochrome signalling pathway, which can modify the mitotic activity and cell development in calli (Davidson and Yeoman 1974). Therefore cultivation media for calli with light-induced changes in metabolic state, might require an "optimisation step" for cultures growing in the presence of light.

Table 5. Effect of light on the growth of *T. foenum-graecum* calli

Light conditions	"winter leaf"		"winter stem"		"spring-summer leaf"		"spring-summer stem"	
	SGR g day ⁻¹	BDT days	SGR g day ⁻¹	BDT days	SGR g day ⁻¹	BDT days	SGR g day ⁻¹	BDT days
dark	0.141±0.022	5.11±0.73	0.144±0.013	4.96±0.46	0.146±0.027	5.05±0.87	0.070±0.005	9.96±0.66
light	0.070±0.007	10.66±0.88	0.061±0.005	12.35±1.13	0.063±0.007	11.84±1.13	0.075±0.017	9.74±0.53

Values are means ± standard errors

The following conclusions can be drawn from the present study:

1. The presence of 2,4-D, kinetin and IAA ("three hormone system") is required for the maximal rate of *T. foenum-graecum* callus induction.
2. Stem explants provided a higher callus induction rate than leaf explants.
3. Biomass accumulation in both stem and leaf-derived calli from "spring-summer" and "winter" varieties depended on the specific combination of 2,4-D, kinetin and IAA (optimal combination has been found for each variety), increased in media with higher sucrose levels (4–5%) and decreased under illumination.

A különböző görögszénafajták (*Trigonella foenum-graecum* L.) levelének és szárának sejtindukciós vizsgálata

HANNA O. LOHVINA¹ – MAKAI SÁNDOR² – TATYANA I. DITCHENKO¹ –
VLADIMIR N. RESHETNIKOV³ – ELENA V. SPIRIDOVICH³ – VLADIMIR M. YURIN¹

¹ Fehéroroszországi Állami Egyetem
Minszk, Fehéroroszország

² Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

³ Fehéroroszországi Tudományos Akadémia
Központi Botanikus kert
Minszk, Fehéroroszország

ÖSSZEFOGLALÁS

A görögszéna (*Trigonella foenum-graecum* L.) a gyógyászatban széles körben használt gyógynövény. A növény *in vitro* tenyésztésének vizsgálata számos biotechnológiai alkalmazásra ad lehetőséget, úgy mind szteroid sapogenin-, diosgeninyártás. A tanulmány célja görögszéna sejt kultúrák előállítás, valamint kémiai és fizikai jellemzők optimalizálása a kémcsövekben való növekedés céljából. Levelekből, szárból származó sejtek „tavaszi” valamint „téli” fajtákból származnak és ezek növekedési kinetikája került meghatározásra és elemzésre. A 2,4-D és kinetin IAA („három hormonrendszer”) jelenlétét állapították meg, amely nélkülözhetetlen a görögszéna kalluszindukció magas arányának fenntartásához. A szárkivonat általában magasabb kalluszindukció arányt biztosítottak, mint a levélkivonatok. A tesztelt fajtákban a biomassza-felhalmozódás 2,4-D, kinetin és IAA különböző kombinációi függvényében történt, szacharózszint növekedése, valamint megvilágítás csökkenése mellett. Ennek eredményeként, az általunk kifejlesztett módszerek alkalmazásuk másodlagos tenyésztés létrehozására és görögszénakultúrák hosszú távú fenntartására, amelyek nagy lehetőségeket rejtenek a görögszéna-alapú gyógyszerek ipari termelésében. **Kulcsszavak:** görögszéna, *Trigonella foenum-graecum*, *in vitro* növényi kultúrák, kalluszindukció, kallusznövekedés, fitohormonok, szacharóz, fény.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to express their gratitude to Dr. Vadim Demidchik (Belarusian State University) for help with manuscript editing and translation.

REFERENCES

- Acharya, S. N. – Basu, S. K. – Datta Banik, S. – Prasad, R. (2010): Genotype X environment interactions and its impact on use of medicinal plants. *The Open Nutraceuticals Journal*. **3.**, 47–54.
- Anasori, P. – Asghari, G. (2008): Effects of light and differentiation on gingerol and zingiberene production in callus culture of Zingiber officinale Rosc. *Research in Pharmaceutical Sciences*. **3.**, (1) 59–63.
- Balaraman, R. – Dangwal, S. – Mohan, M. (2006): Antihypertensive effect of *Trigonella foenum-graecum* seeds in experimentally induced hypertension in rats. *Pharmaceutical Biology*. **44.**, (8) 568–575.
- Barnes, J. – Anderson, L. A. – Philipson, J. D. (2007): Herbal medicines (3rd ed.). Pharmaceutical Press, London.
- Basch, E. – Ulbricht, C. – Kuo, G. – Szapary, P. – Smith, M. (2003): Therapeutic applications of fenugreek. *Alternative Medicine Review*. **8.**, (1) 20–27.
- Bhojwani, S. S. – Razdan, M. K. (1996): Plant tissue culture: theory and practice. Elsevier, Amsterdam.
- Bilal, B. H. – Rizwarul, H. – Suhel, P. – Suwarna, P. – Iqbal, S. – Raisuddin, S. (2003): Immunomodulatory effects of fenugreek extract in mice. *Int. Immunopharm.* **3.**, 257–265.
- Chawla, H. S. (2002): Introduction to plant biotechnology (2nd ed.). Science Publishers, Enfield.
- Davidson, A. W. – Yeoman, M. M. (1974): A Phytochrome-mediated sequence of reactions regulating cell division in developing callus cultures. *Ann Bot.* **38.**, (3) 545–554.
- De, D. – De, B. (2011): Elicitation of diosgenin production in *Trigonella foenum-graecum* L. seedlings by heavy metals and signaling molecules. *Acta Physiol Plant.* **33.**, 1585–1590.
- Endreb, R. (1994): Plant cell biotechnology. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg.
- Farrukh, J. – Sumaira, I. (2008): Effect of sucrose induced osmotic stress on callus growth and biochemical aspects of two wheat genotypes. *Pak. J. Bot.* **40.**, (4) 1487–1495.
- George, E. F. – Hall, M. A. – De Klerk, G. J. (2008): Plant propagation by tissue culture. 3rd Ed. Springer, Dordrecht.
- Godoy-Hernández, G. – Vázquez-Flota, F. A. (2006): Growth measurements: estimation of cell division and cell expansion. *Methods in Molecular Biology. Plant Cell Culture Protocols*. **318.**, (2) 51–58.
- Huang, W. – Liu, L. F. (2002): Carbohydrate metabolism in rice during callus induction and shoot regeneration induced by osmotic stress. *Bot. Bull. Acad. Sci.* **43.**, 107–113.
- Jayadev, R. – Patlolla, J. M. R. – Malisetty V. S. – Chinthalapally, V. R. (2004): Diosgenin, a steroid saponin of *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek), inhibits azoxymethane-induced aberrant crypt foci formation in F344 rats and induces apoptosis in HT-29 human colon cancer cells. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. **13.**, 1392–1398.
- Jefferson, C. (1999): Fenugreek in diabetes management. *New Montana Pharmacist*. **23.**, 1–2.
- Jha, T. B. – Ghosh, B. (2005): Plant tissue culture: basic and applied. Universities Press, Himayatnagar.
- Kasemir, H. (1979): Control of chloroplast formation by light. *Cell Biology International Reports*. **3.**, (3) 197–214.
- Kavirasan, S. – Anuradha, C. V. (2007): Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seed polyphenols protect liver from alcohol toxicity: A role on hepatic detoxification system and apoptosis. *Pharmazie*. **62.**, (4) 299–304.
- Lavee, S. – Messer, G. (1969): The effect of growth-regulating substances and light on olive callus growth *in vitro*. *J. Exp. Bot.* **20.**, (3) 604–614.
- Mathes, M. C. – Morselli, M. – Marvin, J. W. (1973): Use of various carbon sources by isolated maple callus cultures. *Plant Cell Physiol.* **14.**, (4) 797–801.
- Mineo, L. (1990): Plant tissue culture techniques. Tested studies for laboratory teaching. **11.**, 151–174.
- Misawa, M. (1994): Plant tissue culture: an alternative for production of useful metabolite. *FAO Agricultural Services Bulletin No. 108*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. www.fao.org/docrep/t0831e/t0831e00.htm
- Murashige, T. – Skoog, F. (1968): A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* **15.**, (13) 473–497.
- Mustafa, N. R. – De Winter, W. – Van Iren, F. – Verpoorte, R. (2011): Initiation, growth and cryopreservation of plant cell suspension cultures. *Nature Protocols*. **6.**, 715–742.

- Phadnis, M. – Malhosia, A. – Singh, S. M. – Malhosia, A.* (2011): Therapeutic effect of fenugreek seed on the patients suffering from diabetes mellitus type II. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. **1.**, (2) 50–55.
- Randhir, R. – Lin, Y. T. – Shetty K.* (2004): Phenolics, their antioxidant and antimicrobial activity in dark germinated fenugreek sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Asia Pac J Clin Nutr*. **13.**, (3) 295–307.
- Shabbeer, S. – Sobolewski, M. – Anchoori, R. K. – Kachhap, S. – Hidalgo, M. – Jimeno, A.* (2009): Fenugreek. A naturally occurring edible spice as an anticancer agent. *Cancer Biology & Therapy*. **8.**, (3) 272–278.
- Sur, P. – Das, M. – Gomes, A.* (2001): *Trigonella foenum-graecum* (fenugreek) seed extract as an anti-neoplastic agent. *Phytother Res*. **15.**, 257–259.

Address of the authors – A szerzők levélcíme:

Hanna O. LOHVINA
Belarusian State University, Faculty of Biology
Nezavisimosty Ave., 4,
220030, Minsk, Belarus
E-mail: hanna.lohvina@gmail.com



Narancslé mikrohullámú hőkezelése

KAPCSÁNDI VIKTÓRIA – LAKATOS ERIKA –
FÁBRI ZSÓFIA NÓRA – NEMÉNYI MIKLÓS

Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatási célunk a narancslében előforduló élesztő- és penészgombák számának csökkentése volt alacsony teljesítményű mikrohullámú besugárzás révén. A mikrohullámú kezelések során 440 W-os, 600 W-os és 900 W-os kimenő teljesítményt alkalmaztunk. A mintákat a gyümölcslevek pillanatpasztörözése során alkalmazott hőfokig, 85 °C-ig melegítettük fel. Kontrollként kezeletlen narancslevet, valamint főzőlapon 85 °C-ig melegített narancslé-mintát vizsgáltunk. A kezelések után a minták élesztő- és penészgomba számát felületi szélesztéses módszerrel határoztuk meg, YGC táptalajon. Konduktív hőkezelés alkalmazásakor megközelítőleg egy nagyságrenddel tudtuk lecsökkenteni a kiindulási telepszámot. Ennél a kezelésknél a narancslé átlagosan 9 perc 35 másodperc alatt érte el a 85 °C-ot. A 440 W-os mikrohullámú kezelés során a felmelegedési idő átlagosan 8 perc 30 másodperc volt. A kiindulási telepszámok ebben az esetben is jelentős mértékben csökkentek mind a kontroll (2 nagyságrend), mind a főzőlapon (1 nagyságrend) értékekhez képest. A 440 W-os kezeléshez képest nem következett be jelentős telepszámcsökkenés a 600 W-os (átlagosan 5 perc 41 másodperc felmelegedési idő) és a 900 W-os (átlagosan 4 perc 46 másodperc felmelegedési idő) kezelés hatására. A mérések során a mikrohullám mikrobapusztító hatásának vizsgálata mellett egy energiatakarékos, gyors, ugyanakkor a jelenlegi hőkezelési folyamatok hatékonyságával megegyező módszer kidolgozását tűztük ki célul.

Kulcsszavak: mikrohullámú besugárzás, narancslé, élesztő.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Napjainkban a vásárlók már nemcsak olyan termékeket keresnek, amelyek hosszú szavatossági idővel rendelkeznek, hanem egyre fontosabb szemponttá válik a minőség is. Az élelmiszer-ipari vállalatok olyan technológiák kifejlesztésén dolgoznak, melyek nem túl agresszívek és a kezelések után is friss, tápláló és egészséges marad az élelmiszer (Rivas *et al.* 2006).

A narancs hosszú idők óta egyike a világon legnagyobb mennyiségben megtermelt gyümölcsöknek, leve az egyik legkeresettebb gyümölcslé a fogyasztók körében (FAO 2000). A narancsleveleknek jelentős az antioxidáns-, a vitamin- és egyéb funkcionális összetevőtartalmuk (Stern 1998). Mindemellett karotinoidokat is kimutattak a citrusfélék héjából és húsból, bár a különböző struktúrák nem egyenletesen oszlanak el a gyümölcsben (Pascual et al. 1993, Melendez-Martinez et al. 1999).

Nagy problémát jelent azonban, hogy a nyersen fogyasztott zöldségekkel és gyümölcsökkel közvetített megbetegedések száma világszerte jelentős mértékben megnövekedett az elmúlt évtizedekben. A növényi nyersanyagok elsődleges mikrobiotája elsősorban a talajból, vízből, levegőből, csapadékból, rovaroktól és állatoktól származik. A gyümölcsökön átlagosan 10^3 – 10^5 tke/g nagyságrendben találunk mikroorganizmusokat. A baktériumok közül csak tejsav- és az ecetsavbaktériumok jelentősek. A mikrobiota többségét élesztőgombák alkotják (*Hanseiaspora*, *Torulaspora*, *Saccharomyces*, *Candida*). A penészgombák között a gyümölcsök kórokozói és romlást okozói az *Alternaria*, *Aspergillus*, *Botrytis*, *Fusarium* fajok (Deák 2006).

A pasztörözés művelete nagyon fontos a citrusfélék stabilitásának megőrzése érdekében mind a szállítás, mind pedig az értékesítés idején (Borenstein és Bunnell 1966). Hagyományos pasztörözés során a 4,5 pH-jú, illetve e pH-érték alatti gyümölcsleveket 60 °C és 100 °C között hőkezelik 30 perc és 1–2 másodperc közötti időtartamig, az adott hőmérséklettel függően (Jay 1992, Chen et al. 1993). Általános gyakorlat szerint a leveket a lehető legrövidebb időtartamon belül felmelegítik 82–85 °C-ra, ezután forrón, aszeptikus körülmények között letöltik őket és megtörténik a zárás (Varma és Kannan 2005).

