

# Animal welfare, etológia és tartástechnológia



## Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 13

Issue 2

Gödöllő  
2017



## Tartalomjegyzék

<i>Zsanett Bodor, Fanni Adrienn Koncz, John-Lewis Zinia Zaukuu, István Kertész, Zoltán Gillay, Tímea Kaszab, Zoltan Kovacs, Csilla Benedek: Effect of heat treatment on chemical and sensory properties of honeys</i>	39-48
<i>Garai Edina, Kerekes Flóra, Urbányi Béla, Cserhádi Mátyás, Márton Dalma, Csenki Zsolt: Ochratoxin A és biodegradációs melléktermékeinek hatása zebra-danio (<i>Danio rerio</i>) embriókra</i>	49-55
<i>Isaeva Albina, Krivonogova Anna, Moiseeva Ksenya, Loretz Olga, Shkuratova Irina, Donnik Irina: Improvement in quality of dairy cattle products in areas with man-made radiation and chemical pollution</i>	56-59
<i>Karnai Laura, Szűcs István: Pontytermelés és kereskedelem az EU28-ban</i>	60-67
<i>Keszte Szilvia, Mészáros Orsolya, Kánainé Sipos Dóra, Balogh Erna, Zellei Ágnes, Sebestyén András, Balogh Réka, Gutí Csaba Ferenc, Bokor Zoltán, Urbányi Béla, Kovács Balázs: Velencei ponty állomány diverzitásának mikroszatellit markerekre alapozott genetikai vizsgálata</i>	68-73
<i>Keszte Szilvia, Stein Renáta, Kánainé Sipos Dóra, Balogh Erna, Zellei Ágnes, Sebestyén András, Balogh Réka, Gutí Csaba Ferenc, Bokor Zoltán, Urbányi Béla, Kovács Balázs: Mitokondriális genetikai vizsgálat a Velencei-tavi vadponty anyajelöltjeinek állományán</i>	74-80
<i>Koutná Svatava, Kuchtík Jan, Štastník Ondřej, Konečná Leona: Effect of commercial crossing of Šumavska sheep with selected meat breeds on carcass characteristics of lambs</i>	81-85
<i>Kovács Imre: Digitális technikai eszközök alkalmazási lehetőségei az állattenyésztésben</i>	86-92
<i>Kovács Sándor, Sipos László, Vántus András: Tehenészeti telepek rangsorolásának új módszerei tartástechnológia-fejlesztési és munkatermelékenységi szempontok alapján</i>	93-100
<i>Navrátil Stanislav, Falta Daniel, Matěj Benešovsky, Chládek Gustav: The effect of temperature in stable on the number of dairy cows lying in cubicles during the resting period of summer day</i>	101-106
<i>Németh Tibor, Podmaniczky Béla, Szabó Rubina Tünde, Bodnár Ákos, Póti Péter, Kenéz Csaba, Kovács-Weber Mária: Mikroalga takarmánykiegészítés hatása brojlercsirkéknél</i>	107-115



## Table of contents

<i>Zsanett Bodor, Fanni Adrienn Koncz, John-Lewis Zinia Zaukuu, István Kertész, Zoltán Gillay, Tímea Kaszab, Zoltan Kovacs, Csilla Benedek: Effect of heat treatment on chemical and sensory properties of honeys</i>	39-48
<i>Garai Edina, Kerekes Flóra, Urbányi Béla, Cserhádi Mátyás, Márton Dalma, Csenki Zsolt: The effect of Ochratoxin A and its biodegradation secondary products in zebrafish embryos (<i>Danio Rerio</i>)</i>	49-55
<i>Isaeva Albina, Krivonogova Anna, Moiseeva Ksenya, Loretz Olga, Shkuratova Irina, Donnik Irina: Improvement in quality of dairy cattle products in areas with man-made radiation and chemical pollution</i>	56-59
<i>Karnai Laura, Szűcs István: Production and trade of Common carp (<i>Cyprinus carpio</i>) in the EU28</i>	60-67
<i>Keszte Szilvia, Mészáros Orsolya, Kánainé Sipos Dóra, Balogh Erna, Zellei Ágnes, Sebestyén András, Balogh Réka, Guti Csaba Ferenc, Bokor Zoltán, Urbányi Béla, Kovács Balázs: Genetic diversity in the Velencei carp stock assayed by microsatellite markers</i>	68-73
<i>Keszte Szilvia, Stein Renáta, Kánainé Sipos Dóra, Balogh Erna, Zellei Ágnes, Sebestyén András, Balogh Réka, Guti Csaba Ferenc, Bokor Zoltán, Urbányi Béla, Kovács Balázs: Mitochondrial genetic analyses of the Velence wild carp broods stock candidates</i>	74-80
<i>Koutná Svatava, Kuchtík Jan, Šťastník Ondřej, Konečná Leona: Effect of commercial crossing of šumavska sheep with selected meat breeds on carcass characteristics of lambs</i>	81-85
<i>Kovács Imre: Digital opportunities for the technical implements in livestock production</i>	86-92
<i>Kovács Sándor, Sipos László, Vántus András: New methods for ranking milking farms with respect to the development of rearing technology and work efficiency</i>	93-100
<i>Navrátil Stanislav, Falta Daniel, Matěj Benešovský, Chládek Gustav: The effect of temperature in stable on the number of dairy cows lying in cubicles during the resting period of summer day</i>	101-106
<i>Németh Tibor, Podmaniczky Béla, Szabó Rubina Tünde, Bodnár Ákos, Póti Péter, Kenéz Csaba, Kovács-Weber Mária: Effect of micro-algae supplementation on some meat parameters of broiler chickens</i>	107-115



## EFFECT OF HEAT TREATMENT ON CHEMICAL AND SENSORY PROPERTIES OF HONEYS

Zsanett Bodor<sup>1</sup>, Fanni Adrienn Koncz<sup>2</sup>, John-Lewis Zinia Zaukuu<sup>2</sup>, István Kertész<sup>2</sup>, Zoltán Gillay<sup>2</sup>, Tímea Kaszab<sup>2</sup>, Zoltan Kovacs<sup>2</sup>, Csilla Benedek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Semmelweis University Faculty of Health Sciences, Department of Dietetics and Nutrition  
17. Vas str., 1088 Budapest, Hungary

<sup>2</sup>Szent István University Faculty of Food Science Department of Physics and Control, 14-16  
Somlói str. 1118 Budapest, Hungary  
zsanett.bodor93@gmail.com

Received – Érkezett: 13. 11. 2017.  
Accepted – Elfogadva: 02. 07. 2018.

### Abstract

Honey has been widely used since the ancient times. Due to its high nutritional value and its high price honey has become a target of adulteration. Several methods are applied for committing frauds. For some beekeepers and distributors it is a common practice to heat honey for elimination of crystallization, which is generally not desired by consumers. Nevertheless, during heat treatment the chemical composition changes, leading to a decrease in the amount of some components like vitamins, antioxidant components and enzymes, while some unwanted compounds like hydroxymethyl-furfural (HMF) are formed. HMF is also produced during long time storage at room temperature, but heating promotes this process. In our research the effect of heat treatment was studied on different chemical, physical and sensory properties of honeys. Linden, acacia, multiflora and sunflower honeys were examined. Three temperature levels - 40 °C, 50 °C, 60 °C- and three time periods – 30, 60, 120 minutes - were applied for the heat treatment. For tracking of the changes colour measurement, near infrared spectroscopy and electronic tongue methods were used. Evaluation of data was performed by uni- and multivariate statistical methods. Samples treated even at 40 °C showed significant differences compared to the control, mainly in ET and NIR results. Furthermore, the effect of the different time periods was also found significant. Results confirmed even heat treatment at 40 °C is detectable with the acquired rapid methods. Higher heat treatment cause obvious sensory changes but the applied quick methods are able to trace the effect of minimal heat treatment on the quality of honey .

**Keywords:** honey, heat treatment, physicochemical properties

### Összefoglalás

A méz ősidők óta használt szer, fontos piaci termék. A benne lévő értékes összetevők és magas ára miatt hamisítások egyre gyakoribb célpontja. Előfordul, hogy egyes termelők és forgalmazók felmelegítik a mézet, kiküszöbölve ezzel a kristályosodási folyamatot, amely a fogyasztók szemében általában nem kívánatos. A melegítés során azonban a beltartalmi paraméterek megváltoznak, egyes anyagok mennyisége csökkenni kezd (vitaminok, antioxidáns vegyületek, enzimek), míg egyes nem kívánatos vegyületek mennyisége megnőhet. Ilyen vegyület a hidroximetil-furfurol (HMF), amely hosszabb tárolás során szobahőmérsékleten is képződik, ám a



melegítés hatására keletkezése felgyorsul. Kutatásunkban a melegítés hatását vizsgáltuk a méz különböző kémiai, fizikai és érzékszervi tulajdonságaira hárs -, akác-, vegyes és napraforgómézek esetén. A hőkezelés tekintetében három hőmérsékleti szintet - 40 °C, 50 °C és 60 °C-, valamint három időtartamot – 30, 60 és 120 perc- határoztunk meg. A hőközlés alatt bekövetkező változások nyomon követésére szín, közeli infravörös spekroszkópia és elektronikus nyelv módszereket alkalmaztunk. Az adatelemzést különböző egy- és több változós statisztikai módszerekkel végeztük. Az eredmények értékelése során szignifikáns különbségeket kaptunk a kontrollhoz képest már a 40 °C-os hőkezelés során is, valamint az időtartam is befolyásoló szereppel bírt. Következtetésképpen elmondható, hogy már viszonylag kis hőközlés is kimutatható az alkalmazott gyorsmódszerekkel. Nagyobb hőkezelés esetén egyértelmű érzékszervi változás történt, mely azt mutatja, hogy a hőkezelés már az általunk alkalmazott mértékben is kimutathatóan megváltoztatja a méz minőségét.