A mikrohullám melegítő hatása közel 50 év óta ismert, előnyös tulajdonságainak ellenére mégsem terjedt el az élelmiszeriparban. Ennek oka, hogy a berendezések költségesek, és nem áll rendelkezésre elég adat a különböző frekvenciák hatásairól, az inhomogén elektromos erőterrről vagy akár az élelmiszerek dielektromos jellemzőiről (Géczi és Sembery 2005). Ismeretes, hogy az elektromágneses tér energiája felhasználható fizikai-kémiai és biológiai folyamatok befolyásolására. A folyamat attól függ, hogy milyen viszonyban van az elektromágneses tér energiakvantuma azzal az anyagmennyiséggel, amely képes változást vagy károsodást okozni a kezelt biológiailag aktív objektumban a különböző termikus műveletek (sterilizálás, sejtbontás, főzés, tartósítás, fermentálás, enzim-átalakítás) során (Szabó 1990). A mikrohullámú sugárzás alkalmazása során a mikroorganizmusok és enzimek inaktiválását lehet elvégezni olyan hőmérsékleten, ami az inaktiválási hőmérséklet alatt van (Culkin és Fung 1975, Khalil és Villota 1988). Tajchakavit et al. (1998) a narancslében lévő *Saccharomyces cerevisiae* és *Lactobacillus plantarum*, Koutchma és Ramaswamy (2000) pedig az *Esherichia coli* élettevékenységét inaktiválták 50 °C-os mikrohullámú kezelés során. A mikrohullámmal történő anyagkezelés alapvető jellegzetessége, hogy a hagyományos hőközléstől eltérő hő- és anyagtranszport-folyamatok játszódnak le a termék teljes térfogatában. Ennek következtében az alkalmazott műveletek ideje lecsökkenhet (Singh és Heldman 2001). Mindezen ismeretek birtokában arra kerestük a választ, hogy a kis teljesítményű mikrohullámú besugárzás mennyire csökkenti a penész- és élesztőgombák számát a narancslémintákban a kontroll (nem hőkezelt) és a konduktív úton hőkezelt mintákhoz képest.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az YGC táptalaj összeállításánál élesztőkivonatot (5,0 g/l), glükózt (20,0 g/l), kloramfenikolt (100 mg/l), agar-agar (14,8 g) és desztillált vizet használtunk. A Petri-csészékbe 15 cm³ került a táptalajból. A táptalajok megszilárdulása után a Petri-csészék 24 órára 37 °C-os termosztátba kerültek, majd ezt követően még 12 órát szobahőmérsékleten álltak. Miután a lemezek készen voltak, elkezdődött a narancslé előkészítése és hőkezelése.

A mérésekhez kereskedelmi forgalomban kapható, *Lane-late* fajtájú, spanyolországi narancsból frissen narancslevet készítettünk. A préselés során a teljes gyümölcsöt felhasználtuk. A kifacsart narancslevet öt egyenlő részre osztottuk. A friss narancslé képezte a kontrollmintát. Emellett közvetlen a préselés után elektromos főzőlapon (konduktív úton) 85 °C-ig melegítettünk 200 g narancslevet. A minta kiindulási hőmérséklete 16 °C, a felmelegítés sebessége 8,4 °C/perc volt. A mikrohullámú kezeléseket FISO MWS-4 száloptikával kiegészített Panasonic NNF 653WF típusú inverter (folyamatos teljesítmény leadásra képes) mikrohullámú egységben végeztük. A kezelés paramétereit a mikrohullámú kezelőterrel összekötött számítógép révén állítottuk be, így egyéni kezelési programokat hoztunk létre. A mikrohullámú kezelést 440 W-os, 600 W-os majd 900 W-os magnetron teljesítmények alkalmazása mellett hajtottuk végre.

A narancsleveket a pasztörözés általános hőfokprogramja szerint 85 °C-ig melegítettük hőntartási idő nélkül. A hőkezelés során a minták hőmérsékletét a száloptikás hőmérő segítségével követtünk nyomon. Az optika a Fabry-Perot elven működik (*Datta et al.* 2001). A mikrohullámú mérési sorozatokban vízcsapdákkal egészítettük ki a berendezést. A kezelőtérbe önmagában behelyezett minták egyenlőtlen felmelegedése miatt (mivel nem tudtunk homogén hőmérséklet-eloszlást kialakítani az anyagban) vízcsapdák alkalmazásával kívántuk a teret homogenizálni. *Villamiel et al.* (1996) véleménye szerint a mikrohullámú tér homogenizálható vízcsapdák felhasználásával, az irodalomban azonban ennek konkrét kidolgozását *Lakatos et al.* (2005) fogalmazta meg.

Az anyagban disszipált teljesítmény 440 W magnetron teljesítmény alkalmazása esetén, 508 másodperces átlagos kezelési időt figyelembe véve 0,37 W/g. A kezelés során a vízcsapdák a kibocsátott teljesítmény 83%-át elnyelik (*Lakatos et al.* 2010).

Deák (1998) szerint a felületi szélesztéses módszer alkalmasabb az élesztők kitenyésztésére, mert a lemezöntés a hőszökés és a korlátozott oxigénellátás miatt kisebb telepszámokat eredményez. Ez alapján a hőkezelések után a kontroll és a kezelt mintákból három párhuzamos leoltás három ismétléssel felületi szélesztést végeztünk. A leoltott YGC táptalajokat ezután 37 °C-on 48 órán át inkubáltuk, majd elvégeztük a kiértékelést. Az eredmények statisztikai értékelése során t-próbát végeztünk, amelynek során 95%-os szignifikancia szint alkalmazása mellett vizsgáltuk az összefüggéseket.

EREDMÉNYEK ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A hőkezeléseknél folyamatosan nyomon követtük a minták hőmérséklet-változását. Az élesztők 55 °C-nál nagyobb hőmérsékleten néhány perc alatt elpusztulnak, vagyis hőtűrésük a vegetatív

baktériumokéhoz képest kisebb. Tizedelőési idejük (D-érték) 55 °C-on mintegy 1–5 perc, 60 °C-on már kevesebb, mint 0,1 perc (Deák 1998.) A penészgombák hőtűrése a mezofil baktériumokéhoz hasonló. Hőtűrésüket 60 °C-on 1 perc körüli D-érték jellemzi (Deák 2006). Ezért fontos tényező a minták felmelegedési ideje (1. táblázat), melyből látszik, hogy az összes kezelésnél a minták elég időt töltöttek 60 °C fölött ahhoz, hogy jelentős pusztulás következzen be.

1. táblázat A főzőlapon és a mikrohullámmal kezelt minták átlagos felmelegedési ideje 85 °C-ra

Table 1. Hot plate and microwave average warm-up time of treated samples to 85 °C

	Idő (min) (1)	Felmelegítés sebessége (°C/min) (2)
Főzőlap (3)	9:46*	8,4*
440 W (4)	8:30*	8,2*
600 W (5)	5:41*	4,9*
900 W (6)	4:46*	4,1*

(1) time (min), (2) warming rate (°C/min), (3) hot plate, (4) 440 W sample, (5) 600 W sample, (6) 900 W sample, (*) average of three parallel measurements

A kontroll és a főzőlapos (konduktív úton kezelt) minta tenyésztési eredményei a 2. táblázatban láthatók. A főzőlapos mintánál a telepszámok megközelítőleg 1 nagyságrendet csökkentek, feltehetően a 85 °C-ra való felmelegítés hatására, mely elegendő volt a jelentős mértékű mikrobapusztuláshoz.

2. táblázat A telepszámok átlagos értékei a kontroll, a főzőlapos a 440 W-os, a 600 W-os és a 900 W-os mintákban

Table 2. The average CFU in control, hot plate, 440 W, 600 W and 900 W samples

Minták (1)	(Tke/cm³) (7)
Kontroll (2)	248,2±22,3*
Főzőlap (3)	202,0±32,1*
440 W (4)	8,5±4,0*
600 W (5)	2,0±1,3*
900 W (6)	1,6±0,8*

(1) samples, (2) control sample, (3) conductive sample, (4) 440 W sample, (5) 600 W sample, (6) 900 W sample, (7) CFU/ml, (*) 3 parallel measurements mean and standard deviation

A 2. táblázatban látható, hogy a 440 W-os mikrohullámú kezelés hatására a telepszám mindhárom minta esetében megközelítőleg 1 nagyságrenddel csökkent a konduktív kezeléshez viszonyítva. Ez egyértelműen bizonyítja a mikrohullám (nem termikus) pusztító hatását a konduktív hőkezeléssel szemben, ugyanis a hőkezelések során a narancslémintákat minden esetben 85 °C-ig melegítettük fel hőtartási idő nélkül. Az eredmények statisztikai

értékelése során (t-próba) 95%-os szignifikanciaszinten tudunk igazolni különbséget a mikrohullámmal (440 W) és a főzőlapon melegített minták telepszámok között.

A 2. táblázat mutatja, hogy a 600 W-os és a 900 W-os teljesítményű kezelés nem csökkentette drasztikusan a telepszámokat a 440 W-os teljesítményű kezeléshez viszonyítva. Egyértelműen látszik, hogy már a kisebb teljesítményű kezelés is elegendő volt a telepszám olyan mértékű csökkentéséhez, amihez képest a nagyobb teljesítményű kezelés nem okozott további jelentős pusztulást. Feltételezhetően azonban szükségesek további mérések a kapott eredmények korrektebb interpretálásához.

Microwave heat treatment of orange juice

VIKTÓRIA KAPCSÁNDI – ERIKA LAKATOS – NÓRA ZSÓFIA FÁBRI – MIKLÓS NEMÉNYI

University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

SUMMARY

The aim of the experiments was to reduce the yeast and mold counts in orange juice through a low-power microwave radiation. During the treatments three different outputs (440 W, 600 W, and 900 W) were applied. The samples were heated to 85 °C because this temperature is widely used in pasteurization processes. Untreated orange juice was used as control. Furthermore, orange juice samples heated up to 85 °C by hot plate were also examined. Following the treatments, yeast and mold counts were enumerated in the samples using YGC agar. Based on our results, conductive heating resulted in reducing the viable counts of yeast and molds by approximately 1 log cycle. In this case the orange juice was heated up to 85 °C. In this treatment the orange juice achieved the required temperature value in 9 min 35 sec, on average. A significant change was observed in colony counts when 440 W was applied. In this case the heat treatment was carried out without holding time and the average warming up time was 8 min 30 sec. The results demonstrated that yeast and mold counts decreased considerably compared to the control and conductive methods. No significant decrease was observed in colony counts in the case of the 440 W-treatment compared to the 600 and 900 W-treatments. In conclusion, next to the microwave devastating impact analysis one energy-saving rapid method was developed, which is as effective as the conventional heat treatment procedures.

Keywords: microwave radiation, orange juice, yeast.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOMJEGYZÉK

- Borenstein, B. – Bunnell, R. H. (1966): Carotenoids: properties, occurrence and utilization in foods. *Advances in Food Research*. **15**, 195–276.
- Chen, C. S. – Shaw, P. E. – Parish, M. E. (1993): Orange and tangerine juices. In S. Nagy – C.S. Chen – P.E. Shaw (Eds.), *Fruit Juice Processing Technology*. Agscience, Auburndale.
- Culkin, K. A. – Fung, D. Y. C. (1975): Destruction of *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium* in microwave-cooked soups. *Journal of Milk and Food Technology*. **38**, (1), 8–15.
- Datta, A. K. – Anantheswaran, R. C. (2001): *Handbook of Microwave Technology for Food Applications*. Marcel Dekker, New York.
- Deák T. (1998): Élelmiszer- és Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest.
- Deák T. (2006): Élelmiszer-mikrobiológia. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- FAO (2000): *FAO Yearbook: Production*. FAO Statistics Series, No. **123**, FAO, Rome.
- Géczi G. – Semberly P. (2005): Mikrohullám az élelmiszeriparban. *Áram és Technológia*. **3**, 19–21.
- Jay, J. M. (1992): *Modern Food Microbiology* (4th ed.). Van Nostrand Reinhold, New York.
- Khalil, H. – Villota, R. (1988): Comparative study on injury and recovery of *Staphylococcus aureus* using microwaves and conventional heating. *Journal of Food Protection*. **51**, (3), 181–186.
- Koutchma, T. – Ramaswamy, H. S. (2000): Combined effects of microwave heating and hydrogen peroxide on the destruction of *Escherichia coli*. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*. **33**, (1), 30–36.
- Lakatos E. – Kovács A. J. – Neményi M. (2005): Homogeneous microwave field creation. *Hungarian Agricultural Engineering*. **18**, 80–81.
- Lakatos E. – Kovács A. J. – Neményi M. (2010): Milk fat content determination by combined physical (microwave and convective dehydration) method. *Milchwissenschaft*. **65**, (4), 373–376.
- Melendez-Martínez, A. J. – Britton, G. – Vicario, I. M. – Olson, J. A. (1999): Carotenoids and human health. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. **49**, 7–11.
- Pascual, M. – Mallent, D. – Cuñat, P. (1993): Estudio de los carotenoides de naranjas cv. Navelina. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*. **33**, (2), 179–196.
- Rivas, A. – Rodrigo, D. – Martínez, A. – Barbosa-Cánovas, G. V. – Rodrigo, M. (2006): Effect of PEF and heat pasteurization on the physical–chemical characteristics of blended orange and carrot juice. *LWT* **39**, (10), 1163–1170.
- Singh, R. P. – Heldman, D. R. (2001): *Introduction to Food Engineering*. Academic Press, London.
- Stern, P. (1998): Fruit and vegetable beverages with added ingredients. *Flüssiges Obst*. **65**, (3), 126–130.
- Szabó G. (1990): Gyorsfagyasztott élelmiszerek mikrohullámú felengedtetése üregezonátoros térben. *Hűtőipar*. **1**, 14–20.
- Tajchakavit, S. – Ramaswamy, H. S. – Fustier, P. (1998): Enhanced destruction of spoilage microorganisms in apple juice during continuous flow microwave heating. *Food Research International*. **31**, (10), 713–722.
- Varma, M. N. – Kannan, A. (2005): Enhanced food sterilization through inclination of the container walls and geometry modifications. *International Journal of Heat and Mass Transfer*. **48**, (18), 3753–3762.
- Villamiel, M. – Corzo, N. – Martínez-Castro, I. – Olano, A. (1996): Chemical changes during microwave treatment of milk. *Food Chemistry*. **56**, (4), 385–388.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

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



Tőgy- és tőgybimbó-tulajdonságok összefüggése a szomatikus sejtszámmal egy magyar parlagikecske-tenyészetben

PAJOR FERENC¹ – WEIDEL WALTER^{1,3} – BÁRÁNY TAMÁS¹ – NÉMETH SZABINA² –
GULYÁS LÁSZLÓ² – POLGÁR J. PÉTER³ – PÓTI PÉTER¹

¹ Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
Gödöllő

² Nyugat-magyarországi Egyetem
Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar
Mosonmagyaróvár

³ Pannon Egyetem
Georgikon Kar
Keszthely

ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők célja a tőgy-, illetve tőgybimbó-tulajdonságok és a szomatikus sejtszám közötti összefüggések vizsgálata volt. Vizsgálataikat 30, azonos laktációs számú és -szakaszú magyar parlagi kecskével végezték egy Valkó közelében lévő árutermelő kecsketenyészetben. A tőgy főbb morfológiai jellemzőinek (mélység, függesztés, elülső és hátulsó illesztés) és a tőgybimbó-tulajdonságoknak (hossz, vastagság és állás) számszerűsítésére 9 pontos bírálati rendszert használtak a laktáció első harmadában (átlagosan a 80. napon), az esti fejés előtt. A tőgybimbókat formájuk alapján három típusba sorolták: hengeres, átmeneti és tölcseres. A kecsketej szomatikus sejtszámának meghatározása céljából a tejminták gyűjtése a morfológiai vizsgálatokkal egyidőben történt. A szerzők többtényezős regresszióanalízissel értékelték a vizsgált tőgytulajdonságok hatását a kecsketej szomatikus sejtszámára. A szomatikus sejtszám nagyságának 59–62%-a volt magyarázható a vizsgált tőgytulajdonságok kölcsönhatásával. A vizsgálataink alapján megfogalmazható, hogy a tőgymélység, a hátulsó tőgyillesztés, valamint a tőgybimbóforma szignifikáns mértékben, kedvezően befolyásolják a kecsketej szomatikus sejtszámát. Eredményeink arra utalnak, hogy a megfelelő tőgy- és tőgybimbóformára történő szelekció lehetőséget adhat a kecsketej minőségének javítására.