**Kulcsszavak:** méz, hőkezelés, fiziko-kémiai tulajdonságok

## Introduction

Honey has been widely used as a sweetener and a medical product. It is made by honeybees (*Apis mellifera*) from the nectar of flowers, sap of plant parts and also from the juicy material secreted by sucking insects. Honey is rich in nutritive materials, such as vitamins, minerals and antioxidants. Another important feature of honeys is the colour and they also have specific aromas and taste. These attributes depend on the origin of honey. Due to its high quality and valuable properties, honey has an increasing popularity among consumers. On the other hand, honey production gets more and more difficult due to the decrease in honeybee population caused by different diseases, environmental pollution and changes in climatic conditions. These factors determine an acceleration of the trends leading to honey adulteration. There are several methods used during the fraud of honeys. The two main types are the direct and indirect adulteration, but fermentation of honeys and colouring with ammonium-sulfite caramel are also possible methods (Zábrodská and Vorlová, 2014). Heating of honeys is also an adulteration of the original quality which remains unrevealed in many cases. It is known that producers and beekeepers heat honeys during processing, applying mainly two methods: heating in air-ventilated drying chambers and in hot water bath (Turkmen et al., 2006). Heating is able to eliminate the often unwanted crystals, decrease viscosity and make honey handling easier for consumers and producers (Turkmen et al., 2006). On the other hand, according to Zábrodská and Vorlová (2014), long term heating above 50 °C cause changes in honey composition and it has an undesired effect on honey quality. In Hungary, honey heating is regulated by the legislation, as given in Codex Alimentarius Hungarius: heating and storage of special honeys must be between 5 – 40 °C and the core temperature during honey processing must not exceed 40 °C (Magyar Élelmiszerkönyv, 2009). Quality of honeys is also regulated in the Codex according to the relevant EU directive (Czipa, 2010; Magyar Élelmiszerkönyv, 2002).

During heating of honeys at different temperatures and periods several changes can be detected in colour and chemical composition. Amount of natural antioxidants, vitamins and enzymes could decrease, while some unwanted compounds such as hydroxymethyl-furfural (HMF) are formed. HMF is also produced during long time storage at room temperature, but heating promotes this process. In Hungary and in the European Union, the HMF content of honeys must not be higher than 40 mg/kg (Magyar Élelmiszerkönyv, 2002). According to the literature, detection



of heat treatment in honey can be measured by HMF content and diastase activity changes (Zábrodská and Vorlová, 2014).

An Argentinian research group tested the diastase activity and HMF content changes in heated honeys. They found that diastase activity already decreased at the lowest heating level applied (60 °C-120 s) (Tosi et al., 2004). In their other study they observed that HMF content didn't exceed the 40 mg/kg acceptable limit even when heating at 140 °C for 60 minutes (Tosi et al., 2008). In another study, researchers found that HMF content was significantly higher at 60 °C or above this (Kesić et al., 2017).

Hungarian researchers studied colour change during storing and heating process of honeys. They found that during 75°C and 90 °C heating for 5 five hours the L\*a\*b\* parameters of honey changed significantly (Csóka et al., 2014).

Our aim was therefore, to study the applicability of rapid methods in detection of short-time, low temperature heating processes.

## Materials and methods

### Sampling

Samples of linden, multiflora, sunflower and acacia honeys were analysed. The samples were acquired from beekeepers. The producers did not heated honeys previously.

Three bottles of each of the four honey types were used for the experiments. Samples were heated at 40°C, 50°C, and 60°C for 30, 60 and 120 minutes respectively in a hot water bath and then cooled down to room temperature (25 °C). The heat-treated honey samples were tested against the untreated (control) samples (three replicate per each honey type). Experiments were performed using three replicate samples from the three independent bottles, this resulted in 30 bottles in total, each filled with 40 g of honey per each honey type. Samples are summarized in

**Table 1.**

**Table 1: Numbers of sample sizes per heat treatment levels for botanical groups**

Heat treatment levels	Acacia	Linden	Multiflora	Sunflower	Total	
40 °C	30 min	3	3	3	3	12
	60 min	3	3	3	3	12
	120 min	3	3	3	3	12
50 °C	30 min	3	3	3	3	12
	60 min	3	3	3	3	12
	120 min	3	3	3	3	12
60 °C	30 min	3	3	3	3	12
	60 min	3	3	3	3	12
	120 min	3	3	3	3	12
Control	Control	3	3	3	3	12
Total		30	30	30	30	<b>120</b>



## Methods

### *Physicochemical parameters*

The most commonly used physicochemical quality indicators of honeys like total soluble dry matter content, pH and electrical conductivity are rapid and were applied in several studies and honey monitoring programs (Al-Ghamdi et al., 2017; El Sohaimy et al., 2015; Kesić et al., 2017). These parameters were determined according to the International Honey Commission methods (Bogdanov, 2002), testing the three replicate honey samples (three data points per treatment level).

### *HMF content and antioxidant capacity*

HMF content and antioxidant capacity of the linden honey samples were determined using the method after Winkler (Bogdanov, 2002). HMF measurement and ABTS assay (Re et al., 1999) were performed using three replicate measurements for each parallel sample (nine data points for each treatment level). Results of the ABTS assay are reported as  $\mu\text{mol}$  ascorbic acid equivalents (ASE)/100 g honey.

### *Colour measurement*

Colorimetric measurements were done in CIE L\*a\*b\* tristimuli coordinate system by ColorLite sph850 spectrophotometer (ColorLite GmbH, Germany). In case of acacia samples all the heat treatment levels were analysed, while in case of the other three honey types only samples treated at 50°C or 60 °C were used for analysis to ensure the absence of crystals.

### *Electronic tongue*

Electronic tongue (ET) measurements were done by an  $\alpha$ Stree electronic tongue (AlphaM.O.S., 2003) which was designed to recognize and analyse the dissolved compounds in liquid samples. The ET consists of a sensor array with seven potentiometric CHEMFET (chemically modified field effect transistor) sensors developed for food applications and an Ag/AgCl reference electrode. During the measurement, the potential difference is recorded between the reference electrode and the individual working electrodes, which depends on the chemical composition of the sample providing a unique fingerprint of the tested liquid. Honey samples were diluted using 10.0 g of honey dissolved in 100 ml distilled water. The three replicate honey samples were tested in repeated measurements resulting in 12 repetitions for all the treatment levels in total.

### *Near infrared spectroscopy*

Near infrared (NIR) spectra of the honey samples were collected by a MetriNIR spectrometer in three consecutive measurements per each replicate sample, resulting thus nine scans for each heat treatment level (2nm spectral step in the 780-1700 nm spectral interval). Reflectance cells with 0.4 mm layer thickness were used during the data acquisition.

### *Statistical evaluation of data*

Statistical evaluation of the univariate parameters was performed with two-way ANOVA, then Tukey test was applied for pair-wise comparison. NIR results were analyzed with principal component analysis (PCA), while ET results with PCA and linear discriminant analysis (LDA). R-project and Microsoft Excel 2013 were applied for data evaluation.



## Results

### *Results of physicochemical parameters*

Results of physicochemical parameters measured on homogenized crystal-free honey samples can be seen in *Table 2*. Highest electrical conductivity and pH was measured in linden honeys. Acacia honey had the lowest electrical conductivity and the highest total soluble dry matter content.

**Table 2: Results of honey physicochemical parameters by botanical groups for homogenized honeys**

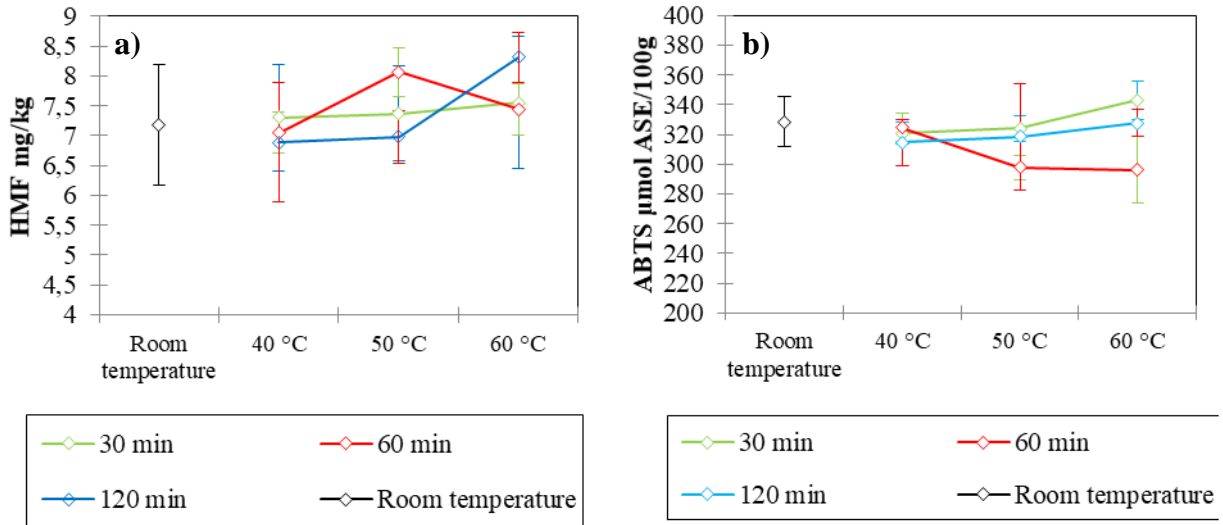
	<b>Total soluble dry matter%</b>	<b>pH</b>	<b>Electrical conductivity <math>\mu\text{S/cm}</math></b>
<b>Acacia (n=3)</b>	82.83 ( $\pm 0.06$ )	3.52 ( $\pm 0.27$ )	127.00 ( $\pm 1.73$ )
<b>Sunflower (n=3)</b>	79.20 ( $\pm 0.12$ )	3.45 ( $\pm 0.03$ )	362.67 ( $\pm 1.00$ )
<b>Multiflora (n=3)</b>	78.43 ( $\pm 0.06$ )	3.48 ( $\pm 0.03$ )	433.33 ( $\pm 4.16$ )
<b>Linden (n=3)</b>	80.30 ( $\pm 0.10$ )	3.84 ( $\pm 0.01$ )	552.67 ( $\pm 2.31$ )