Kulcsszavak: fejhetőség, tejminőség, többtényezős regresszióanalízis, tőgybírálat.

BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A minőségi kecsketej, mint alapanyag előállítása az ágazat versenyképességének növelése érdekében rendkívül fontos. A jövedelmezőséget és a versenyképességet növelhetik az olcsó tartási és takarmányozási technológiák (pl. legeltetés) alkalmazása (Póti 1998, Bedő és Póti 1999, Jávori *et al.* 2001), továbbá a termelt tej összetételének javítása. Emellett értékelni szükséges a tej higiéniai (pl. szomatikus sejtszám) tulajdonságait is. A magas szomatikus sejtszám (szubklinikai tőgygyulladás) ugyanis kedvezőtlenül befolyásolja a tej mennyiségét, és a tej összetételét (Rajčević *et al.* 2003).

Számos hazai és külföldi szakember keresett összefüggéseket a tőgy és a tőgybimbó morfológiai tulajdonságai, valamint a szomatikus sejtszám között. A legtöbb szerző a szarvasmarha tőgy- és tőgybimbó-alakulását értékelte (Holló és Babodi 1979, Rogers és Hargrove 1993, Süpek 1994, Gulyás és Iváncsics 2000, Juozaitiene *et al.* 2006, Sipos *et al.* 2009). A tőgy és a tőgybimbó morfológiai jellemzői közepesen, illetve jól öröklődnek (h^2 : 0,3–0,7), így a megfelelő tőgy- és tőgybimbóformára történő szelekcióval már egy-két nemzedék alatt jelentős változást lehet elérni szarvasmarha fajban (McDaniel 1986). Ez az oka annak, hogy a tejelő fajták küllemi bírálati rendszereiben fontos tulajdonságcsoportot jelentenek a tőgy- és tőgybimbó-tulajdonságok.

A kecsketej szomatikus sejtszáma köztudottan nagyobb (500.000–1.200.000 sejt/cm³), mint a tehéntejé. Ennek fiziológiai okai vannak, amelyek a két faj tejszekréciójának különbözőségére (a kecske apokrin típusú) vezethetők vissza (Haenlein 2002). Bár a hatályos jogszabályok nem rendelkeznek a kecsketej szomatikus sejtszám határértékéről, a jelentősebb európai kecsketartó országokban (pl. Franciaország, Spanyolország) minőségi tejátvételi rendszereket alakítottak ki, amelyekben a kisebb szomatikus sejtszámú tej átvételi ára magasabb. Legnagyobb átvételi árat jellemzően az 1.000.000 sejt/cm³ szomatikus sejtszám alatti tejtételek után fizetnek a felvásárlók a termelőknél (Pirisi *et al.* 2007).

Hazánkban kevés közlemény született a kecskék tőgy és tőgybimbó morfológiájának témakörében (Pajor *et al.* 2009, Németh *et al.* 2009, Németh 2010).

Előző munkánkban (Pajor *et al.* 2011) a magyar parlagi kecskék tőgytulajdonságait külön-külön értékeltük a szomatikus sejtszámmal kapcsolatban. A többletanyag módszer alkalmazásával lehetőség adódik sok tulajdonság közül kiválasztani a változó értékét legnagyobb mértékben befolyásoló tényezőket. Jelen vizsgálatunk célja a magyar parlagi kecskék tőgy-, illetve tőgybimbó-tulajdonságainak és a szomatikus sejtszámnak többletanyag regresszióanalízissel történő összefüggés-vizsgálata volt.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Vizsgálatainkat egy Valkó közelében lévő árutermelő kecsketenyészetben végeztük 30, azonos laktációs számú és -szakaszú magyar parlagi kecskével. Az állományt mélyalmos istállózott körülmények között tartották. Az állatokat április elejétől naponta kétszer fejték, a fejtés 2x12 állásos SAC fejőházban történt (vákuumnagyság: 48 kPa, ütemarány: 60:40,

ütemszám: 90 min⁻¹). Az állományt jellemző laktációs hossz szélsőértékei 280–300 nap, laktációs termelése pedig 400–450 l voltak.

A morfológiai vizsgálatokat a laktáció első harmadában (átlagosan a 80. napon), az esti fejés előtt végeztük. A vizsgálatok során 1–9 közötti skálán pontoztuk a tőgymélységet, a tőgyfüggesztést, az elülső és hátulsó tőgyillesztést, valamint a tőgybimbóhosszt, -vastagságot és a tőgybimbóállást (Németh 2011). A tőgybimbókat alakjuk szerint három csoportba osztottuk: hengeres (1. pont), tölcéses (3. pont), valamint a kettő közötti átmeneti (2. pont). A kecsketej szomatikus sejtszámának meghatározása céljából a tejminták gyűjtése a morfológiai vizsgálatokkal azonos napon történt. A tejevizsgálatok a reggeli és az esti fejésből származó mintákból történtek. A tejminták gyűjtése a fejőgéphez csatlakoztatott egyedi tejmintagyűjtő készülékkel történt, a tőgy teljes kifejtése mellett. A reggeli és az esti fejésből származó tejmintákat elegyítettük, így anyánként 40 cm³ mintát gyűjtöttünk tartósító szerrel (bronopol és natamycin) ellátott tégelyekbe. A minták szomatikus sejtszámának, átlagos beltartalmának (tejfehérje, tejszír, tejcukor) és az összes baktériumszámának meghatározása fluoreszcenciás optoelektronika felhasználásával történt (Fossomatic 5000, FT6000 és BactoScan FC, Foss Electric, Hillerød, Dánia).

Az adatok statisztikai értékeléséhez az SPSS 14.0 programot használtunk. Az alkalmazott statisztikai próbák az alábbiak voltak: Shapiro-Wilk teszt, egymintás t-próba, Chi² teszt, többtényezős regresszióanalízis (backward elimination módszer). A módszer alkalmazása során az első modell az összes tulajdonság kölcsönhatásait értékeli, majd a legkisebb hatással rendelkező tulajdonságot elhagyva új modellt alakít ki egészen addig, amíg a legjobban illeszkedő modellt meg nem adja.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A vizsgálatban részt vett anyakecskék tejmintáinak összetételét és szomatikus sejtszámát az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat A vizsgálat során mért tejösszetételei és szomatikus sejtszám értékek

Table 1. Milk contents and somatic cell count of examined goats

Fejés időpontja (1)	Tejszír (5)	Tejfehérje % (6)	Tejcukor (7)	Szomatikus sejtszám (8)	Baktérium sejtszám (9)
				1000 sejt/cm ³ (10)	
Reggel (2)	2,84	3,29	4,65	1.547,80	25,22
Este (3)	2,99	3,23	4,72	2.488,87	27,87
Átlag (4)	2,92	3,26	4,69	2.018,33	26,55

(1) milking time, (2) morning, (3) evening, (4) mean, (5) milk fat, (6) milk protein, (7) lactose, (8) somatic cell count, (9) bacteria cell count, (10) thousand cell/cm³

A szomatikus sejtszám értékek nem mutattak normál eloszlást, ezért adatainkat logaritmizáltuk. A szomatikus sejtszám átlagos nagysága (reggeli mérés: 1.548 ezer sejt/cm³,

esti mérés: 2.489 ezer sejt/cm³, mérési átlag: 2.018 ezer sejt/cm³) átlagosnak tekinthető. Mért adataink hasonlóak voltak *Bedő et al.* (1999), *Olechnowicz és Sobek* (2008) és *Varga* (2008) által kapott eredményeihez. A baktériumszám alakulása a következő volt: reggeli mérés: 25,22 ezer sejt/cm³, esti mérés: 27,87 ezer sejt/cm³, mérési átlag: 26,55 ezer sejt/cm³). A vizsgálatban a minták baktériumszáma lényegesen alacsonyabb volt, mint a hatályos jogszabályban (94/71/EC) rögzített, hőkezelés nélkül fogyasztott kecsketejre vonatkozó határérték, amely a kecsketej bakteriális minősége szempontjából kedvezőnek tekinthető. A tőgy- és tőgybimbó-tulajdonságok és a tej szomatikus sejtszáma között végzett többtényezős regresszióanalízis eredményeit a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat A többtényezős regresszióanalízis eredménye

Table 2. Results of multiple regression analysis

Tulajdonságok (1)	1. modell	2. modell	3. modell	4. modell	5. modell
R ²	0,62	0,62	0,62	0,60	0,59
Becslés hibája (2)	0,47	0,46	0,45	0,45	0,45
F érték (3)	4,27	5,10	6,15	7,22	9,03
P	0,004	0,001	0,001	< 0,001	< 0,001

(1) traits, (2) estimation error, (3) F value

A többváltozós elemzés eredményeképp 5 modell „futott le”. Mind az öt modellben szereplő tőgytulajdonságok interakciói szignifikánsan befolyásolták a kecsketej szomatikus sejtszámát. A kecsketej szomatikus sejtszám nagyságának 59, illetve 62%-a magyarázható 8, illetve 4 tulajdonság kölcsönhatásával. Az alkalmazott modellek megbízhatóságát és becslési hibáját értékelve, a 3. és a 4. modellek mutatják a legkedvezőbb értékeket (magas megbízhatóság és alacsony becslési hiba), ezért a 3. és a 4. modellekben található tulajdonságok vizsgálatára fordítottunk nagyobb hangsúlyt.

A többtényezős regresszióanalízis együtthatóinak eredményeit a 3. táblázat mutatja be.

3. táblázat A többtényezős regresszióanalízis vizsgált tényezőinek együtthatói

Table 3. Coefficients of investigated variables of multiple regression analysis

Tulajdonságok (1)	1. modell	2. modell	3. modell	4. modell	5. modell
Konstans (2)	5,65	5,61	5,61	5,40	5,82
Tőgymélység (3)	-0,07	-0,08	-0,09	-0,10*	-0,10*
Tőgyfüggesztés (4)	-0,04	-0,03	-	-	-
Elülső tőgyillesztés (5)	-0,03	-	-	-	-
Hátulsó tőgyillesztés (6)	-0,22*	-0,22*	-0,24*	-0,22*	-0,22*
Tőgybimbóhossz (7)	0,08	0,09	0,09	0,06	-
Tőgybimbóvastagság (8)	-0,06	-0,06	-0,07	-	-
Tőgybimbóállás (9)	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
Tőgybimbótípus (10)	0,30*	0,30*	0,30*	0,28*	0,28*

* = szignifikáns különbség, $P \leq 0,05$

(1) traits, (2) constant, (3) udder depth, (4) udder cleft, (5) fore udder attachment, (6) rear udder attachment, (7) teat length, (8) teat thickness, (9) teat direction, (10) teat type

A következő tulajdonságok, mint a tőgymélység, a hátulsó tőgyillesztés, valamint a tőgybimbó kedvezőtlen formája szignifikánsan befolyásolták a kecsketej szomatikus sejtszámát. A vizsgálatban a sekély tőgymélység és a comb vonalán túlnyúló tőgyillesztés esetén mértük a legkisebb szomatikus sejtszámot. *Rogers és Hargrove (1993)*, illetve *Gulyás és Iváncsics (2000)* vizsgálataihoz hasonlóan, a kedvezőbb tőgymélység esetén volt várható kisebb szomatikus sejtszám. A tőgy mélysége és a tőgy hátulsó illesztése, valamint a tej szomatikus sejtszáma között negatív irányú összefüggést kaptunk, melynek háttérében az állhat, hogy az erősebb függesztő szalaggal rendelkező kecskéknek jobb a tőgyszerkezetük, így kisebb a tejük szomatikus sejtszáma, míg rosszabb tőgyszerkezet esetén nagyobb mennyiségű szomatikus sejt ürül a tejbe.

A tőgybimbó típusa is jelentős befolyást gyakorolt a tej szomatikus sejtszámára. A kedvezőtlen típusú, tölcser alakú tőgybimbókból fejt tej szomatikus sejtszáma nagyobb volt, hasonlóan a korábbi vizsgálatainkhoz (*Pajor et al. 2010*). Az eredmény jelentőségét jól mutatja, hogy a hengeres tőgybimbótól eltérő tőgybimbóalakulás tőgygyulladás kialakulására hajlamosít, melyet *Montaldo és Martinez-Lozano (1993)* által különböző keresztezett genotípusokon végzett kutatásai is megerősítettek. További negatív tényezőként kell értékelni, hogy a tölcéses tőgybimbók méretükből adódóan könnyebben sérülnek, növelve a fertőzés kockázatát.

Vizsgálatunkban pozitív összefüggést tapasztaltunk a tőgybimbó állása és a szomatikus sejtszám között. Ezzel szemben a korábbi vizsgálatok (*Pajor et al. 2009*) negatív összefüggést jeleztek, miszerint az előreálló tőgybimbókból kifejt tej szomatikus sejtszáma kedvezőtlenebb volt. Az ellentmondás azzal magyarázható, hogy a jelenlegi vizsgálatban nagy arányban (47%) voltak jelen tölcéses tőgybimbójú anyakecskék. Az ilyen alakulású tőgybimbók lényegesen hosszabbak és vastagabbak, így ezen tőgybimbók mérsékelten előreállóvá, illetve függőlegeshez közeli állásúvá válhattak, ami befolyásolta az eredményeket.

A tőgybimbó hossza és annak vastagsága pozitív, de nem szignifikáns összefüggést mutatnak a szomatikus sejtszámmal. Az összefüggés iránya tehát pozitív volt, hasonlóan a korábbi vizsgálatainkban (*Pajor et al. 2009*) tapasztaltakhoz. A gyenge összefüggés háttérében az állhat, hogy mind a túl rövid, mind a túl hosszú tőgybimbók kedvezőtlenül befolyásolhatják pl. a fejhetőséget, könnyebben sérülhetnek stb., így leginkább a középhosszú és közepes vastagságú tőgybimbók felelnek meg a minőségi tejtermelés feltételeinek.

Az értékelt tőgy- és tőgybimbó-tulajdonságok (tőgymélység, hátulsó tőgyillesztés és tőgybimbó forma) vizsgálatára nagy hangsúlyt kell fektetni a mennyiségi és minőségi kecsketej-előállítás során, különösen olyan heterogén fajtában, mint a magyar parlagi fajta.

KÖVETKEZTETÉSEK

Eredményeink alapján a magyar parlagi kecskék tőgy- és tőgybimbó-tulajdonságai jelentősen – nem meglepő módon – elmaradnak a fejhetőség szempontjából optimálisnak tekintett tőgybírálati pontszámú egyedekétől. Az ezekre a tulajdonságokra történő szelekció hatékony eszköz lehet a higiénés szempontból kedvező minőségű kecsketej előállítására.

A tőgymélység, hátulsó tőgyillesztés és tőgybimbóforma szignifikánsan befolyásolják a kifejt tej szomatikus sejtszámát. A kedvező tőgymélységgel, hátulsó tőgyillesztéssel és tőgybimbóformával rendelkező kecskéktől várhatunk alacsony szomatikus sejtszámú kecsketejet.

Relation between udder and teat morphology traits and somatic cell count in a Hungarian Native goat herd

FERENC PAJOR¹ – WALTER WEIDEL^{1,3} – TAMÁS BÁRÁNY¹ – SZABINA NÉMETH² –
LÁSZLÓ GULYÁS² – PÉTER J. POLGÁR³ – PÉTER PÓTI¹

¹ Szent István University
Faculty of Agricultural and Environmental Sciences
Gödöllő

² University of West Hungary
Faculty of Agricultural and Food Sciences
Mosonmagyaróvár

³ University of Pannonia
Georgikon Faculty

SUMMARY

The aim of this research was to evaluate the relationship between major udder and teat morphology traits and milk somatic cell count. The trials were carried out with 30 Native Hungarian Goats equivalent in their number and section of lactation on a commercial goat farm in the neighbourhood of Valkó, Pest County. Udder and teat morphology traits were scored during the first third of lactation (on approximately day 80) before evening milking. Udder (depth, cleft, fore and rear udder attachment) and teat (length, thickness and direction) parameters were evaluated using a 9-point rating scale. The teats were divided into 3 types (cylinder, transitional and funnel) according to teat form. Milk samples were collected for somatic cell count determinations on the day of udder and teat scoring. Multiple regression analysis was used to investigate the effect of udder traits on goat milk somatic cell count. 59–62% per cent of the somatic cell count could be explained by interaction of the investigated traits. Based on the results somatic cell count is significantly influenced by the udder depth, rear udder attachment and teat form. Favourable formation of these anatomical traits has positive effects on the somatic cell count. The results of this study call attention to the possibility that milk quality could be improved through genetic selection programs aimed at improving udder and teat morphology of goats.

Keywords: milkability, milk quality, multiple regression analysis, udder morphology.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A munkánkat a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0003 azonosító számú, „Az oktatás és kutatás színvonalának emelése a Szent István Egyetemen” és a Baross OMF-01170/2009 pályázatok támogatták.

A kutatás a Talentum – Hallgatói tehetséggondozás feltételrendszerének fejlesztése a Nyugat-magyarországi Egyetemen c. TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0018 számú projekt keretében, az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

IRODALOM

- Bedő S. – Nikodémusz E. – Gundel K.* (1999): A kiskérődzők tejhozama és a tej higiéniai minősége. *Tejgazdaság*, **62**, (1) 7–11.
- Bedő S. – Póti P.* (1999): A legelő, mint takarmány szerepe a juhtenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, **48**, (6) 690–692.
- Gulyás L. – Iváncsics J.* (2000): A szomatikus sejtszám és néhány tőgymorfológiai tulajdonság kapcsolata. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, **49**, (4) 331–339.
- Haenlein, G. F. W.* (2002): Relationship between somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. *Small Ruminant Research*, **45**, 163–178.
- Holló I. – Babodi A.* (1979): Különböző genotípusú tehenek fejhetőségi tesztjei. *Magyar Állatorvosok Lapja*, **34**, 407–410.
- Jávor A. – Nábrádi A. – Kukovics S. – Békesi Gy. – Hajduk P. – Sáfár L. – Ráki Z. – Bedő S. – Póti P. – Molnár A. – Molnár Gy. – Székelyhidi T. – Szűcs I. – Ábrahám M.* (2001): Strategic steps in the sheep and goat branches. *Acta Agraria Debreceniensis*, **1**, 61–68.
- Juozaityiene, V. – Juozaitis, A. – Micikeviciene, R.* (2006): Relationship between somatic cell count and milk production or morphological traits of udder in Black-and-White cows. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, **30**, 47–51.
- McDaniel, B. T.* (1986): A tejtípusú szarvasmarha-tenyésztés programja. *ÁGOK-Agroinform*, Budapest, 22–45.
- Montaldo, H. – Martinez-Lozano, F. J.* (1993): Phenotypic relationships between udder and milking characteristics, milk production and California mastitis test in goats. *Small Ruminant Research*, **12**, (3) 329–337.
- Németh Sz. – Pajor F. – Orbán M. – Tóth T. – Póti P. – Gulyás L.* (2009): Különböző genotípusú kecskék tőgymorfológiai tulajdonságainak értékelése. Magyar Buiatrikus Társaság 19. Nemzetközi Kongresszusa, 2009. október 14.
- Németh Sz.* (2011): Szelekciós és biotechnikai módszerek alkalmazásának lehetőségei a kecsketenyésztés gazdaságossága érdekében. PhD értekezés, Nyugat-magyarországi Egyetem, Mosonmagyaróvár. 99–100.
- Németh T.* (2010): A magyarországi kecskefajták morfológiai és termelési tulajdonságainak értékelése. PhD értekezés, Kaposvári Egyetem, Kaposvár. 136 pp.
- Olechnowicz, J. – Sobek, Z.* (2008): Factors of variation influencing production level, SCC and basic milk composition in dairy goat. *Journal of Animal and Feed Sciences*, **17**, (1) 41–49.
- Pajor F. – Németh Sz. – Barcza F. – Gulyás L. – Póti P.* (2009): Néhány tőgy és tőgybimbó morfológiai tulajdonság kapcsolata a szomatikus sejtszámmal magyar parlagi kecske fajtában. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, **58**, (4) 369–378.
- Pajor F. – Németh Sz. – Gulyás L. – Póti P.* (2010): A tőgybimbó típusának hatása a kecsketej néhány higiéniai tulajdonságának alakulására. *Acta Agronomica Óváriensis*, **52**, (2) 19–29.

- Pajor F. – Weidel W. – Iván Sz. – Németh Sz. – Gulyás L. – Póti P. (2011): Tőgy- és tőgybimbó-tulajdonságok összefüggése a szomatikus sejtszámmal egy magyar parlagi kecske állományban. *Tejgazdaság*. **71**, (1–2) 15–19.
- Pirisi, A. – Lauret, A. – Dubeuf, J. P. (2007): Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Ruminant Research*. **68**, 167–178.
- Póti P. (1998): Korszerű tartástechnológiák a juhtenyésztésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. **47**, (Juhtenyésztési különszám) 337–342.
- Rajcevic, M. – Potocnik, K. – Levstek, J. (2003): Correlations between somatic cells count and milk composition with regard to the season. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. **68**, 221–226.
- Rogers, G. W – Hargrove, G. L. (1993): Absence of quadratic relationships between genetic evaluations for somatic cell scores and udder linear traits. *Journal of Dairy Science*. **76**, 3601–3606.
- Sipos M. – Csiszár Á. – Vertséné Z. R. – Szentléleki A. – Tőzsér J. (2009): Első laktációs holstein-fríz tehének laktáció alatti tőgybimbóméret változása. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. **58**, (2) 109–120.
- Süpek Z. (1994): A tőgygyulladások kialakulását befolyásoló tényezők. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. **43**, (6) 529–534.
- Varga L. (2008): Kecsketej mikrobiológiai-higiéniai és fizikai-kémiai jellemzőinek alakulása a laktáció során, a fejéstől a hűtve tárolásig. *Tejgazdaság*. **68**, (1–2) 83–91.
- 94/71/EC (1994): Directive amending Directive 92/46/EC laying down the health rules for the production and placing on the market of raw milk, heat-treated milk and milk-based products. *Off. J. Eur. Community L368*, 33–37.

A szerzők levélcíme – Address of the authors:

PAJOR Ferenc – WEIDEL Walter – BÁRÁNY Tamás – PÓTI Péter
Szent István Egyetem
Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar
H-2103 Gödöllő, Páter Károly út 1.

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

WEIDEL Walter – POLGÁR J. Péter
Pannon Egyetem
Georgikon Kar
H-8360 Keszthely, Deák Ferenc u. 16.



Analysis of parameters affecting the shelf life of liquid whole egg

CSABA NÉMETH¹ – ISTVÁN DALMADI¹ – GÁBOR JÓNÁSI¹ – LÁSZLÓ FRIEDRICH¹ –
JÓZSEF SURÁNYI¹ – BALÁZS MRÁZ² – ÁGNES SUHAJDA³ – CSABA BALLA¹

¹ Corvinus University of Budapest
Faculty of Food Science
Department of Refrigeration and Livestock Products Technology
Budapest

² Corvinus University of Budapest
Faculty of Food Science
Department of Microbiology and Biotechnology
Budapest

³ Budapest University of Technology and Economics
Faculty of Chemical Technology and Biotechnology
Department of Applied Biotechnology and Food Science
Budapest

SUMMARY

In our measurements we tested the changes in viable cell count in liquid whole eggs. Central complex rotation design was used in planning our experiments, and response surface method (RSM) was applied to analyze the effect of each parameter (pH, storage temperature, storage time and preservative content) on the viable cell count.

Based on our measurements, in addition to the storage time, the pH value and storage temperature of liquid egg samples significantly affect ($p < 0.01$) the viable cell count, but any inhibitory effect of preservatives (Na benzoate, K sorbate mixture) on microbial growth could not be clearly detected.

Using the secondary polynomial model which was adjusted to our data, the measurements were defined very well; therefore it is hoped that our results will afford real help in estimation of the microbiological condition of liquid whole egg products which are preserved by various methods.

Keywords: liquid egg, preservative, pH, storage temperature.

INTRODUCTION

Shelf life of liquid egg products is relatively short, since proteins responsible for the microbial resistance of eggshell are denatured during pasteurization (*Baron et al.* 1999),

and the mixture of egg white and yolk provides an excellent medium for microbial growth (Powrie and Nakai 1985). Therefore, liquid egg production plants use various preservatives to increase the shelf life of their products. Such substances include citric acid and other additives which adhere to the Hungarian Codex Alimentarius, such as sodium benzoate and potassium sorbate. Total maximum allowable concentration of these two preservatives together is 5000 mg/l (*Codex Alimentarius Hungaricus* 1995).

The main limitation in the selection of the amount of citric acid is the pH sensitive proteins of egg; these proteins are denatured at a relatively high rate, a pH lower than 5 (Ferreira *et al.* 1997). The adjusted acidity strongly influences the efficiency of preservatives that can be used in liquid egg products. To complicate matters further, potassium sorbate and sodium benzoate do not have the appropriate effect at nearly neutral pH values (Marín *et al.* 2003).

Sodium benzoate and potassium sorbate can be added to liquid egg products in any amounts up to a concentration of 5000 mg/l (one of them can even be omitted); however, experiments with foods prepared with eggs have shown that these substances can significantly reduce microbial growth only when present in combinations (Wind and Restaino 1995). It should be noted that besides correct selection of preservatives, there are three other factors which also significantly affect the shelf life of products: adequate storage temperature (Schoeni *et al.* 1995, McQuestin *et al.* 2010), microbial contamination, and composition of the fresh product from the production line (Petraik *et al.* 2000).

Our purpose with this work was to determine how the total viable cell count changes in liquid whole eggs under refrigeration, depending on the storage temperature, the pH value of samples, and their preservative content.

MATERIALS AND METHODS

Samples and storage

Liquid egg white samples (pH = 7.1±0.1) were obtained from a Hungarian egg processing plant. Samples were raw liquid egg which had not been subjected to heat treatment. Liquid egg samples were collected from the production line the evening before the experiment, and were refrigerated at 4 °C for a maximum of 24 hours until the tests were started.

The pH value of samples was adjusted with citric acid, and we used a mixture of sodium benzoate and potassium sorbate in 1:1 ratio as preservative. After the adjustment of pH and preservative content, the baseline of total viable cell count (N_0) of all samples was measured and found to be nearly identical, 2.68×10^3 ($\lg N_0 = 3.43 \pm 0.19$). After adjustment of the values the samples were stored at 4 to 10 °C in a refrigerator in accordance with the test requirements.

Test design, data analysis

The central complex rotation design (CCRD) (Box and Draper 1987) was used for the tests. The response surface method (RSM) was applied to analyze how each variable (pH, storage temperature, storage time, and preservative content) influenced the viable

cell count. *Tables 1.* and *2.* show the design of the experiment and the factor levels. The main advantage of this experimental approach is the decreased number of the tests to be performed. However, sufficient information was available for acceptable statistical results.