### *HMF content and antioxidant capacity results*

Results of the change in HMF content and ABTS antioxidant capacity of linden honey after the heat treatment are shown in **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** a) and b), respectively. In case of HMF content temperature ( $p < 0.01$ ), in case of ABTS treatment time ( $p < 0.001$ ) and for both parameters interaction of treatment time and temperature ( $p < 0.01$ ) had significant effect on the results. According to the Tukey test, significant differences were found in the HMF content of honey samples treated at 40°C and 60 °C, but not at 50 °C. Only the 60-minutes treatment caused significantly higher ABTS compared to the other time intervals. Monotonic decrease of antioxidant capacity was detected only in case of 120 minutes treatment time. The lack of a progressive trend can be the consequence of the formation of new antioxidants during Maillard reaction (*Nicoli et al.*, 1999).



**Figure 1: Means and standard deviations of a) HMF (n=90) and b) ABTS (n=90) of linden honey samples at different heat treatment levels**



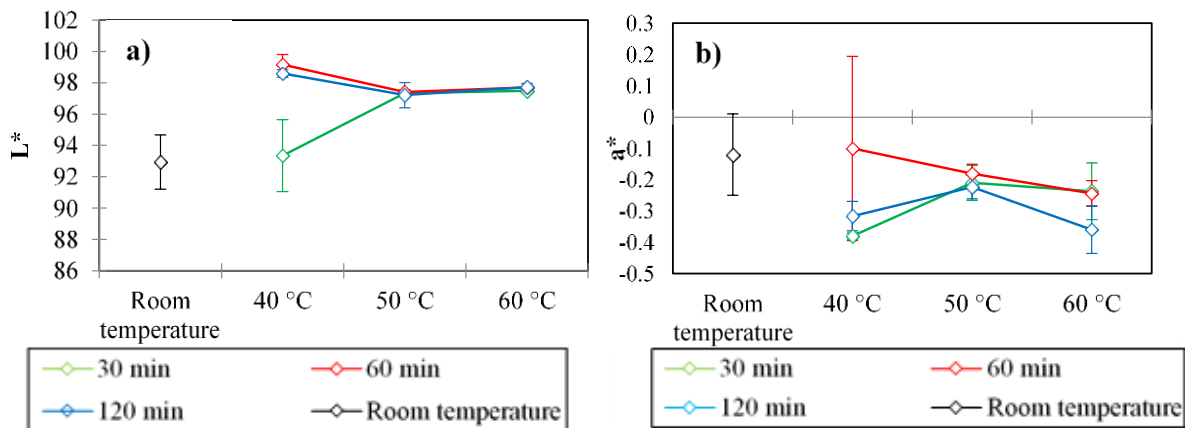
*Results of colour measurement*

Treatment time ( $p < 0.001$ ) and interaction of temperature and treatment time ( $p < 0.001$ ) had significant effect on L\* parameter of acacia honey (

Figure 2 a). In case of parameter a\* (red-green colour scale) (

Figure 2 b) only treatment time was found significant ( $p = 0.042$ ).

**Figure 2: Means and standard deviations of colour properties of acacia honey a) L\* (n=30) and b) a\* (n=30) at different heat treatment levels**



There was no significant change observed in parameter b\* (yellow-blue colour scale). In case of sunflower honey samples treatment time, temperature and their interaction had significant effect on L\* (lightness scale) and b\* parameters ( $p < 0.01$ ). For a\* only temperature was significant

( $p < 0.05$ ). Results of linden and multiflora honey types have been found similar, i.e.  $L^*$  and  $b^*$  parameters were significantly influenced by both temperature and treatment time ( $p < 0.05$ ), while parameter  $a^*$  changed only with temperature ( $p < 0.01$ ). Results can be seen in *Table 3*.

In some cases an uncommon increase of  $L^*$  parameter can be seen with higher heat treatment level (time and  $^{\circ}C$ ). It can be related to the morphological and micro-crystallization changes in honey composition (Kędzińska-Matysek et al., 2016).

**Table 3: Colorimetric properties of honeys by heat treatment levels and botanical group**

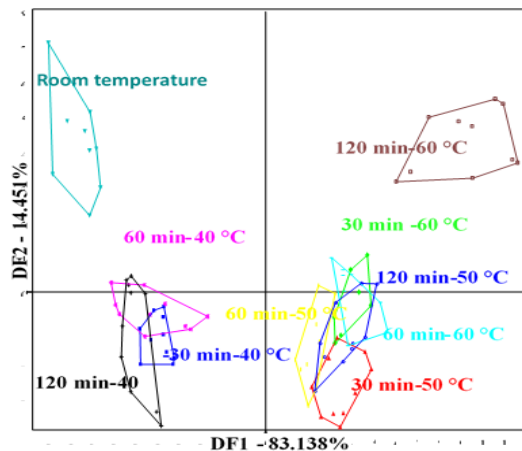
Botanical Group	Colour	50°C		60°C		
		60 min	120 min	30 min	60 min	120 min
Linden	$L^*$	54.9±3.2	56.7±12.2	83.6±1.3	87.1±0.2	84.2±3.2
	$a^*$	-1.0±0.1	-1.1±0.1	-1.2±0.2	-1.5±0.1	-1.6±0.1
	$b^*$	26.0±1.0	26.7±4.0	35.8±0.6	37±0.1	36.4±0.8
Multiflora	$L^*$	73.8±6.1	73.9±1.9	85.5±0.6	85.6±0.3	84.2±0.8
	$a^*$	1.9±0.2	1.8±0.1	2.3±0.1	2.3±0.0	2.4±0.4
	$b^*$	61.5±4.2	61.2±1.1	69.7±0.7	69.9±0.4	69.4±0.8
Sunflower	$L^*$	29.8±2.5	61.4±11.2	75.8±1.9	84±2.0	87.4±2.1
	$a^*$	-0.2±0.1	0.0±0.1	-0.4±0.2	-0.2±0.2	-0.2±0.0
	$b^*$	30.3±1.6	48.2±6.6	56.1±1.1	61.5±0.7	63.9±1.7

*Electronic tongue measurement results*

Results of electronic tongue measurements showed good differentiation of the various temperature levels for each floral type, except acacia honey. In **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** the differentiation of multiflora honeys is shown. The figure shows that treated honeys are in separate groups according to the temperature. DF1 presents 83.14% of the variance between groups while DF2 the 14.45% (summarized 97.59 %).

In case of linden and sunflower samples only separation of treated samples from untreated ones was observed.

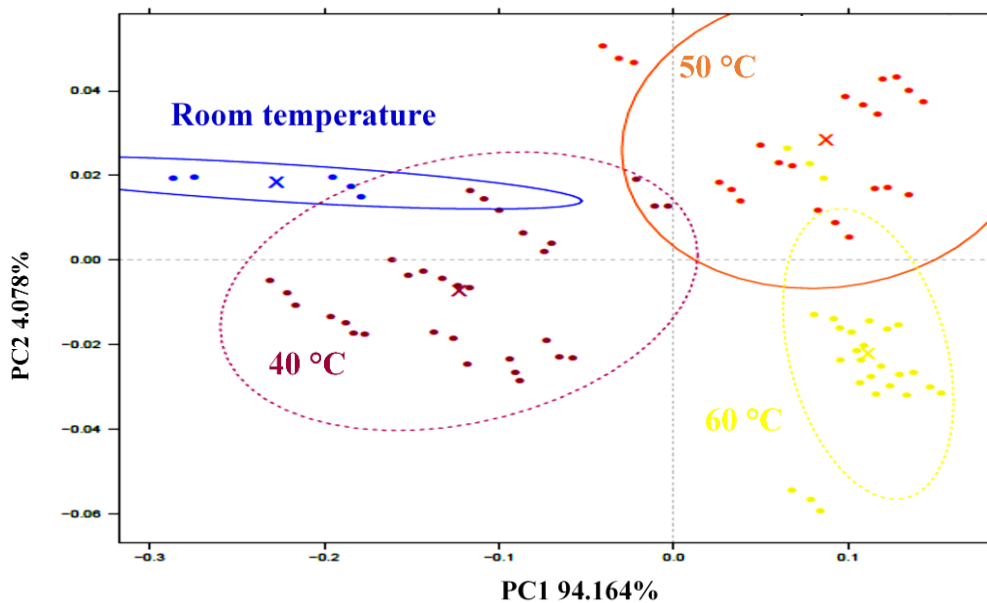
**Figure 3: Electronic tongue measurement results of multiflora honeys by heat treatment levels (n=95)**



### Near infrared spectroscopy results

Results of NIR spectroscopy validated the electronic tongue results by also showing a good separation according to the temperature level in case of linden, multiflora and sunflower honey types (Figure 4). This figure shows that PC1 presenting 94.16% of the spectral variation shows the biggest difference among the non-treated sample (room temperature) and samples treated at 40, 50 or 60 °C. PC2 (4,078%) shows separation between samples treated at 50 and 60 °C and between room temperature and 40 °C treated honeys.