Table 1. Trial design and factor levels in encoded values

	Encoded factor	-2	-1	0	+1	+2
pH	X ₁	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
Preservative concentration (g/kg)	X ₂	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7
Storage temperature (°C)	X ₃	4	6	8	10	12
Storage time (day)	X ₄	1	4	7	10	13

Table 2. Trial design and factor levels (%) in actual values and test

Test no.	pH	Preservative concentration (g/kg)	Storage temperature (°C)	Storage time (day)	lg(N/N ₀)
1	4	0.3	8	7	0.05±0.01
2	6	0.3	8	7	7.52±0.38
3	5	0.0	8	7	1.69±0.20
4	5	0.7	8	7	1.60±0.32
5	5	0.3	4	7	0.24±0.09
6	5	0.3	12	7	8.26±0.42
7	5	0.3	8	1	0.24±0.14
8	5	0.3	8	13	3.02±0.55
9	4.5	0.1	6	4	0.14±0.07
10	5.5	0.1	6	4	0.79±0.19
11	4.5	0.5	6	4	0.60±0.09
12	5.5	0.5	6	4	0.77±0.13
13	4.5	0.1	10	4	0.70±0.25
14	5.5	0.1	10	4	2.79±0.34
15	4.5	0.5	10	4	0.66±0.09
16	5.5	0.5	10	4	6.36±0.54
17	4.5	0.1	6	10	0.36±0.05
18	5.5	0.1	6	10	1.98±0.23
19	4.5	0.5	6	10	0.14±0.05
20	5.5	0.5	6	10	1.95±0.13
21	4.5	0.1	10	10	1.76±0.24
22	5.5	0.1	10	10	5.87±0.61
23	4.5	0.5	10	10	1.66±0.26
24	5.5	0.5	10	10	8.12±0.54
25	5	0.3	8	7	1.64±0.11
26	5	0.3	8	7	1.65±0.20
27	5	0.3	8	7	1.68±0.29

N₀ – baseline total viable cell count

N – total viable cell count measured in the test

We used the response surface method for approximation with a polynomial model of second order. Experiments were conducted in random order and data were analyzed with software (Unscrambler v 9.1 (CAMO PROCESS AS, OSLO, Norway). There were four

X variables in the general form of the second order polynomial model used in this study:

$$Y = \beta + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{44} X_4^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{14} X_1 X_4 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{24} X_2 X_4 + \beta_{34} X_3 X_4$$

that provide with linear X_1 , X_2 , X_3 , X_4 expressions and quadratic X_1^2 , X_2^2 , X_3^2 , X_4^2 expressions. The X_1 variable represents the pH adjusted with citric acid, X_2 represents the preservative concentration, X_3 represents the storage temperature, and X_4 represents the storage time. Y is the independent variable to be determined by the model (change in viable cell count). β is the intercept, and β_1 , β_2 , β_3 , β_4 , β_{11} , β_{22} , β_{33} , β_{44} , β_{12} , β_{13} , β_{14} , β_{23} , β_{24} , β_{34} expressions are the regression coefficients of the model.

Testing viable cell count

For testing the viable cell count, 1 gram of liquid egg samples were homogenized by continuous stirring and diluted with sterile water. A tenfold dilution series was prepared and from these test samples $1.0\text{--}10^{-8}$ g quantities were transferred into meat liquid agar medium by means of the covered plate pouring technique. The samples were incubated at 30 °C for 72 hours and the colonies grown in each Petri dish were counted. The colony counting was always performed three times. Dishes having less than 30 colonies were not included in the evaluation of results.

RESULTS AND DISCUSSION

Changes of microbial count in samples variously treated and stored are shown in *Table 2*. The effect of the different variables on the viable cell count can be observed even without analysis of the model. For example, in cases when the tests differed only in the pH adjustment (storage time 7 days at 8 °C with addition of 0.3 g/kg preservative), we observed differences of around 6 orders of magnitude between the samples adjusted to pH = 5.0 and pH = 6.0 (Test 2 and Test 26). Considerable differences were found with 7 days' storage at different temperatures, in terms of the change in viable cell count in samples stored at the lowest (4 °C) and at the highest (12 °C) temperatures. In this case, we measured a difference of 8 orders of magnitude between the results of Test 5 and Test 6.

No significant differences appeared among the results, when the quantities of the preservatives were added according to the upper and lower limit (Tests 3 and 4). After 7 days of storage of samples having pH higher than 5.0, an increase in viable cell count of 1.69 ± 0.20 orders of magnitude was observed in samples stored at 8 °C without added preservative, while an increase of 1.60 ± 0.32 orders of magnitude was observed with 0.7 g/kg preservative concentration. We did not observe significant antimicrobial effect of the preservatives added to liquid egg even at lower pH values (pH = 4.0–4.5). In Tests 21 and 23 we did not find any differences between samples containing the preservatives at 0.1 or 0.5 g/kg concentration after storage when the pH was 4.5, the temperature 10 °C and storage time 10 days.

Storage time had a significant effect on the changes of the viable cell count. After storage for 1 and 13 days (as the lower and upper limits) under similar conditions (pH = 5, T = 8 °C, c = 0.3 g/kg preservative) there was a difference of 2.5–3.0 orders of magnitude in the change of viable cell count (Tests 7 and 8).

Based on the statistical analysis of the mathematical model (summarized in *Table 3.*) among the four single variables only the preservative content proved not to be significant ($p = 0.22$).

Table 3. Regression coefficients of the secondary polynomial model for response analysis with encoded units

	β -coefficients	MS	F-ratio	p-value
Intercept	1.657	8.24	10.34	0.01*
pH (A)	3.13	58.77	73.74	0.00*
preservative (B)	1.18	1.34	1.68	0.22
storage temperature (C)	0.775	57.65	72.33	0.00*
storage period (D)	0.203	8.86	11.11	0.01*
A x B	0.328	2.02	2.53	0.14
A x C	0.814	12.45	15.62	0.00*
A x D	0.311	1.81	2.27	0.16
B x C	0.317	1.89	2.37	0.15
B x D	-0.12	0.27	0.35	0.57
C x D	0.276	1.40	1.79	0.21
A x A	0.389	3.78	4.75	0.05*
B x B	-0.105	0.28	0.35	0.57
C x C	0.497	6.188	7.763	0.02*
D x D	-0.109	0.295	0.37	0.55

* significant effect demonstrated

The significant interactions ($p < 0.05$) were as follows: (pH x storage temperature), (pH)² and (storage temperature)².

Figure 1. shows that there was a close correlation ($R = 0.97$) between predicted and measured $\lg(N/N_0)$ taking into account the effects of the four variables and the interactions between them.

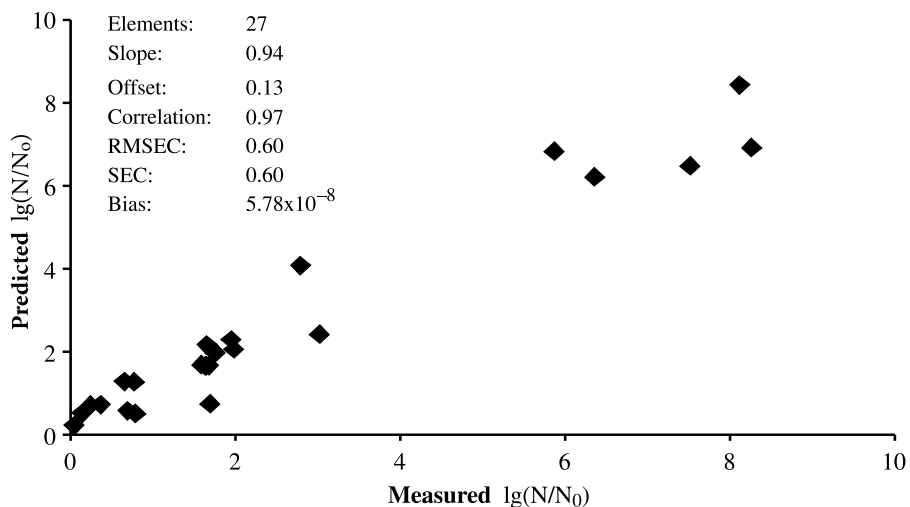


Figure 1. Predicted versus measured viable cell count

In *Figure 2*, the changes of viable cell counts are plotted against one variable while the others are constant. Five readings analyzed at 3 measurement points were revealed by keeping the other 3 variables constant. Three of the 5 readings were in the center of the measurement range (pH = 5.5, preservative concentration = 3.0 g/kg, storage time = 7 days, storage temperature = 8 °C), while one was at the –2 factorial level and the other one at the +2 factorial level. The constant value of the other three variables was the median value of each. It can be seen on the graphs that the results at changing temperature (A), pH (B) and storage time (C) fit quite well with the values described by the model. In the case of preservative (D) the model did not show such a close match to the measurement points. However, observing the scale, we can conclude that the variation during the 7 days of storage was approximately 1 log unit (below 0.2 g/kg preservative concentration).

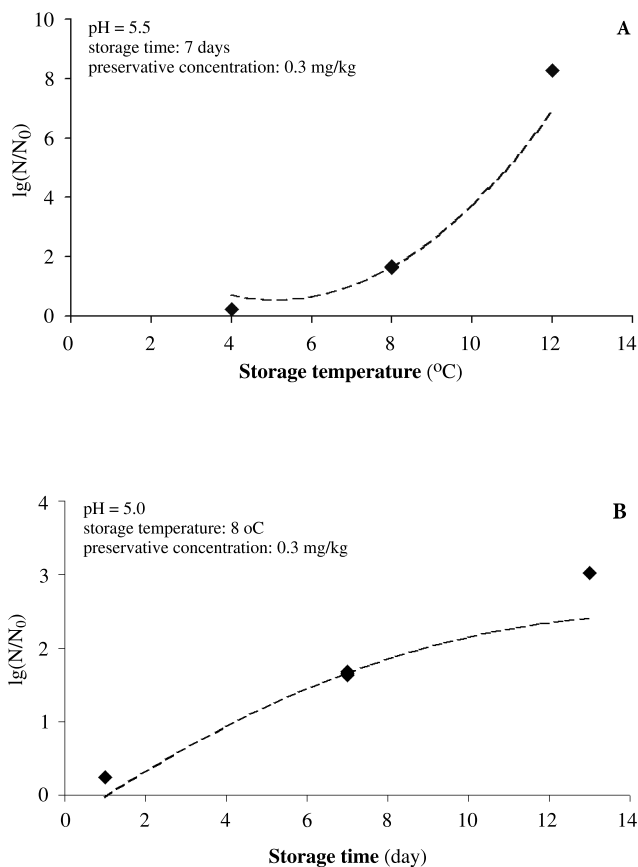


Figure 2A–2B. The changes of the viable cell count in the function of storage temperature (A), storage time (B),
 ◆ measured points; – – model curve

Figure 2A shows the microbial growth at different temperatures. It can be seen that the microbial growth increased at elevated temperatures, which corresponds to the Ratkowsky equation ($k = b*(T-T_{min})^2$), in other words, the microbial growth rate showed a quadratic correlation with the temperature (Adams and Moss 1995).

Figure 2B shows the effect of storage on the increase of viable cell count. It can be seen that under constant environmental conditions the microbial growth rate was constant as well.

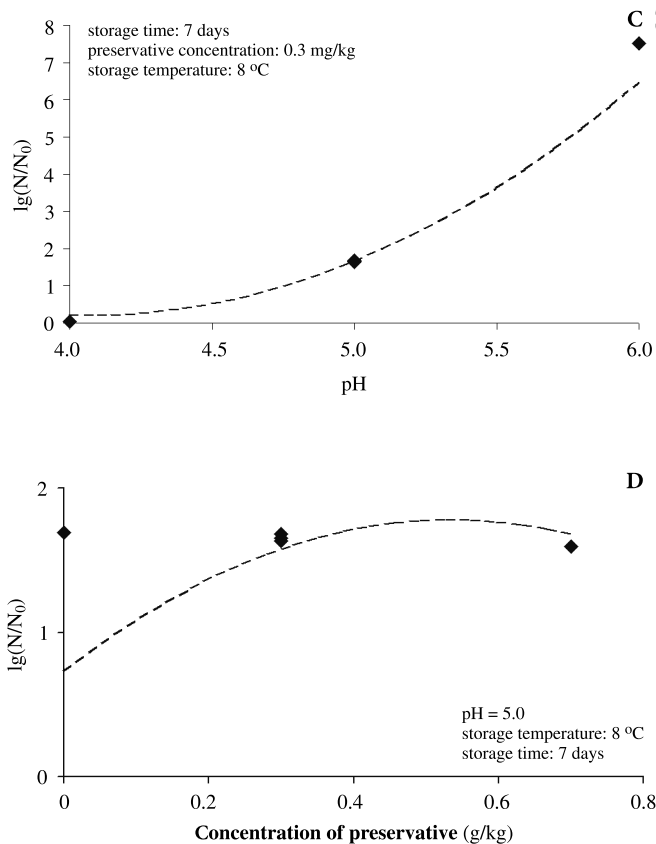


Figure 2C–D The changes of the viable cell count in the function of pH (C) and concentration of preservative (D)

◆ measured points; -- model curve

Figure 2C shows the effect of the pH on the changes in viable cell count. Below the optimal pH level, the growth rate coefficient related almost quadratically to the pH. In the literature this is described as the expanded Ratkowsky equation $k = b*(pH-pH_{min})^2$. The effect of the concentration of preservatives on the changes in viable cell number is presented in Figure 2D. No significant correlation is shown. This can be explained by the pH level

applied, since at this pH level the undissociated ratio of benzoic acid is 13% and that of sorbic acid is 30% (Deák 2006) which is not strong enough to inhibit the microbial growth. *Figure 3.* shows the 3D surface of the changes in the viable cell count in liquid egg as the function of preservative concentrations and pH values. *Figure 3.* demonstrates that the concentration of the preservatives had no significant effect on the changes in the viable cell count.

In terms of plotting the changes in viable cell count as a function of the preservative concentration and storage temperature (*Figure 4.*) or storage time (*Figure 5.*), the preservative concentration obviously had less effect on $\lg(N/N_0)$ compared to the other two variables.

While in the case of storage below 8 °C for 7 days the changes in viable cell counts were not significant, at 10 °C we experienced an increase of approximately 4 log units in the viable cell counts (*Figure 4.*).

Figure 5. shows the changes in the viable cell counts as a function of the storage time and the preservative concentration. It can be seen that the preservative had no positive effect on the inhibition of microbial growth. The $\lg(N/N_0)$ value increased relatively continuously. When the changes in microbial count were plotted as a function of any 2 elements: pH, storage temperature, and storage time (*Figures 6–8*); we observed that each variable significantly affected the microbial growth and all at similar levels. *Figures 5–7.* show that the microbial growth was appropriately inhibited at the lower limits of the tested range of pH and storage temperature (pH = 4.0 or T = 4 °C). Therefore, based on the model, in samples acidified to pH = 4.0 there is no reason to anticipate significant changes in the viable cell count even at temperatures around 10 °C. These results correspond with the growth ranges tested in micro-organisms typically present in egg (Schoeni *et al.* 1995, Hänninen *et al.* 1984).

When we combined the appropriate storage temperature (4–6 °C) with the low pH (below 5.0), we did not observe changes in the viable cell counts (*Figure 6.*). However, we detected rapid increase in the viable cell counts for any changes in conditions when the storage temperature was above 8 °C and the pH was higher than 5.0.

The data presented in *Table 3.* show that among all the variables under consideration, only the interaction of (pH x storage temperature) and the quadratic parameters of (pH)² and (storage temperature)² had significant ($p < 0.05$) effects on the viable cell count. This corresponds to the literature, and is explained by the Ratkowsky equation and experience with the combined preservation techniques. That is because the suboptimal culture conditions increase the demand of microbes on other environmental factors being optimal (Adams and Moss 1995).