**Figure 4. PCA score plot of NIR results of sunflower honey samples calculated using the smoothed and MSC corrected spectra between 950-1630 nm (n=87)**



Result of linden honey also showed good separation between room temperature and other heat-treated samples based on PC1 (95.90%). In case of multiflora also a clear separation of room temperature honey was observed. However, there was no clear separation observed for acacia samples.

### Discussion

In our study physicochemical parameters like pH, electrical conductivity and total soluble dry matter content were used for the characterization of honey types. Results showed that the applied minimal heat treatment had a significant effect on honey in every botanical group.

The lowest change levels were identified in acacia honeys, while in case of sunflower, linden and multiflora honeys similar results were obtained. The observed colour changes of honeys during heat treatment were similar with the results shown in the related literature: in this minimal heat treatment honeys got lighter and the yellowness also increased. It can be related to the crystallization and morphological changes of honeys during the process (Kędzińska-Matysek et al., 2016; Kesić et al., 2017; Tosi et al., 2008).



The antioxidant capacity measurement and HMF content are not sensitive enough to recognize properly the minimal heat treatment. Electronic tongue and NIR measurements proved to be suitable to detect the changes occurring in heated honeys. In case of acacia honeys, we could only distinguish the 50 °C and 60 °C treatment levels, which can be explained by the lower aroma content of acacia honeys. However, in case of linden, multiflora and sunflower honeys already 40 °C heat treatment level could be detected, which means that such a low heating is capable of causing measurable changes in the quality of these honeys.

## Conclusion

From the study, HMF and ABTS measurements were not sensitive enough to detect the applied minimal heat treatment. However, based on the results of colour, electronic tongue and NIR measurements, the differentiation was possible even between non-treated honey and honey treated at the lowest level (40 °C), especially in case of linden, multiflora and sunflower honeys. Thus the methods applied were effective in the detection of short-time, low temperature heating processes.

## Acknowledgement

This paper was supported by the János Bolyai Research Scholarship of the Hungarian Academy of Sciences (Zoltan Kovacs).



This paper was supported by the ÚNKP-17-2 (Zsanett Bodor and Fanni Adrienn Koncz) and UNKP-17-4 (Zoltan Kovacs) New National Excellence Program of the Ministry of Human Capacities.

## References

- Al-Ghamdi, A., Eldin, S., Mohammed, A., Ansari, M. J., Adgaba, N. (2017): Comparison of physicochemical properties and effects of heating regimes on stored *Apis mellifera* and *Apis florea* honey. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.06.002>
- AlphaM.O.S. (2003):  $\alpha$ Stree electronic tongue user manual.
- Bogdanov, S. (2002): Harmonised methods of the International Honey Commission. International Honey Commission (IHC). Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebfeld. Retrieved from [http://www.terezinka.cz/vcely/Med/IHCmethods\\_e.pdf](http://www.terezinka.cz/vcely/Med/IHCmethods_e.pdf)
- Czipa, N. (2010): Különböző eredetű mézek összehasonlító vizsgálata és a gyártmánykialakítás hatása a minőségre. Debreceni Egyetem, Hankóczy Jenő Növénytermesztési, Kertészeti és Élelmiszertudományok Doktori Iskola. Retrieved from <https://dea.lib.unideb.hu/dea/bitstream/handle/2437/99459/ertekezes.pdf?sequence=5>
- Csóka, M., Tolnay, P., Szabó S, A. (2014): Hársmez színjellemzőinek változása hőkezelés hatására, illetve a tárolás során = Alteration in linden honey colour properties by storage and heat treatment. *Élelmiszervizsgáló Közlemények*, 60. 1. 44–49.
- El Sohaimy, S. A., Masry, S. H. D., Shehata, M. G. (2015): Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Sciences*, 60. 2. 279–287. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2015.10.015>
- Kędzierska-Matysek, M., Florek, M., Wolanciuik, A., Skatecki, P., Litwińczuk, A. (2016): Characterisation of viscosity, colour, 5-hydroxymethylfurfural content and diastase activity



- in raw rape honey (*Brassica napus*) at different temperatures. *Journal of Food Science and Technology*, 53. 4. 2092–2098. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2194-z>
- Kesić, A., Zaimović, I., Ibršimović-Mehmedinović, N., Šestan, A. (2017): The Influence of Thermal Treatment on the Concentration of HMF in Honey. *Http://www.sciencepublishinggroup.com*, 2. 1. 1. <https://doi.org/10.11648/J.IJEC.20170201.11>
- Magyar Élelmiszerkönyv. (2002): 1-3-2001/110 számú előírás Méz. (Codex Alimentarius Hungaricus, Ed.). Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság. Retrieved from [http://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/b/15/b1000/132001110\\_2009.pdf](http://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/b/15/b1000/132001110_2009.pdf)
- Magyar Élelmiszerkönyv. (2009): 2-100 számú irányelv Megkülönböztető jelöléssel ellátott mézfélék. (Codex Alimentarius Hungaricus, Ed.) (1.). Magyar Élelmiszerkönyv Bizottság. Retrieved from [http://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/d/65/50000/2100\\_2009.pdf](http://elelmiszerlanc.kormany.hu/download/d/65/50000/2100_2009.pdf)
- Nicoli, M. ., Anese, M., Parpinel, M. (1999): Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 10. 3. 94–100. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(99\)00023-0](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00023-0)
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999): Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26. (9–10). 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Tosi, E. A., Ré, E., Lucero, H., Bulacio, L. (2004): Effect of honey high-temperature short-time heating on parameters related to quality, crystallisation phenomena and fungal inhibition. *LWT - Food Science and Technology*, 37. 6. 669–678. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.02.005>
- Tosi, E., Martinet, R., Ortega, M., Lucero, H., Ré, E. (2008): Honey diastase activity modified by heating. *Food Chemistry*, 106. 3. 883–887. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.025>
- Turkmen, N., Sari, F., Poyrazoglu, E. S., Velioglu, Y. S. (2006): Effects of prolonged heating on antioxidant activity and colour of honey. *Food Chemistry*, 95. 4. 653–657. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.004>
- Zábrodská, B., Vorlová, L. (2014): Adulteration of honey and available methods for detection – a review. *Acta Veterinaria Brno*, 83. 10. S85–S102. <https://doi.org/10.2754/avb201483S10S85>

## OCHRATOXIN A ÉS BIODEGRADÁCIÓS MELLÉKTERMÉKEINEK HATÁSA ZEBRADÁNIÓ (*DANIO RERIO*) EMBRIÓKRA

<sup>1</sup>Garai Edina, <sup>1</sup>Kerekes Flóra, <sup>1</sup>Urbányi Béla, <sup>2</sup>Cserhádi Mátyás, <sup>2</sup>Márton Dalma,  
<sup>1</sup>Csenki Zsolt

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék,

<sup>2</sup>Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Környezetbiztonsági és Környezettoxikológiai Tanszék

2100 Gödöllő, Páter Károly út 1.

Edina.Garai@phd.uni-szie.hu

Received – Érkezett: 05. 12. 2017.  
Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

### Összefoglalás

Napjainkra gyorsuló ütemben növekednek azok a potenciális veszélyt hordozó területek nagysága, amelyek ideálisak a mikotoxinok termelődéséhez. Friss kutatások alapján már minden magyarországi régióban megtalálhatóak az *Aspergillus* fajok, így sürgetővé vált a mikotoxin szennyezettség problémájának megoldása. A mikotoxinok ártalmatlanítására számos módszer ismert, melyek közül kísérleteinkben egy biodegradációs eljárás hatékonyságát vizsgáltuk. A mikotoxinok mikrobiális bontása során, bizonyos esetekben a kiindulási anyagnál is toxikusabb melléktermékek képződhetnek. Ezeknek a metabolitoknak a biomonitoringjára az EFSA ajánlást adott ki, melyben megfogalmazta, hogy a biodegradáció közben keletkező metabolitok biológiai hatását is vizsgálni kell. Korábbi munkáink során kidolgozott mikroinjektálási módszer alkalmazásával egy bizonyítottan Ochratoxin A (OTA) bontó mikrobatorzs minősítését kívántuk elvégezni. Az injektálás során előre meghatározott mennyiségű vizsgálati anyagot juttattunk az embriók szervezetébe, majd 120 órában letális végpontra vizsgáltuk őket. A mikrobatorzs minősítésekor a törzstől származó normál és bontott minták teszteredményeit hasonlítottuk össze, az 5 ppm OTA tartalmú oldat eredményeivel. A baktériumtörzs 96%-os bontási hatékonyságot mutatott kísérleteinkben. Az eredményeink alapján elmondható, hogy az OTA bontó ÓR 16 jelzésű baktériumtörzs (*Cupriavidus Basi-lensis*) termel toxikus anyagokat, azonban ennek toxicitása alacsonyabb az OTA tartalmú oldathoz képest. A baktérium OTA bontási melléktermékei szintén alacsonyabb toxicitást mutatnak a kiindulási OTA oldathoz képest. Következtetesként elmondható, hogy az ÓR 16 jelzésű baktériumtörzs alkalmazható lehet zárt térben OTA-szennyezett takarmány detoxifikációjára.