When we plotted the changes in viable cell counts as a function of storage temperature and pH (*Figure 6.*) it appeared that below pH 4.5 there were no significant changes in viable cell count during the time interval of the experiments (4–10 days). At elevated pH values the increase of viable cell counts was significantly higher. At pH = 6.0 after 10 days of storage we observed a considerable change of 8 log units in the viable cell count, much higher than at pH 4.5.

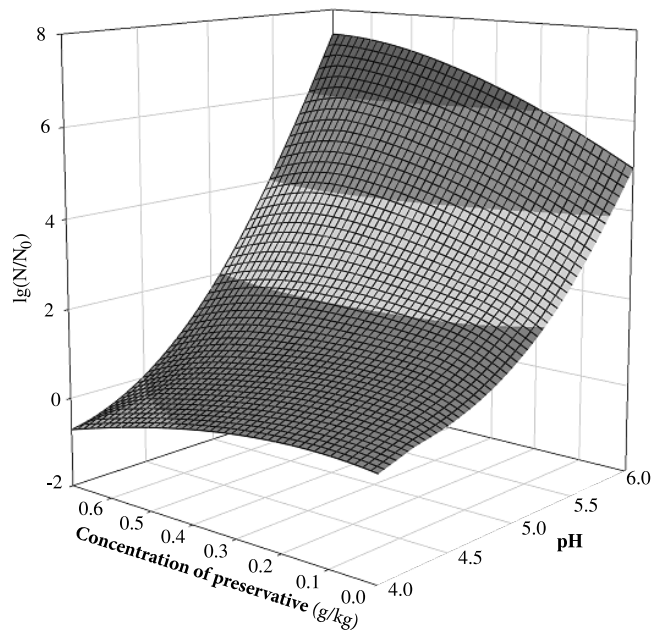


Figure 3. Viable cell count as the function of preservative concentration and pH (storage temperature: 8 °C; storage time: 7 days)

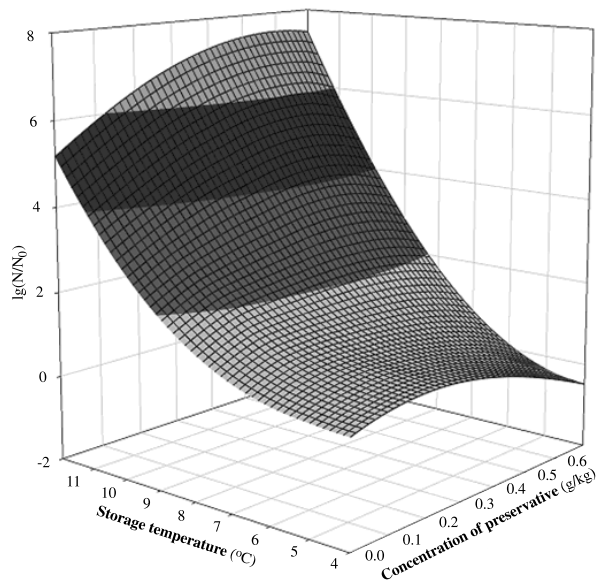


Figure 4. Viable cell count as the function of storage temperature and preservative concentration (pH = 5.0; storage time: 7 days)

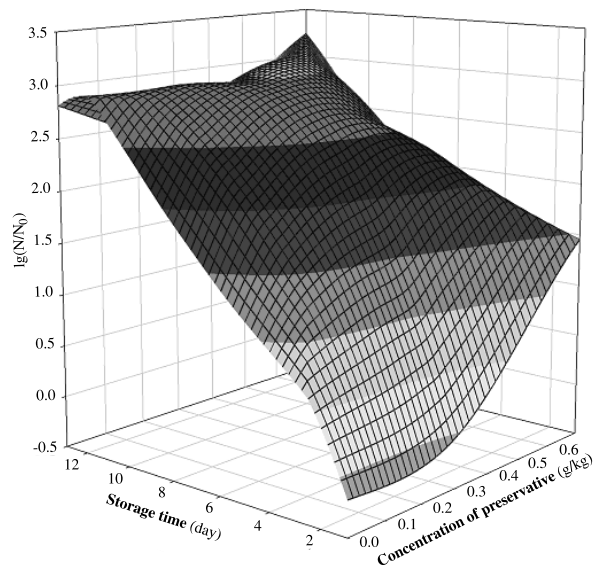


Figure 5. Viable cell count as the function of storage time and preservative concentration (pH = 5.0; storage temperature: 8 °C)

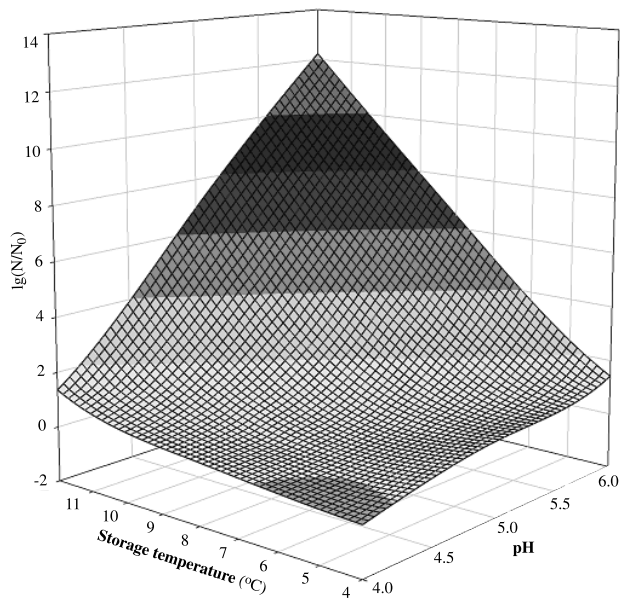


Figure 6. Viable cell count as the function of storage temperature and pH (preservative concentration: 0.3 g/kg; storage time: 7 days)

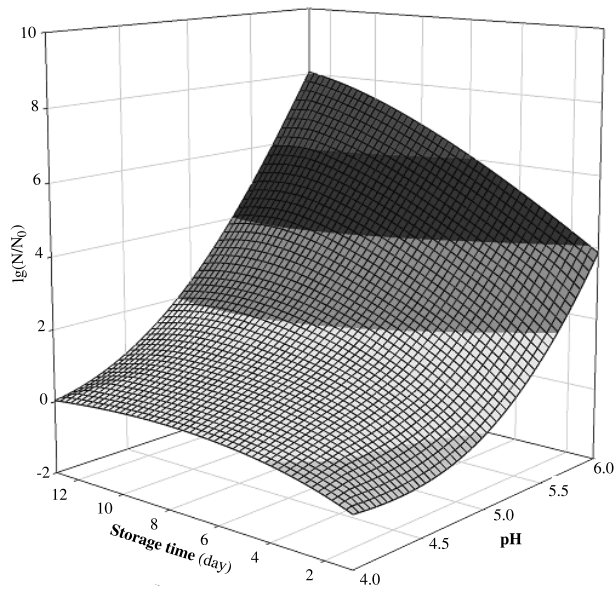


Figure 7. Viable cell count as the function of storage time and pH (preservative concentration: 0.3 g/kg; storage temperature: 8 °C)

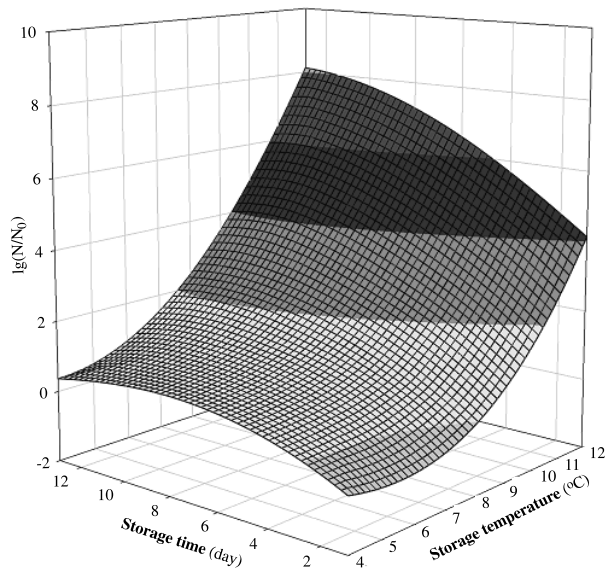


Figure 8. Viable cell count as the function of storage time and storage temperature (pH = 5.0; preservative concentration: 0.3 g/kg)

CONCLUSIONS

The pH and the storage temperature of liquid eggs significantly affected the change in viable cell count during storage. However, our measurements did not clearly demonstrate that the mixture of sodium benzoate and potassium sorbate added to liquid egg at the approved concentration range would significantly inhibit microbial growth.

Storage time was introduced into the experiments as the fourth variable. This allowed us to obtain a model highly correlated with our results ($r = 0.97$) by which it was possible to calculate quite accurately the storage time as it related to a specific increase in viable cell count in various liquid whole egg products.

Microbial contamination of liquid whole egg products may vary, thus our purpose in the future will be to analyze microbial composition and its effects on the shelf life of liquid egg products.

Teljes tojáslé eltarthatóságát befolyásoló paraméterek vizsgálata

NÉMETH CSABA¹ – DALMADI ISTVÁN¹ – MRÁZ BALÁZS² – SUHAJDA ÁGNES³
FRIEDRICH LÁSZLÓ¹ – SURÁNYI JÓZSEF¹ – BALLA CSABA¹

¹ Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Hűtő- és Állatitermék Technológiai Tanszék
Budapest

² Budapesti Corvinus Egyetem
Élelmiszertudományi Kar
Mikrobiológiai és Biotechnológiai Tanszék
Budapest

³ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar
Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék
Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

Méréseink során a teljes tojáslevekben tárolás során bekövetkező élősejtszám-változást vizsgáltuk. Kísérletünk megtervezésénél központi összetett rotációs elrendezést (CCRD) alkalmaztunk, és az egyes változók (pH, tárolási hőmérséklet, tárolási idő és tartósítószer-tartalom) élősejtszám-növekedésre gyakorolt hatásának elemzéséhez a válaszfelület-módszert (RSM) használtuk.

Méréseink alapján a tárolási idő mellett a tojásléminták pH-értéke, illetve tárolási hőmérséklete is szignifikánsan ($p < 0,01$) befolyásolja az élősejtszám alakulását, ugyanakkor a tartósítószer (Na-benzoát, K-szorbát keverék) hozzáadásának mikrobaszaporodást gátló hatását nem tudtuk egyértelműen kimutatni.

A mérési eredményeinkre illesztett másodfokú polinomiális modellel jól leírhatóak voltak az eredményeink, így eredményeink remélhetőleg tényleges segítséget nyújthatnak a különböző módon tartósított teljestojáslé-termékek mikrobiológiai állapotának megbecsüléséhez.

Kulcsszavak: tojáslé, tartósítószer, pH, tárolási idő.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors wish to thank Dr. Béla Janzsó (Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Department of Applied Biotechnology and Food Science) for his suggestions and discussions.

REFERENCES

- Adams, M. R. – Moss, M. O. (1995): Food Microbiology, The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Cambridge.
- Baron, F. – Gautier, M. – Brulé, G. (1999): Rapid growth of *Salmonella* Enteritidis in egg white reconstituted from industrial egg white powder. *J. Food Protect.* **62**, 585–592.
- Box, G. E. P. – Draper, N. R. (1987): Empirical Model-building and Response Surfaces, John Wiley and Sons Inc. New York, NY.
- Codex Alimentarius Hungaricus* (Magyar élelmiszerkönyv) (1995): 1-2-95/2 számú előírás. Az élelmiszerekben használható adalékanyagok, az édesítőszer és a színezékek kivételével
- Deák T. (2006): Élelmiszer-mikrobiológia, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 161.
- Ferreira, M. – Hofer, C. – Raemy, A. (1997): A calorimetric study of egg white proteins. *J. Therm. Anal.*, **48**, 683–690.
- Hänninen, M. L. – Korkeala, H. – Pakkala, P. (1984): Growth and survival characteristics of *Campylobacter jejuni* in liquid egg. *J. Hyg.*, **92**, 53–58.
- Marín, S. – Abellana, M. – Rubinat, M. – Sanchis, V. – Ramos, A. J. (2003): Efficacy of sorbates on the control of the growth of *Eurotium* species in bakery products with near neutral pH. *Int. J. Food Microbiol.*, **87**, 251–258.
- McQuestin, O. J. – Musgrove, M. T. – Tamplin, M. L. (2010): Kinetics of growth and inactivation of *Salmonella enterica* serotype Typhimurium DT104 in pasteurised liquid egg products. *Food Microbiol.*, **27**, 396–402.
- Petrak, T. – Medic, H. – Novakovic, P. – Botka-Petrak K. (2000): Bacteriological contamination of egg products after thermal preservation processes. *Acta Aliment.*, **29**, 315–322.
- Powrie, W. D. – Nakai, S. (1985) Characteristics of edible fluids of animal origin: Eggs. Pages 832–834 in: *Food Chem.*, O. R. Fennema, ed. 2nd ed. Marcel Dekker, Inc., New York, NY.
- Schoeni, J. L. – Glass, K. A. – McDermott, J. L. – Wong, A. C. L. (1995): Growth and penetration of *Salmonella enteritidis*, *Salmonella heidelberg* and *Salmonella typhimurium* in eggs. *Int. J. Food Microbiol.*, **24**, 385–396.
- Wind, C. E. – Restaino, L. (1995): Antimicrobial Effectiveness of Potassium Sorbate and Sodium Benzoate against *Zygosaccharomyces bailii* in a Salsa Mayonnaise. *J. Food Protect.*, **58**, 1257–1259.

Address of the authors – A szerzők levélcíme:

NÉMETH Csaba – DALMADI István – GÁBOR Jónás – FRIEDRICH László –
SURÁNYI József – BALLA Csaba
Corvinus University of Budapest
Faculty of Food Science
Department of Refrigeration and Livestock Products Technology
H-1118 Budapest, Ménesi út 43–45.

MRÁZ Balázs
Corvinus University of Budapest
Faculty of Food Science
Department of Microbiology and Biotechnology
H-1118, Budapest, Somlói út 14–16.

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.



Könyvszemle

AGROMETEOROLÓGIAI ÉS KLIMATOLÓGIAI ALAPISMERETEK

(Szerkesztette: Anda Angéla és Kocsis Tímea)

A Mezőgazda Kiadó gondozásában 2010-ben megjelent Agrometeorológiai és klimatológiai alapismeretek című (tan)könyv 382 oldalas terjedelemben foglalja össze a legfontosabb meteorológiai és klimatológiai ismereteket.

A külső megjelenésében tetszetős, kemény kötésben megjelent könyv olyan hazai szerzők tollából született, akik méltán megérdemlik a szakmai elismertséget.

ANDA ANGÉLA professzor asszony, habilitált egyetemi tanár a Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Meteorológiai és Vízgazdálkodási tanszékének vezetője, az MTA Meteorológiai Szakbizottságán belül működő Agrometeorológiai Albizottság elnöke. KOCSIS TÍMEA egyetemi adjunktus, a Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar Meteorológia és Vízgazdálkodás Tanszék munkatársa. Kutatói munkáját az éghajlatváltozás, valamint annak hatása a mezőgazdaságra témákban végzi. KOVÁCS ALFRÉD a Szent István Egyetem Szarvasmarha- és Juhtenyésztési Tanszék docense, a zoometeorológia kiváló ismerője. TÓKEI LÁSZLÓ a Budapesti Corvinus Egyetem tanszékvezető egyetemi docense, a kertészeti termesztés időjárási kockázati tényezőivel, valamint a kertészeti ültetvények állományklímájának vizsgálatával foglalkozik. VARGA ZOLTÁN a Nyugat-magyarországi Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar egyetemi docense, a meteorológiai információk mezőgazdasági hasznosításának kutatója. A könyv megjelenésének aktualitását mi sem jelzi jobban, minthogy a meteorológiai extrémítások időszakában a mezőgazdaságban dolgozó agrárszakembereknek egyre elmélyültebb meteorológiai-klimatológiai ismeretekre van szüksége ahhoz, hogy tevékenységüket sikerrel végezhessék. A globális klímaváltozás következményeire, a szélsőséges időjárási eseményekre, valamint az időjárás okozta károk megelőzésére csak úgy lehet felkészülni, ha rendelkezünk a nélkülözhetetlen alapismeretekkel. A napsugárzás, a felszíni-, illetve növényi vízforgalom, valamint a növények fejlődését befolyásoló meteorológiai tényezők folyamatos változása megköveteli az agrármérnököktől, hogy legalább alapszinten tisztában legyenek az életüket és sikerességüket befolyásoló tényezők szerepével és hatásaival.

A tankönyv megírásakor a szerzők alapvető törekvése az volt, hogy az alapszakos hallgatók számára összegezzék az agrometeorológiai és klimatológiai alapismereteket, azonban ezen törekvést néha túlszárnyalva olyan könyv született meg, amely a mesterszakos képzés során is méltán megállja helyét. A mű megírása során a szerzők szemléletes ábrákkal illusztrálták az egyes fejezeteket, amely elsősorban az anyag elsajátításához nyújt segítséget. Ezzel ugyanakkor azt is elérték, hogy a könyv nem csak a szűk szakmai közönség számára nyújt támpontot az ismeretanyag elsajátításához, hanem a szélesebb rétegek /agro/meteorológiai, klimatológiai kíváncsiságának kielégítésére is alkalmassá vált.

A tankönyv tizenegy fejezetre bontva vezeti végig a hallgatókat és az érdeklődő olvasókat az ismeretanyagon. Az első fejezetben a meteorológiai alapismeretek, a légkör, mint élettelen környezeti elem, valamint a légkör fő összetevőinek, a nitrogénnek és az oxigénnek a légköri szerepe kerül bemutatásra agrometeorológiai szempontból. Külön alfejezet olvasható a transzportfolyamatokról, amelyek a talaj–növény–légkör rendszerben az agrármérnökök szempontjából különös jelentőséggel bírnak.

A második fejezet a légköri nyomgázok hatását, az üvegházhatású gázok koncentrációváltozását, valamint a változás miatt bekövetkező globális kihívásokat mutatja be. Itt ismerkedhet meg az olvasó a globális éghajlatváltozás várható hatásainak magyarországi vonatkozásaival, valamint itt kerül említésre a VAHAVA projekt és a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia. A harmadik, negyedik és ötödik fejezetek a különböző éghajlati elemek, a napsugárzás a hőháztartás és a víz környezeti szerepéről nyújtanak jól rendszerezett, logikusan felépülő ismereteket. A hatodik fejezet az éghajlattani alapok elsajátítását teszi lehetővé, felhasználva a ma már klasszikusnak számító korábbi munkákat. A fejezet számos határ-tudományterület (pl.: földrajztudomány) művelője számára is jó összegzést nyújt. Különösen hasznosak az itt található színes illusztrációk, amelyek szemléletesen mutatják be az egyes éghajlatok, valamint éghajlati elemek területi értékeiben jelentkező különbségeket. A hetedik fejezet a mezo- és mikroklimatológiai ismereteket, valamint azok gyakorlati alkalmazását mutatja be a tájépítészeti meteorológia (pl.: városklíma, vízparti klíma), valamint a kertészeti kultúrák állományklímáján keresztül. A nyolcadik fejezet a zoometeorológia világába kalauzol. Itt az állattartás mikroklima igényét, valamint az állatbetegségek és állati kártevők valamint a meteorológiai viszonyok összefüggés rendszerét ismerhetjük meg. Fontos része a fejezetnek, hogy az állattenyésztésből származó légszennyező anyagokat ismertetve az állattenyésztés és a meteorológia kölcsönösségi viszonyait is bemutatja. A kilencedik fejezet az agrometeorológiai információk hasznosításának alapjaival, valamint azok gyakorlati vonatkozásaival foglalkozik. Mivel a könyv a jövő szakembereinek íródott, ennek különös jelentősége van, hiszen az állandó döntéskényszerben lévő gazdálkodó a gyakorlatban csak az agrometeorológiai információk hasznosítása alapján tud megalapozott döntést hozni. A tizedik fejezet a meteorológia néhány speciális feladatába enged betekintést, elsősorban a modellezést és az időjárás kártételeket és azok elleni védekezés lehetőségét kiemelve. A tizenegyedik fejezet a levegőszennyezés növényekre gyakorolt hatását, valamint a savas ülepedést mutatja be. A könyv végén található függelék a matematikai-statisztikai alapismereteket meteorológiai alkalmazásokkal szemléltetve mutatja be.

A fejezetek végén megtalálható irodalmi hivatkozások hozzásegítik a kíváncsi olvasót ahhoz, hogy az egyes fejezetekben érdeklődésére számot tartó ismereteket tovább mélyítse. A tankönyv szerzőinek eddigi tudományos-, oktatási- és publikációs tevékenysége, valamint JUHÁSZ LAJOS és VARGA-HASZONITS ZOLTÁN lektori munkája garancia arra, hogy az olvasó olyan tudásanyagot szerezzen meg a könyv elolvasása során, amely hozzásegíti az agrometeorológiai és klimatológiai kérdésekben való biztos eligazodásban. A munka idén februárban ITSZB Nívódíjban is részesült.

Ajánlom ezt a könyvet minden leendő agrármérnöknek, akik bár közvetlenül befolyásolni nem tudják a klimatológiai viszonyokat, azokat megértve a hatásokra fel tudnak készülni, valamint a gyakorló agrárszakembereknek, akik a könyv segítségével felfrissíthetik korábbi tudásanyagukat.

Dr. Milics Gábor

FENNTARTHATÓ SZEMLÉLETŰ SZÁNTÓFÖLDI NÖVÉNYTERMESZTÉSTAN

(Szerkesztette: Radics László)

Immáron befejezett tény az utóbbi évtizedek legnagyobb növénytermesztési vállalkozásnak tekinthető a Fenntartható szántóföldi növénytermesztés c. könyv megjelenése. A nagy terjedelemre való tekintettel csak 3 kötetben fért meg az a sok új ismeret, ami a legutóbbi Láng Géza által szerkesztett növénytermesztési kézikönyv óta vált nyilvánossá. A könyv a fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés-tani ismereteket közli.

A munkát jellemző számok listája impozáns. A három könyvben összesen száz szerző szerepel. A lektorok száma nyolc, a növényfajok száma nyolcvannégy. Ezenkívül tíz fűfaj, energianövények öt faj – illetve néhány növénynél utalás az ilyen irányú felhasználásra – és három keverék, festőnövények hat faj, méhlegelőnövények – ebben nincsenek külön fajok – és zöldségfélék tizenöt faj. Mindösszesen százhusz faj és három keverék. A fejezetek száma százhat, amelyet egy függelék és mindhárom könyvben irodalomjegyzék javasolt irodalommal tesz teljessé. A fenntartható gazdálkodás kifejezés a szakirodalomban az 1980-as években vált ismertté, amikor a Világelemző Intézet (Wordwatch Institute) publikálta „Irány a fenntartható társadalom” című művét. Az 1987. évi amerikai törvény az „Élelmiszerbiztonságról” is a fenntartható fejlődésről szól. „A fenntartható fejlődésnek találkoznia kell a jelen generáció igényeivel úgy, hogy ne csökkentse a következő generáció esélyeit.”

A '80-as évek ezen eseményeinek előzményei azonban a XIX. század végére nyúlnak vissza. A biológia, a bioszféra és a humán ökológia területén több kutató foglalkozott olyan hosszú távú programokkal, amelyeknek célja a természet és a humán erőforrások megőrzése volt. Az elsők egyike Aldo Leopold iowai származású ökológus. Felismerte, hogy a természet megőrzésének alapja a felszín alatti vizek tisztasága. Vallotta, hogy a természetnek önmegújuló képessége van, melynek működését nekünk kell biztosítani. Nevét ma is viseli az iowai Leopold Center, mely új természetstechnológiák kutatásával, fejlesztésével, képzéssel és szaktanácsadással is foglalkozik. A fenntartható fejlődés filozófiáját Aldo Leopold és Charles Benbrook így fogalmazta meg: „Soha nem tudjuk elérni a természettel való harmóniát, amíg el akarjuk érni az ember teljes szabadságát, de törekednünk kell rá.”

A fenntartható mezőgazdasági kifejezést először Web Jackson genetikus használta 1978-ban. A fenntartható gazdálkodással foglalkozó fontos kutató- és oktatóközpont, a Henry A. Wallace (Henry A. Wallace Center for Agricultural & Environmental Policy at Winrock International) szintén az Egyesült Államokban van. Természetesen más államokban, más néven, más filozófiai alapvetésekkel, de ugyanazokkal a környezeti, társadalmi és szociológiai törekvésekkel is megjelent ez a gondolat.

A múlt század '20-as éveiben a biodinamikus gazdálkodással Németországban, hazánkban pedig a fenntarthatóság megismerése és elismerése Ubrizsy Gábor környezetvédelmi gondolataival kezdődött az 1960-as évek végén. Bevezette az integrált növényvédelem fogalmát és követelményeit, máig időtálló érvennyel. Őt követte a környezetvédelem tekintetében két fenntarthatósággal foglalkozó iskola, Láng István vezetésével a környezetvédelmi és Stafonovits Pál irányításával a talajtani-környezetvédelmi. Tanítványaik, munkatársaik

és követők mind a mai napig meghatározók a fenntartható mezőgazdaság oktatásában, kutatásában, továbbfejlesztésében. Az ő eszmei hatásuk alapján íródott a Fenntartható szemléletű szántóföldi növénytermesztés című könyv.

Az alábbiakban a teljesség igénye nélkül arra a néhány fejezetre hívnám fel a figyelmet, amely meghatározza a fenntartható szemléletet.

A szántóföldi növénytermesztés nem termelési folyamat, hanem adott ökológiai környezetbe ágyazott kölcsönhatások együtthatalma. Ezért fontos vizsgálni az ökológiai tényezők szerepét a szántóföldi növénytermesztésben. Erről a témáról egy bőszeges fejezettel találkozik az olvasó, olyan szemlélettel és ismeretekkel, amellyel a magyar növénytermesztési szakirodalom eddig nem foglalkozott. Ugyancsak korszerű ismereteket kap az olvasó az alapozó talajművelés taglalásánál. Áttörést jelentenek a fenntartható szemléletben a tápanyag-gazdálkodás fejezet és a részletes növénytermesztésben adott új ismeretek Németh Tamás és munkacsoportja tollából. Több évtizedes trágyázási szemlélet okszerű korrekciójának lehet tanúja az olvasó könyvünkben.

A növényssorrend, kettős termesztés szemlélet is jelentősen eltér az eddig tankönyvekben megjelent szemlélettől, csakúgy, mint a növényvédelem integrált szemléletű bemutatása. Könyvünk teljesen száműzte az ún. piros szereket, melyek a fenntarthatatlanság legálisan alkalmazott jelképei.

A vízgazdálkodással és a mezőgazdasági táblák természetes, telepített (épített) és biológiai környezetével foglalkozó részek szintén a merőben új szemléletet közvetítik a gazdák, kutatók és hallgatók felé.

Néhány kifejezetten a gyakorlatot, illetve a gyakorlati kutatást segítő fejezet mára az általános növénytermesztés része. Ezek a termésbecslést, kárbecslést, minőségbiztosítást és a gazdálkodási rendszereket bemutató fejezetekben található.

Utoljára említem a nemesítéssel foglalkozó fejezetet. Ez mértékadó és közérthető módon kíván eligazítani a témában.

A részletes növénytermesztés a gabonafélékkel kezdődik és fejeződik be az első kötetben. A második és harmadik kötet fejezeteit teljesen átírták egy új tápanyag-ellátási rendszer Árendás Tamás, Csathó Péter és Németh Tamás tollából.

Hatalmas vállalkozás volt a fenntartható növényvédelem termesztett növényenkénti anyagának összegyűjtése a Nyugat-magyarországi Egyetem oktatóinak gárdájától.

Aki fellapozza a könyvet, megtalálja az alapvető ismereteket minden Magyarországon termesztett növényről. Külön „múzeumi” anyagban megjelentettük azon növények természetére vonatkozó próbálkozásokat, amelyek totális kudarcba fulladtak – tanulságul azoknak, akik nem mérik fel egy-egy növény ökológiai amplitúdóját, illetve hasznát vagy kárát.

Azt hiszem, ez a fejezet jelentősen bővül majd az energianövények köréből. Számos, eddig kézikönyvekben nem szereplő témával foglalkoztunk: méhlegelő, vagy festőnövények, amelyek a biológiai diverzitás fenntartásában is fontos szerepet játszanak.

Aki a szántóföldi kertészeti kultúrák növényeiről kíván ismereteket szerezni, az a Fűszernövények és zöldségfélék című fejezetekben találhat meg minden szükséges információt. A második és harmadik kötet határa a Takarmánynövények című fejezet.

A második kötetben a gabonafélék (benne Berzsényi Zoltán Kukorica című hiánypótló fejezete), a gyök-, és gumós növények, hüvelyesek, olajipari növények szerepelnek, amelyekről már előzőleg szóltunk. Nagyon fontos rész az ún. MÉM NAK (1979) módszer, valamint a költség- és környezetkímélő MTA TAKI – MTA MGKI termesztési és szaktanácsadási rendszer összehasonlítása. A részletes irodalomjegyzék és a szerzők bemutatása csak ráadás az ismeretek tárházában.