**Kulcsszavak:** ochratoxin A, zebradánió, mikroinjektálás, biodegradáció

## The effect of Ochratoxin A and its biodegradation secondary products in zebrafish embryos (*Danio Rerio*)

### Abstract

Nowadays, contaminated areas size by mycotoxins have been growing. Based on recent studies, all the *Aspergillus* species have been found in all Hungarian regions. Many methods are known for the detoxification of mycotoxins. One of them is biodegradation which was also used in our experiments. During the microbial biodegradation of mycotoxins, in some cases secondary products might be more toxic than the original mycotoxins are. According to the EFSA statement, metabolites from mycotoxins' degradation processes need to be also examined. During our former works we applied the method of microinjection for toxicity analyses. This method was used to certify the microbial strain OTA-degrading ability. During microinjection, predetermined amounts of test materials were injected into the embryos. At 120 hpf, embryos' lethal endpoint was examined. During classification of bacterial strain we tested normal, toxin-free control containing only the metabolic products of the microorganisms, and degraded samples from the strain. The bacterial strain showed 96% degradation efficiency in our experiments. The outcomes were compared with the results of 5 ppm OTA. Based on our results, ÓR 16 bacterial strain (*Cupriavidus Basilensis*) produces toxic materials but they are less poisonous than OTA is. The degradation secondary products are also showed a lower toxicity than OTA did. The conclusion is that ÓR 16 bacterial strain suitable to use for the detoxification of OTA-contaminated feed in confined places.

**Keywords:** ochratoxin A, zebrafish, microinjection, biodegradation

### Irodalmi áttekintés

#### *Mikotoxinok*

A mikroszkópikus penészgombák metabolizmusa közben termelt másodlagos anyagcsere-termékek a mikotoxinok. Súlyos egészségkárosító hatásai mellett, csökkentik a szennyezett termékek tápanyagtartalmát és gazdasági károkat okoznak. A mikotoxinok által okozott mérgezést mikotoxikózisnak nevezzük (Balogh és mtsai., 2013, CAST REPORT 2003).

#### *Ochratoxin A*

Az *Aspergillus* és a *Penicillium* penészgombafajok által termelt ochratoxinok közül a legtoxikusabb az ochratoxin A (továbbiakban: OTA). Számos egészségkárosító hatását írták már le, többek között limfocitopéniát, elhalást a máj periportális sejtjeiben, veseelégtelenséget, vesekárosodást okoz, teratogén- és karcinogén is (IARC - 2B besorolás) (IARC 1987). Az állati és humán ochratoxikózisok megelőzése érdekében számos védekezési módszer lehetséges (Balogh és mtsai., 2013, CAST REPORT 2003).

#### *Mikotoxinok elleni védekezés*

A mikotoxinokat termelő penészgombák élelmiszer- és takarmánybiztonsági szempontból is fontos kultúrnövényeket fertőzhetnek meg. A védekezés egyik legjobb módja a megelőzés, például az integrált növényvédelem segítségével; azonban a már szennyezett termények mentesítésére

is számos lehetőség áll rendelkezésre, melyek kémiai, fizikai vagy biológiai módszerek lehetnek. A fizikai és kémiai mentesítések során fellépő tápanyagtartalom csökkenés, a biológiai mentesítés során nem jelentkezik, így a lényegesen olcsóbb használat mellett, ez a tényező is indokolja a biológiai módszerek fejlesztését és használatát a toxinmentesítésre (Ábrahám és mtsai., 2011, Balogh és mtsai., 2013).

Biológiai detoxifikációra számos mikroorganizmus és azok izolált enzimejei is képesek. A biodegradációs folyamat során keletkező melléktermékek esetében azonban előfordulhat, hogy a kiindulási anyagnál toxikusabb anyagok képződnek. Példa erre az aflatoxin B1, amelynél az epoxidáció során az AFB1-2,3-epoxid keletkezik, amely egy bizonyítottan tumorkeltő metabolit (IARC - 1B) (IARC 1987). Az OTA esetében már leírtak *Lactobacillus*, *Streptococcus*, és *Saccharomyces cerevisiae* törzseket, illetve néhány egyéb gombafajt amelyek különböző hatékonysággal bontják a toxint (Juodeikiene és mtsai., 2012). Az OTA bontó mikrobák közül az egyik legígéretesebb a 2013-ben leírt *Cupriavidus basilensis* ŐR 16 jelzésű baktériumtörzs, amely 98%-os degradáló hatékonyságot mutatott OTA-bontását tekintve (Cserhádi, 2013). Az EFSA 2010-es tanulmányában felhívja a figyelmet arra, hogy a mikotoxinok mellett a veszélyes metabolitok biomonitoringja is kiemelkedő jelentőséggel bír. Ez alapján nem csak a takarmányok mikotoxin-szennyezettségének csökkentésére irányuló eljárások ellenőrzése a cél, hanem az eközben keletkező metabolitok biológiai hatásának vizsgálata is. Ennek ellenőrzésére ökotoxikológiai tesztek és etetési kísérleteket kell alkalmazni (EFSA SCIENTIFIC OPINION 2010).

### Zebradánió

Az ökotoxikológiai vizsgálatok egyik meghatározó modellállata a zebradánió (*Danio rerio*). A faj előnye a toxikológiai vizsgálatoknál, hogy az embriók fejlődése ex-utero zajlik, fejlődésüket jól megfigyelhető és nyomon követhető az átlátszó ikrahéjon keresztül. További előnye, hogy a legtöbb emlősökön végezhető manipulációs eljárást is adaptálták erre a fajra (Csenki, 2011).

## Anyag és módszer

### *Ochratoxin A* biodegradáció

A bontási folyamat megkezdése előtt az ŐR 16 jelzésű baktériumtörzs felszaporítását végeztük el. A felszaporításhoz a -80°C-on tárolt törzset LB agarra szélesztettük, majd három napig 28°C-on inkubáltuk. A következő lépésben egyetlen tiszta teleppel alakítottunk ki a kiindulási inokulumot 100%-os LB tápoldatokban, amelyet 3 napig 28°C-on, 170 rpm-es fordulatszámra ráztunk. Az inokulum sejtsűrűségét OD<sub>600</sub>=0,6-ra állítottuk be 20%-os LB tápoldattal, és 5 ml mennyiséggel oltottuk be a bontási rendszereket. A bontási kísérleteket 45 ml 20%-os LB tápoldatot, 5 ml inokulumot és az 5 ppm OTA-t tartalmaztak. A kísérlet kontrolljaként 5 ppm-es OTA tartalmú mikrobamentes 20%-os LB tápoldatot alkalmaztunk. Az ŐR 16 jelzésű baktériumtörzs normál anyagcseretermékének mintájához OTA-mentes azonos sejtsűrűségű 20%-os LB tápoldatból baktérium tenyészetet állítottunk össze. A kísérleteket 3 párhuzamos ismétléssel végeztük. A bontási rendszereket 5 napig inkubáltuk 28°C-on, 175 rpm rázatás mellett. A minták centrifugálását (14000 rpm, 4°C, 20 perc) követően a felülúszót dekantáltuk, 20 mikronos membránszűrőn szűrtük és -



20°C-on tároltuk a további vizsgálatokig. A bontott minták OTA tartalmát AccuScan Gold ELISA rendszeren alapuló mérőeszkővel mértük vissza, az eszközhöz mellékelt protokoll alapján.

### *Mikroinjektálás*

Az előre elkészített boroszilikát kapilláris (NARISHIGE JAPAN Glass Capillaries, 1x90 mm) zárt végét kissé letörtük, majd a vizsgálati anyaggal megtöltöttük a kapillárist. Az injektáláshoz mikroinjektáló manipulátort használtunk (Tritech Research Inc., microINJECTOR; MINJ-2). A cseppméret meghatározásához tárgylemezre cseppentett immerziós olajba injektáltunk néhány alkalommal, majd fényképezés után egy kalibrált szoftver használatával meghatároztuk a cseppek átmérőjét, hogy a gömb térfogatképletének alkalmazásával meghatározzuk a bejuttatandó anyagmennyiségét. A kísérlet során minden tesztanyag esetében 75 µm (0,22 nl), 100 µm (0,52 nl), 150 µm (1,77 nl) és 200 µm-es (4,17 nl) cseppátmérőket alkalmaztunk. Az ikrák megtermékenyülést követően az embriókat azonnal (egysejtes állapot) egy 10 cm átmérőjű Petri-csészébe helyezett standard méretű tárgylemez mellé sorakoztattuk az injektáláshoz. Az injektálást sztereomikroszkóp alatt 1,5x-es nagyítással, szabadkézzel, a korionon keresztül végeztük el. Minden cseppméret esetén legalább 3 ismétlést alkalmaztunk, csoportonként 20-20 db embrióval. Az injektálást követően az ikrákat 26°C-on inkubáltuk, 120 órán keresztül. Az elpusztult egyedek számát 24 óránként feljegyeztük.

### *Minősítés folyamata*

Az ŐR 16 jelzésű baktériumtörzs minősítéséhez először a mikroinjektálási módszert teszteltük egy semleges oldattal (Zebrafish Ringer's oldat - ZFR - 116 mM NaCl, 2,9 mM KCl, 1,8 mM CaCl<sub>2</sub>, 5 mM HEPES, pH 7,2), majd a baktériumos kísérlethez használt töménységű tápoldatokat (20% és 100% LB tápoldat) vizsgálatuk a legnagyobb, 200 µm-es cseppátmérő segítségével. A következő lépésben az OTA 5 ppm-es oldatának kalibráló görbét vettük fel a fentebb megadott cseppátmérők alapján. Ezt követően az ŐR 16 jelzésű baktériumtörzs normál és OTA-bontási anyagcseretermékeit vizsgáltuk a korábban leírt 4 cseppátmérő segítségével. Az 5 ppm-es OTA oldat eredményeit összehasonlítottuk a baktérium normál és bontási melléktermékeinek eredményeivel, illetve a normál és bontott anyagcseretermékek eredményeivel is.

Az eredmények értékelését a GraphPad Prism 6.01-es szoftverrel végeztük, Kruskal-Wallis ANOVA-t használtunk Dunn post-hoc teszttel a kontroll csoportok, az ŐR16 jelzésű baktériumtörzs normál és bontási anyagcseretermékeinek eredményeinek összehasonlításához. Az 5 ppm-es OTA oldat mortalitási eredményeinek értékeléséhez ANOVA-t, Tukey post-hoc teszttel alkalmaztunk.

## **Eredmények és értékelés**

Kísérleteink során két kontrollt alkalmaztunk. A mikroinjektálási módszer kontrolljaként egy semleges oldatot használtunk (ZFR), a baktériumos kísérlet kontrolljaként pedig a mikroba felszaporításához alkalmazott LB táptalajokat teszteltük a legnagyobb cseppátmérő segítségével (200 µm = 4,17 nl). Az oldatok mortalitási eredményei 10% alatt maradtak (*I/A ábra*), amely az

OECD előírás kontroll csoportra vonatkozó pusztulási értékének is megfelel. Az eredmények statisztikai elemzése alapján nem találtunk szignifikáns különbséget. Ennek alapján elmondható, hogy sem a mikroinjektálás, sem a bontási módszer nincs hatással az embriók túlélésére az általunk használt térfogatokon.

Az OTA 5 ppm-es mortalitási eredményei (*I/B ábra*) azt mutatják, hogy a kezeletlen kontroll csoport pusztulása 10% alatt maradt és a dózisok emelésével a mortalitási értékek is emelkedtek, a legnagyobb, 4,17 nl-es dózis esetén 80% körüli pusztulást tapasztaltunk. Szignifikáns különbséget kaptunk a kontroll és a 0,52 nl ( $p \leq 0,01$ ), az 1,77 nl ( $p \leq 0,0001$ ), a 4,17 nl ( $p \leq 0,0001$ ) csoportok között, emellett a 0,22 nl és a 0,52 nl ( $p < 0,05$ ), az 1,77 nl ( $p \leq 0,0001$ ), a 4,17 nl ( $p \leq 0,0001$ ) kezelések között, valamint a 0,52 nl és az 1,77 nl ( $p \leq 0,0001$ ), a 4,17 nl ( $p \leq 0,0001$ ) dózisok között.

Az ŐR 16 jelzésű baktériumtörzs normál anyagcseretermékeinek mortalitási eredményei (*I/C ábra*) esetén a kontroll csoport mortalitása szintén 10% alatt maradt és a dózis hatására itt is növekvő pusztulási értékeket kaptunk, a 4,17 nl-es dózis esetén 60% körüli mortalitást tapasztaltunk. Szignifikáns különbséget kaptunk a kontroll és a 4,17 nl ( $p \leq 0,01$ ), illetve a 0,22 nl és a 4,17 nl ( $p \leq 0,001$ ) között. Az eredmények alapján elmondható, hogy a mikroba életfolyamatai során halakra káros melléktermékeket termel, azonban ennek toxicitása jóval alacsonyabb, mint a kiindulási 5ppm-es OTA oldaté.

Az ŐR 16 jelzésű baktériumtörzs OTA bontási melléktermékeinek mortalitási eredményeit az *I/D ábra* mutatja. A kezeletlen kontroll csoport pusztulási értékei ebben az esetben is 10% alatt maradtak, a mortalitási értékek dózis-függést mutatnak. Szignifikáns különbséget tapasztaltunk a kontroll és az 1,77 nl ( $p < 0,05$ ), a 4,17 nl ( $p < 0,05$ ) között, valamint a 0,22 nl és a 4,17 nl ( $p < 0,05$ ) között. Az eredmények alapján elmondható, hogy a bontási melléktermékek toxicitása szintén alacsonyabb, mint az 5 ppm-es OTA oldaté. Emellett a normál anyagcseretermékekhez viszonyítva is alacsonyabb toxicitást mutatnak. A legnagyobb dózis esetén is csak 38,5%-os mortalitást tapasztaltunk, azonban statisztikailag nem igazolható a különbség.

**1. ábra: Ochratoxin A és annak *Cupriavidus basilensis* ÖR16 baktériumtörzsszel végzett biodegradációjából származó metabolitjainak zebradánió embrió mikroinjektással végzett toxicitás vizsgálatának eredményei.**

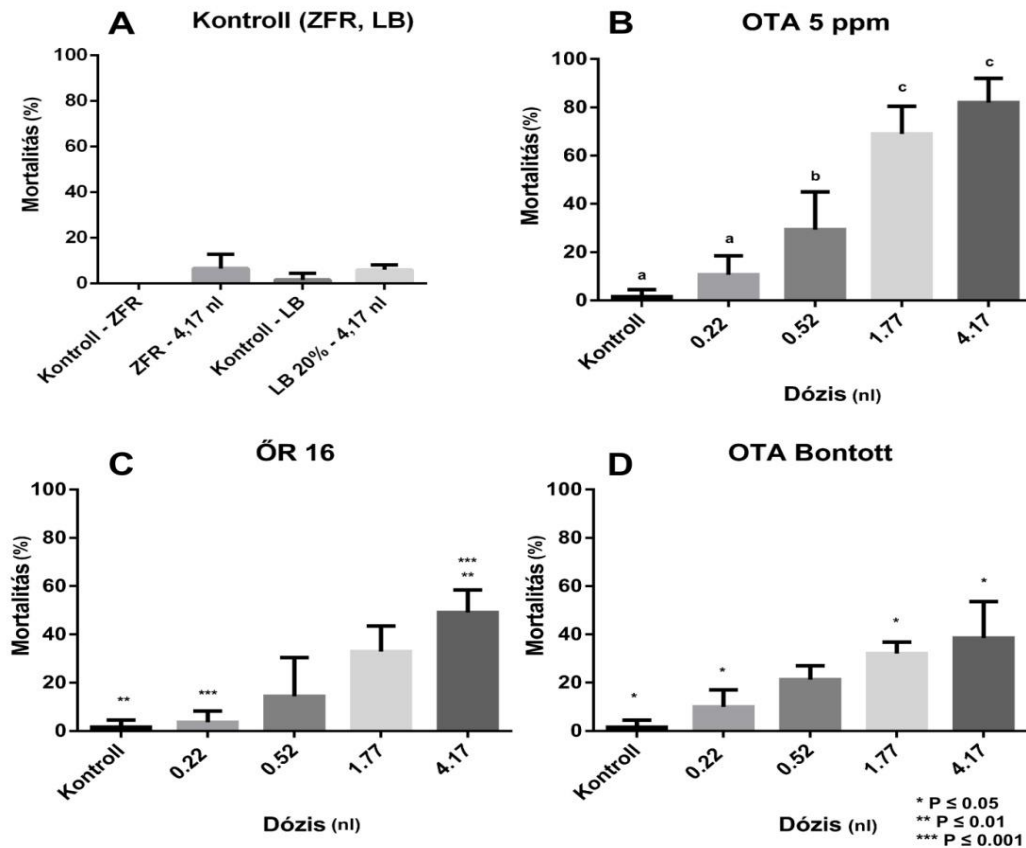


Figure 1: The effect of Ochratoxin A and its biodegradation secondary products by *Cupriavidus basilensis* ÖR16 bacterium strain in zebrafish embryos with microinjection methods

Az ábrák a kontrollok (kezeletlen kontroll, Zebrafish Ringer's -ZFR, LB tápoldat–panel A) és a kezelési csoportok (OTA 5 ppm–panel B, ÖR 16 normál anyagcsere termék–panel C, ÖR 16 OTA bontási melléktermék–panel D) százalékos mortalitási eredményeit mutatják.

The figures shows control groups (non-injected control, Zebrafish Ringer' - ZFR, LB medium - panel A) and treatment groups (OTA 5 ppm–panel B, ÖR 16 metabolic products – panel C, ÖR 16 biodegradation product –panel D) mortality results.

## Következtetések és javaslatok

Az eredményeink alapján elmondható, hogy az ŐR 16 jelzésű baktériumtörzs termel normál életfolyamatai során a halakra káros anyagcseretermékeket, azonban ennek toxicitása jóval alacsonyabb, mint az 5ppm-es OTA oldaté. Továbbá a baktériumtörzs OTA-bontás során termelt melléktermékei is kevésbé toxikusak a zebradánió embriókra, mint az OTA 5 ppm-es oldata. Következtetésként elmondható, hogy az ŐR 16 jelzésű baktériumtörzs alkalmazható lehet zárt térben OTA-szennyezett takarmány detoxifikációjára.

Javasoljuk a kísérletek kiegészítését enzim- és molekuláris vizsgálatokkal, annak érdekében, hogy az embriókban kialakuló változásokat bővebben megismerhessük.

## Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a VKSZ\_12-1-2013-0078 és az NVKP\_16-1-2016-0009 pályázatok, valamint Cserhádi Máttyás munkáját a Bolyai János kutatási ösztöndíj támogatták.