Köszönettel tartozom minden munkatársamnak; azoknak, akiknek volt elég tudás a tarsolyában, hogy ezt közreadják, a kiadónak és természetesen a TÁMOP – 4.2.1/B-09/1/KMR-2010-005 projektnek a könyv megjelentetésében nyújtott segítségükért.

Reméljük, könyvünkkel sikerül megállítani azt a kedvezőtlen folyamatot, amely a KSH adataiból kitűnik, ugyanis eszerint évről évre növekszik a gyomirtó szerek, rovarölő szerek aktív hatóanyagainak (kg/ha) forgalma. Ez véleményem szerint nem az intenzív mezőgazdaság igényei miatt van, hanem a gazdálkodás hibáinak elfedésére szolgálnak. Ez pedig messze van a fenntarthatóság szemléletétől.

Dr. Radics László



**English Language Abstracts of PhD Dissertations Defended
in the Doctoral Schools of the Faculty of Agricultural and
Food Sciences at Mosonmagyaróvár
between January 2012 and June 2012**

**Prediction of skip-jack beetles (*Agriotes* spp.)
and wireworms by precision methods**

TAMÁS KOVÁCS

Dissertation Adviser: Géza Kuroli DSc, professor emeritus

During the elaboration of my PhD thesis I investigated the numbers of swarming imagos of *Agriotes* spp. (*A. lineatus*, *A. ustulatus*, *A. obscurus*, *A. sputator*, *A. rufipalpis*) in the fields outside the village Himod near Kapuvár during a period of three years (2005, 2006, 2007) with the use of YATLOR funnel™ (Yf), CSALOMON VARb3 type sex-pheromone traps. The habitat of skip-jack beetle larvae is the soil, where they feed on grown crops and on the roots of the weeds as they are polyphagous. Their damage depends on their numbers calculated per m². Therefore it is necessary to know their numbers in the soil and if their numbers reach or exceed the risk threshold (2–3 pcs/m²). To estimate the numbers of larvae I used the mechanised quadrat volumetric method (forest drill hole and shovel bucket dipping). Wireworms occur in most of the cases in clusters. They can be found in areas chosen by the females that are suitable for egg-laying in groups and offer favourable ecological conditions for the embryonic development. I marked the sample taking sites according to the checkerboard pattern and stored them with precision methods. Besides the samples I measured the featuring parameters of the habitat among them the soil water capacity and soil resistance together with the liquid limit fixed by Arany. Further on I estimated the weed covering particularly the occurrence of field thistle (*Cirsium arvense*). Using the method of comparison, statistical evaluation of the range of data acquired during the 3 years of survey I managed to estimate the connection between the numbers of wireworms and the measured parameters of the habitat. The economic benefit of the method is that we can mark the parts of the fields, where it is advisable to carry out soil disinfection for the sake of preventing damages.

New scientific findings are as follows:

1. I was the first to use species specific sex-pheromone traps to catch swarming skip-jack beetles in the fields outside the village Himod. Based on the data of catches I could estimate the determining role of the species *A. lineatus*, *A. ustulatus* and *A. sputator*. The published data showed that *A. obscurus* was the dominant species in the years of 1960–70.

2. I could observe that swarming peaks of the species *Agriotes lineatus*, *A. ustulatus* and *A. sputator* happened in the last decade of May, although there were some little differences. *A. ustulatus* did not show any swarming peaks.
3. Among the larvae of *Agriotes* species *Agriotes lineatus* dominated in all three years, but the dominance of *A. obscurus* larvae was very low similarly to the imagos.
4. The ditcher is most suitable for sample taking under natural conditions, because we can estimate the numbers of wireworms that live in the soil more precisely and it does not damage the wireworms lifted together with the soil.
5. The low constancy of the wireworms and their variable abundance on the sampling sites prove their cluster-like spreading in the soil.
6. In all three years I could confirm a close positive correlation between the numbers of wireworms and the weed covering (*Cirsium arvense*).
7. There is a strong positive correlation between the numbers of soil living larvae and the soil water capacity. Soils of a water content of higher than 60 V/V% are more optimal for the living conditions of wireworms than those lower than 40 V/V%.
8. Based on the liquid limit fixed by Arany and the values of soil resistance there is a negative correlation between the soil resistance and the density of the wireworms.
9. Based on the research results and with the use of statistical methods we can estimate the localisation of the numbers of wireworms in the soil, which can greatly influence the needs for soil disinfection.
10. If we apply precision crop growing we should take into account the localisation of wireworms and as a result we can save significant costs of operation.

**Improvement of economic efficiency of slaughter pig production
with utilizing by-products from arable crops processing
for energetic purposes**

RICHÁRD MÁRKUS

*Dissertation Advisers: Imre Tell, PhD, associate professor and
Tamás Tóth, PhD, associate professor*

Concerning the use of by-products (rapeseed cake, DDGS) obtained from the biofuel (bioethanol and biodiesel) industry, numerous feeding trials with animals have been conducted up to now worldwide. Doing our own research work, there were 120 Hungarian Large x Hungarian Landrace x Seghers pigs examined in feeding trials. Feeds used in these trials (fattening I. and II. phases) contained 6.8% and 8.5% of rapeseed cake, as well as 8.4% and 10.5% of DDGS. Through utilizing rapeseed cake and/or DDGS, the soybean meal – as a basic component of fodder mixture – was highly substituted by these by-products. Furthermore, feed supplements (e.g. L-lysine HCL) – in order to ensure the same nutrient content of the experimental mixtures – have been used, as well. The overall conclusion that can be drawn is that the use of these by-products – under the conditions required – is an effective tool of improving competitiveness of slaughter pig production. New scientific findings are as follows:

1. The partial substitution of extr. soy with rapeseed cake and DDGS has no unfavourable effect on the performance of fattening. Treatments had no significant impact on carcass quantity, while seasonal effects ($P < 0.01$) influenced it sharply.
2. Relying upon the cost to income calculations of our own experimental findings, the rapeseed cake does not improve the economic efficiency of slaughter pig production, but DDGS improves it considerably.
3. The application is only recommended optionally, as the development of cost-revenue relations is significantly influenced by the extent of substitution and/or the change in (resource) prices. The use of our own model indicates how the gross profit margin ratio can be improved according to the increasing DDGS/rapeseed cake levels in mixtures, as a result of the more favorable economic (cost to income) circumstances.
4. The results of the actual research and the simulation model highlighted that further research should be carried out to investigate the application possibilities of "DDGS" separately, or examinations on the application possibilities of "DDGS" combined with oilseed cake are reasonable.

Development of a biological preservative of good efficacy for the preservation of medium and hard fermentable forages

ESZTER RIGÓ

Dissertation Adviser: János Schmidt, MHAS, professor emeritus

Roughages play an important role in the feeding of ruminants both in terms of nutrition physiology and economics. However the majority of feeds at harvest are not in air-dry state, so it is necessary to preserve them until use. One possible way of preservation is the fermentation. However, for this the natural fermenting ability of some forage shall be improved by using additives (e.g. biological preservative). The use of biological preservatives is spreading nowadays, to improve the natural fermentation capability of forages.

The objective of the dissertation was to develop an efficient carbohydrate-based biological preservative, which is suitable for the production of good quality and stable silages from moderate and hard fermentable green forages, with a high security, low losses and a good lactic acid:acetic acid ratio.

Because feedstuffs, rich in fermentable carbohydrates are not available in sufficient quantities in our country, we designed to provide the necessary carbohydrates by the enzymatic breakdown of corn starch. We planned to do it not "in situ" in the silo, but under controlled conditions (temperature, pH). Later on the hydrolyzed and dried corn meal product shall be added to the green alfalfa or grass before ensiling. The energy demand of enzymatic hydrolysis is greatly affected by the amount of energy, used for heating up the water to 90 °C, added prior to the corn meal for setting the DM content of the medium. Most of this energy can be saved if we use e.g. hot whey (80–85 °C), a by-product of the ricotta cheese manufacturing, instead of water for adjusting the DM of the medium. In addition to energy efficiencies, this also has the advantage that the fermentable sugar content of the hydrolysate can be further increased. When determining the whey proportion of the mixture we assumed that the lactose content of the ricotta whey should increase substantially the reducing sugar content of the preservative, but the DM content of the mixture should not exceed 30%. A proportion of 1 kg corn meal and 2.5 kg whey proved to be favourable. Next to the carbohydrate components (hydrolyzed corn meal and ricotta whey) another essential component of the preservative designed is the freeze-dried bacteria culture, which is responsible by changing the racial composition of the epiphyte microflora for the control of the fermentation process.

The fermentation dynamic experiments were performed with green alfalfa and grass wilted of varying degrees. In these experiments we examined the effect of bacterial inoculation combined with hydrolyzed corn meal supplement and with hydrolyzed corn meal and ricotta whey supplement on the fermentation parameters in the function of fermentation time.

Based on the results of the investigations the following new scientific results can be stated:

1. Developed a combined enzymatic hydrolysis procedure by which 90% of the corn starch can be broken down into reducing sugars within 20 hours.
2. Developed a procedure for the use of the ricotta whey, a by product of cheese making, as a silage aid.
3. Based on hydrolyzed corn and ricotta whey developed an efficient biological preservative for the preservation by ensiling of the medium and hard fermentable green forages.
4. In fermentation dynamic experiments determined the dry-matter dependent dose of preservative, by which from green alfalfa or grass a stable silage of low losses and of favourable lactic acid:acetic acid ratio can be produced.

A survey of employment trends in cattle raising farms

ANIKÓ VÁRI

*Dissertation Advisers: Antal Tenk, CSc, professor emeritus and
Tibor Veszeli, CSc, professor emeritus*

Cattle breeding is a significant and decisive branch of agriculture with strategic importance both in Hungary and in the world.

Large scale cattle raising takes place in farms with modern conditions and of technologically – technically high standards. Due to sector- and plant management and planning tasks attention is concentrated on the efficiency of human resource management.

In Hungary a significant quantity of milk is produced in specialized agricultural farms which were established 30–40 years ago with a technical and architectural structure and management typical for the time. They have been only restructured sometimes instinctively in response to the force of quickly changing conditions and circumstances.

Considering the present trends problems in connection with employment in cattle raising farms may arise in the long run (within 10–15 years) but even in the short run (within 3–5 years) as well which may make the development of milk production, in extreme cases its maintenance untenable.

Powerful influences of social processes can be felt in the cattle raising plants analyzing the indicators of age and qualification of the employees. These trends are intensified by those rooting from the character of the jobs and their circumstances. At sectoral and plant level tremendous human resource reserve is to be exploited with purposeful management of work, plant management and training in order to maintain the competitiveness of the sector. The scientific results of the research are the follows.

1. The methodology of the survey what is the complex order of analysis of employment it contains the analysis of demographic data, the survey referring to training, the survey and analysis of work done and research on personal references, attitude, motivation and expectations with the help of questionnaires.
2. Cattle raising farms total up to a major part of milk production, their employees compared to national demographic average show significant ageing. This situation within 3–5 years may threaten to maintain production unless this trend changes.
3. Employees' motivation and system of expectations show though they belong to a socially sensitive and utterly vulnerable layer it is not the material disbursement what matters first for them. It is rather the content of work and working with animals their closeness what counts. This being recognized is of significant importance in motivation and recruiting new employees.
4. Four job groups can be separated in cattle raising farms which contain those jobs which are considered to be homogeneous regarding their content, conditions, economic goals impact on production and the scope of knowledge necessary to perform tasks these are jobs in connection with milking (animal products) farm or farm management. Practical utility of job groups (activities) in labour force planning and human resource development strategy is significant.

5. The research defined the frequency and significance of work activities, the number of workers carrying out the activities that is the degree of specialization in cattle raising farms in Hungary. Accordingly it is necessary to separate almost each general or special activity done by each employee or group of employees the scopes of activities.
6. The comprehensive analysis of vocational training shows that trainings providing qualifications for employees at cattle raising farms pose only as possibilities but their realization in time and content is unbalanced and does not serve labour force supply.

Improving N-3 fatty acid content of bovine milk by feeding

ERNA VISZKET

Dissertation Adviser: Tamás Tóth, PhD, associate professor

Some important nutrient contents and the fatty acid profile of bulk milk samples delivered to a cheese factory located in western part of Hungary were evaluated in a 2-year-long study. Results confirmed that milks from Hungarian cattle farms appear to be lower in nutritionally beneficial n-3 fatty acids (e.g. linolenic acid-C18:3; docosapentaenoic acid C22:5) and c9,t11-C18:2 (conjugated linoleic acid, CLA) compared to international scientific literature. In situ and rumen fermentation model studies were carried out using two fish oil based omega-3 products produced by different coating technology. The efficiency of rumen protected supplements with special fatty acid compositions was evaluated using different preserved fodder based diets (maize silage-alfalfa haylage; grass haylage-alfalfa haylage) in dairy cows feeding. It was stated, that the experimental diets significantly ($P < 0.05$) improved the rate of the most important n-3 fatty acids (e.g. C18:3, C20:5, C22:5) and the tested CLA isomers (e.g. c9,t11-C18:2; t10,c12-C18:2) in milk fat. The high concentration of trans-fatty acids (TFA) measured after feeding experimental diets showed a gradually decreasing trend. This draws attention to the experiments of which aim is to modify the fatty acid composition of milk it is advisable to use longer experimental period.

New scientific findings are as follows:

1. For each of the seasons statistically proved differences were found in the fatty acid compositions of bovine bulk milk samples examined during different periods of years (spring, summer, autumn, winter) regarding all the saturated fatty acids (SFA) analyzed – except for heptadecanoic acid (C17:0) – and in respect of linoleic acid (C18:2) and eicosatrienoic acid (C20:3) levels of the polyunsaturated fatty acids (PUFA).
2. According to the results of in situ experiments the omega-3 fat product II developed by a special coating technology showed 70.5% effective fat stability. No unfavourable effect was detected on some parameters of ruminal fermentation (pH, NH_3 , short-chain fatty acids, SCFA concentration) when the amount of 2.2% in daily DM intake of omega-3 fat product II was applied.
3. Besides feeding of grass haylage-alfalfa haylage-corn meal based diet the 0.5 kg/day unit of the fish oil based omega-3 product II significantly ($P \leq 0.05$) improved the rate of the n-3 fatty acids and the tested CLA isomers in the milk fat. The experimental diet had no negative effect on the organoleptic properties (smell, taste, colour) of the pasteurized milk samples.
4. In experiments aiming to modify the fatty acid composition of milk longer experimental periods (10 weeks or longer) are suggested to set up, because in the early phase of the trials trans vaccenic acid (t11-C18:1) and elaidic acid (t9-C18:1) appearing in an extremely high concentration showed a gradually decreasing tendency during the experimental period lasting for 10 weeks.

Az Acta Agronomica Óváriensis 2012/2. számának megjelenését
a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0018 számú projekt támogatta.
A PhD hallgatók munkáját 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