## Irodalomjegyzék

- Ábrahám R., Érsek T., Kuroli G., Németh L., Reisinger P. (2011): Növényvédelem. [http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010\\_1A\\_Book\\_08\\_Novenyvedelem/ch02.html](http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_08_Novenyvedelem/ch02.html) (2015 szeptember)
- Balogh K., Balláné Erdélyi M., Mézes M. (2013): Takarmánytoxikológia. – Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 130 p.
- CAST REPORT (2003). Mycotoxins: risks in plant, animal, and human systems. – In: RICHARD, J.L., PAYNE, G.A. (Eds.). Council for Agricultural Science and Technology Task Force Report No. 139, Ames, Iowa, USA. pp. 199.
- Csenki ZS.I. (2011): Oocyta transzplantáció halakon (Petesejt átültetés zebradánió (Danio rerio) halfajon). Doktori (Ph. D.) értekezés, SZIE, Gödöllő, 108 p.
- Cserhádi M. (2013): Mikotoxinok biodegradációjára képes mikroorganizmusok szelekciója és alkalmazása. Doktori (Ph. D.) értekezés, SZIE, Gödöllő, 143 p.
- EFSA SCIENTIFIC OPINION (2010): Statement on the establishment of guidelines for the assessment of additives from the functional group ‘substances for reduction of the contamination of feed by mycotoxins, EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP). EFSA Journal, 8:1693. p
- IARC (1987): IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Supplement 7, Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IAC Monographs Volumes 1 to 42, Lyon, 83-87 p.
- Juodeikiene G., Basinskiene L., Bartkiene E., Matusевичius P. (2012): Mycotoxin Decontamination Aspects in Food, Feed and Renewables Using Fermentation Processes, Chapter 8, pp.171-204



## IMPROVEMENT IN QUALITY OF DAIRY CATTLE PRODUCTS IN AREAS WITH MAN-MADE RADIATION AND CHEMICAL POLLUTION

*Isaeva Albina<sup>1,2</sup>, Krivonogova Anna<sup>1,2</sup>, Moiseeva Ksenya<sup>1</sup>, Loretz Olga<sup>1</sup>, Shkuratova Irina<sup>1,2</sup>, Donnik Irina<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Agrarian University" (FSBEI HE Ural SAU), 42, K. Liebknechta St., Ekaterinburg, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Scientific Institution "Ural Veterinary Research Institute" (FSBSI), 112 A, Belinskogo St., Ekaterinburg, Russian Federation  
isaeva.05@bk.ru

Received – Érkezett: 05.12. 2017.  
Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

### Abstract

A study of the quality and quantity indexes of the dairy cattle milk-producing ability was conducted in areas polluted with heavy metals and radionuclides. The condition of agrobiocenoses in the Eastern Urals Radioactive Trace was studied, and correlation between the pollution of the agrobiocenoses with Cd, Cu, Zn, Fe, <sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs, <sup>210</sup>Pb, the content of the pollutants in the animal organisms and the quality of their milk was established. Trends towards the amino acid content alteration, protein and fat content reduction and the somatic cell number increase in the milk, deterioration of its microbial content, of its suitability for cheese production and grading were detected in the areas more heavily polluted with radionuclides and chemical pollutants.

An experiment with an integrated effect on the critical points of the technological process of milk and its primary product manufacture involving protection of the agrocoenosis from secondary pollution, improvement in the food quality, clearance of the pollutants from the animal organisms and metabolism care, high-technology processing of of milk and its primary products was conducted. It was established that a simultaneous effect on the critical points of the technological process significantly increases the effectiveness of individual methods due to synergy and leads to a significant improvement in the quality indexes of milk. In particular, in the experimental group, a 2%-to- 12% increase in the concentration of free essential amino acids and a 15-to-40-fold decrease of the somatic cell number in the milk, improvement in its suitability for cheese production and reduction in its microbial content compared with the controls were observed. In the context of permanent unavoidable man-made load on the agrobiocenoses, application of this technology permits maintaining the product quality at a high-standard level.



## Introduction

The territories located in industrial areas are polluted with various chemical and physical factors due to scheduled and accidental emissions from various enterprises. It resulted in the formation of zones with combined chemical and radionuclide pollution of the soil, including the ones in agricultural lands (Moiseeva, 2016; Vorobeichik, 2016). Procurement of fodder for cattle in this kind of areas inevitably leads to increasing content of heavy metals and radionuclides in a ready-made feed mixture that has a negative effect on animals' health and quality of the products (Kaplan, 2011; Donnik, 2017). The East Urals Radioactive Trace (EURT) formed as a result of the Kyshtym disaster is one of the zones with combined chemical and radionuclide pollution. The peripheral parts of EURT are characterized by specific pollution of the agrobiocenoses, mostly polluted with Strontium-90 and Cesium-137 (approximately in equal proportion), as well as by pollution with heavy metals, such as Cd, Fe, Pb, Cu, Zn (Moiseeva, 2016; Vorobeichik, 2016; Belykh, 2015). The cattle of the farms located in the area of EURT, have some health problems caused by negative influence of the environment, that is proved by higher incidence of disease, reduction of productivity and lower quality of products (Zhang, 2014; Donnik, 2017).

## Materials and methods

The research were done on plant feeding-stuffs, ready-made feed mixtures, organs and tissue of cows, milk, meat and by-products of cattle, as well as on the manure used as fertilizer. In the above-mentioned objects the content of Sr-90, Cs-137, Pb-210 was stated by means of radiochemical methods; and the content of Cd, Ferrum, Zn and Cu – by means of nuclear-emission methods of spectrometry. The health of the animals was evaluated by biochemical and immuno-haematological screening and there were also histologic study of the tissue. In the milk of the cows the content of heavy metals and radionuclides, somatic cells, protein, fat, amino acids was stated, and suitability for cheese production was researched according to the fermentation test.

## Results

As compared with the same index in the intact territories, the areas with combined radionuclide and chemical pollution (the East Urals Radioactive Trace and surrounding territories) have higher activity of  $^{90}\text{Sr}$  in corn silage and haylage - 12,70 Bq/kg and 12,50 Bq/kg correspondingly; of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}$  –in haylage only: 4,41 Bq/kg and 4,45 Bq/kg correspondingly; whereas the content of iron was 1,9 times higher than the maximum allowable concentration. For the period of 1996-2016 in the EURT area the average activity in the feed mixtures reduced in  $^{90}\text{Sr}$  – by 25,5 times, in  $^{137}\text{Cs}$  – by 4,9 times. For the period of 2006-2016 in the zone of the most chemical pollution (the territory next to EURT) the average activity in the feed mixtures reduced in  $^{90}\text{Sr}$  - by 1,5 times, in  $^{137}\text{Cs}$  – by 3,3 times; and in  $^{210}\text{Pb}$  –by 1,1 and 2,2 times.

The cattle in the farms located in the zone of combined chemical and radionuclide pollution had metabolic disorder in the forms of hypoproteinemia and changes in fermentation capacity of blood serum. The most frequent index of gamma glutamine transpeptidase and alkaline phosphatase among the animals from the zone with radionuclide pollution was 23,9 u/l and 96,5 u/l; from the surrounding territory - 19,4 u/l and 63 u/l; from the control zone - 17,5 u/l

and 65,0 u/l correspondingly. The content of protein in the cattle from the EURT area was 77,54 g/l; from the control zone - 83,81 g/l. The level of man-made effect defines the level of morphological changes in the organs of animals. The skeletal muscles have signs of myositis and inflammatory infiltrate in intermuscular connective tissue; the heart has signs of myocardiodystrophy; the liver has centrolobular fatty degeneration and granular degeneration with micronecrosis of hepatocytes; the kidneys have signs of fatty degeneration in epithelium of renal tubules.

Decrease in immuno-physiological resistance among the animals from the zone of the most combined pollution resulted in reduction of the period of economic use, increase of morbidity and reduction of a number of cows, including the ones affected with leucosis. For the whole period under research the average age of the lost cows in the EURT area was 0,3 – 0,5 lactation less, as compared with the ones in the control areas.

The products obtained from the animals from the zone with man-made pollution and from the clean one differed significantly. Generally, the milk of the cows from the EURT area and surrounding territories met the requirements of toxicological and biological safety and veterinary-sanitary quality, but the indexes of grading and biological value were lower. The weight percentage of fat in milk from the EURT area, in surrounding and control zones was 3,41%, 3,43% and 3,75% correspondingly, and the weight percentage of protein - 3,25%, 3,42% and 3,50% correspondingly. For the period of 2012-2016 the enterprises from the EURT area and surrounding territory gave 4% of highest grade from the total quantity of milk, whereas the ones from the “relatively clean” areas - 30-60%. The research done on the somatic cells in the milk of the cows from various zones showed that the percentage of the cows that give milk with low content of somatic cells is higher in the control zone. Thus, the interval containing 50 % of the samples under research (the areal closest to the mediane) was: in the EURT area – 130 000 - 170 000 cell/cm<sup>3</sup>; in the surrounding territory – 160 000-320 000 cell/cm<sup>3</sup>; in the control zone – 90 000-350 000 cell/cm<sup>3</sup>. The research conducted on aminoacid content of the milk of the cows showed that in the zones of chemical and radionuclide pollution the milk has reduced content of some amino acids, as compared with the milk from the intact zone: lysin – 5,3 times less; histidine – 3,5 times less; arginine - 1,5-2 times less; isoleucine - 4 times less; phenylalanine - 2 time less.

The content of the elements in the meat of the cattle from the areas with combined chemical and radionuclide pollution was higher than the same indexes obtained in the control zone: Cu – 1,9 times higher; Pb – 1,6 times higher; Cd – 1,7 times higher. The content of Cd in the liver of the cows was 3,2 times and 2 times higher correspondingly.

In the manure of the cows, which is used as fertilizer, from the EURT area the activity of <sup>90</sup>Sr was 8.5 times higher than the same index; of <sup>137</sup>Cs – 6.6 times higher. In the surrounding territory the average content of <sup>90</sup>Sr in the manure was 1.68 times higher than in the one from the intact zone; of <sup>137</sup>Cs – 1,62 times higher. Thus, it was stated that there is the case of migration of dangerous substances of chemical and radionuclide nature along trophic chains in agrobiocenosis that has a negative effect on animals' health and the quality of the obtained products.

In order to reduce the level of pollution of agrobiocenosis and prevention of health problems, as well as to increase the quality of the products, the integrated system of influence on the critical points of the technological process at the stage of feed production, cattle management and processing of the products was used. The complex of methods for protection of the cultivated areas from the secondary pollution with radionuclides and heavy metals, including the biological processing of the manure by strains of the soil microflora and physical-chemical fractionalization

with separation of solid body cleaned from pollutants and runoff water to be utilized, was implemented. To remove heavy metals and radionuclides from the body of cows, the 30-days' three-staged scheme of alimentary precaution based on successive courses of selective sorbent, methionine hydroxy analogue (MHA) and soya isolate was used. For processing milk primary products the alternative methods of sterilization that do not destroy native components of milk were used, such as sterilization by the nanosecond electron beam. The method showed significant germ-kill effect and preservation of biological value of milk. By the absorbed dose of 5-10 kGy the bacterial flora was completely eliminated, whereas the content of some amino acids increased: lysin – by 3 %, cysteine – by 8,5%, threonine – by 5%. The content of somatic cells reduced up to the detection limit. The indexes of the milk suitability for cheese production improved: after the use of the nanosecond electron beam, in 67 % cases, the initial samples of Grade 3 according to fermentation test, by the absorbed dose of 10 kGy showed Grade 1 of suitability for cheese production, and in 33 % cases – Grade 2.

## Conclusion

The integrated effect on the critical points of the technological process of milk production in the areas with combined radionuclide and chemical pollution made it possible to increase some indexes of quality of milk and meat products obtained from cattle by decrease in pollution of links in agrobiocenosis, reduction of content of heavy metals and radionuclids in milk, meat and by-products. Elimination of metabolic disorders in body of animals resulted in growing content of some amino acids in milk, as well as in higher level of body resistance of cattle.

«The research was conducted owing to the grant from Russian Scientific Foundation (Project No. 16-16-00071)»

## References

- Vorobeichik, E.L.* (2016): Industrial pollution reduces the effect of trees on forming the patterns of heavy metal concentration fields in forest litter / E.L. Vorobeichik, P.G. Pishchulin // Russian Journal of Ecology. 47. 5. 431-441.
- Moiseeva, K.V.* (2016): Assessment of xenobiotic clearance in productive animals upon its alimentary intake / Moiseeva K.V., Krivonogova A.S., Isaeva A.G., Suzdaltseva M.A. // J.: Agrarian Bulletin of the Urals. 10. (152). 27-30.
- Kaplan O.*, (2011): Toxic elements in animal products and environmental health / O. Kaplan, N.C. Yildirim, M. Cimen // Asian J. Animal Vet. Adv. 6. 228–232.
- Donnik, I.M.* (2017): Molecular-genetic and immunobiochemical markers in assessing the health of agricultural animals / I.M. Donnik, I.A. Shkuratova // Herald of the Russian Academy of sciences. 87. 2. 139-142.
- Belykh, E.S.* (2015): Species diversity of plant communities from territories anthropogenically contaminated with natural radionuclides /Belykh E.S., Maystrenko T.A., Grusdev B.I., Vakhrusheva O.M., Kaneva A.V., Zainullin V.G., Trapeznikov A.V. // Russian Journal of Ecology. 46. 5. 425-430
- Zhang C.* (2014): Effects of sediment geochemical properties on heavy metal bioavailability / C. Zhang, Z. Yu, G. Zeng, M. Jiang, Z. Yang, F. Cui [и др.]// Environ Int. 73. 81.



## PONTYTERMELÉS ÉS KERESKEDELEM AZ EU28-BAN

*Karnai Laura, Szűcs István*

Debreceni Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodástudományi Intézet, Üzemtani és  
Vállalati Tervezés Tanszék  
H-4032 Debrecen, Böszörményi út. 138.  
karnai.laura@econ.unideb.hu

### Összefoglaló

A világ népességének rohamos növekedésével együtt napjainkban a globális hústermelés is eddig nem látott mértéket ölt, melyben a halászati termékek is fontos szerepet játszanak, hiszen évtizedek óta az emberi táplálkozás fontos részét képezik a különböző hal, rák és kagylófélék. Ennek köszönhetően az édesvízi haltermelés egyre inkább felértékelődik mind Európai Unió, mind hazai szinten egyaránt. Az összes halfajt megvizsgálva 2016-ban a legfrissebb FAO adatok szerint hazánk, évi 15 ezer tonna termelési mennyiséggel a harmadik legnagyobb pontytermelő ország az Európai Unió tagországai között (csupán csak Lengyelország és Csehország előzi meg, 20,3 illetve 20,8 ezer tonna/éves mennyiséggel) (FAO, 2017). Kutatásunk célja a hazánk legmeghatározóbb halfajának, a pontynak a nemzetközi helyzetének bemutatása az EU28-ban, különös figyelmet fordítva a főbb exportáló és importáló országokra.

Tanulmányunkban a szekunder kutatás alapját az EUROSTAT és a KSH statisztikai adatbázisok szolgáltatták. A termelési tendenciák megfigyelését követően megvizsgáltuk az ágazatban a kereskedelem alapján megjelenő komparatív előnyöket vagy hátrányokat az RCA index segítségével. Az RCA-index számításához felhasznált alapadatokat a COMTRADE nemzetközi külkereskedelmi adatbázis szolgáltatta 10 évre visszamenőleg. A tanulmány részletesen vizsgálja a termelési tendenciákat, valamint az RCA index eredmények mögött álló ok-okozati összefüggéseket.

**Kulcsszavak:** pontytermelés, nemzetközi kereskedelem, komparatív előny (RCA)

### Production and trade of Common carp (*Cyprinus carpio*) in the EU28

#### Abstract

With the rapid growth of the world's population, global meat production is nowadays unprecedented, in which fishery products play an important role as decades have been an important part of human nutrition, including fish, crustaceans and molluscs. As a result of this, freshwater fish production is getting more valuable both at European Union and domestic level. Examining at fish production of species in 2016 and according to the most up to date FAO data, with yearly 15 thousand tons of production per year in Hungary is the third largest carp producer country in the European Union (only Poland and the Czech Republic are ahead of Hungary, with 20.3 and 20.8 thousand tons per year).

The object of study is to present the most important species of our country, to have an overview about the international situation of the common carp sector in the EU28, with special regard to the trade of the biggest exporting and importing countries.

In our study, the secondary research was based on EUROSTAT and HCSO statistical databases. After the observation of production trends, we have examined the comparative advantages and disadvantages of trade in this sector with the help of RCA index. The basic data used to calculate the RCA index is provided by the COMTRADE International Foreign Trade Database for over 10 years. Based on the secondary research the study has a detailed examination of cause and effect relationships behind the RCA index results.

**Keywords:** Common carp (*Cyprinus carpio*) products, international trade, Revealed Comparative Advantage (RCA)

## Bevezetés és szakirodalmi áttekintés

Földünk népességének növekedése egyre nagyobb mértéket ölt, hiszen az ENSZ előrejelzése szerint 2050-re a világ népessége már elérheti a 9,5 milliárd főt is, amely az emberi szükségletek növekedését eredményezi (Pimentel és Pimentel, 2006). Az OECD-FAO (2015) szerint a világ hústermelése 2015-ben már elérte a 320 millió tonnát, azonban az előrejelzések szerint ez az érték 2023-ra a 360 millió tonnát is meghaladhatja. A világ hal- és halászati termékek termelése az elmúlt évtizedek során átlagosan 3%-kal nőtt, megelőzve a juh- és marhahústermelést, de elmaradt a sertés és a baromfihús előállítás teljesítményének növekedési ütemétől. Manapság az emberi táplálkozás fontos részét képezik a különböző hal, rák és kagylófélék, melyek ízletes, teljes értékű fehérjét, alacsony zsírtartalmat biztosítanak az emberi szervezet számára. A világ állati eredetű fehérjeellátásának mintegy negyedét a halászat és az akvakultúra állítja elő, mely a fejlődő világban az összes fehérjefogyasztás 40%-át teszi ki (FAO, 2017).

Napjainkban a haltenyésztés, azon belül is az akvakultúra a világon az egyik leggyorsabban növekedő állati eredetű élelmiszert előállító gazdasági ág, különösen az ázsiai és afrikai országokban. A halászat és akvakultúra együttes kibocsátását globálisan növekvő trend jellemzi. A globális hal és halászati termékek, mely magába foglalja mind a halászat (*tengeri és édesvízi*), mind az akvakultúra (*extenzív és intenzív*) termelését, összesen több mint 199 millió tonnát tett ki (az érték tartalmazza a hal, rákok, puhatestűek és a vízi növények akvakultúrás termelését is) 2015-ben, körülbelül 6,3 millió tonnával többet, mint az előző évben. 10 éves periódusban 2005-2015-ig a globális termelésben közel 32%-os növekedése figyelhető meg. Világszinten a teljes vízi állatok termelésén belül (169,2 millió tonna) csak a haltermelést vizsgálva megállapítható, hogy a globális haltermelés, mely magába foglalja az akvakultúra és a halászat együttes termelését, 129,9 millió tonna volt 2015-ben (1. táblázat) (FAO, 2017).

Az egész világon megfigyelhető változások az akvakultúra és a halászati ágazatban is döntően Kína, akvakultúra esetében pedig Vietnám termelésétől/halászatától függenek. A legnagyobb termelő, illetve halász nagyhatalom mellett a piacon egyre nagyobb részesedést kap Indonézia, Peru, az USA és Európa haltermelése is. Az Európai Unió (EU-28) az ötödik legnagyobb halászati és akvakultúrás termelő a világon, annak ellenére, hogy a globális halászati és akvakultúrás termelés mindössze 3,2%-át adja. Az EU-28 tagállamainak együttes termelése/halászata (mely tartalmazza a hal, rákok, puhatestűek és a vízi növények akvakultúrás termelését is) 6,7 millió tonna volt 2015-ben, mely az előző évhez képest 1,2%-os csökkenés. A haltermelés viszont a teljes termelés 80,6%-át jelentette, ez értékben 5,4 millió tonna (2015) volt.

**1. táblázat: Halászati és akvakultúrai termelés alakulása (M.e.: millió tonna)**

Termék (1)	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Halászat (6)</b>						
Világ (2)	74,7	78,7	75,7	76,6	76,0	78,0
EU-28 (3)	4,87	4,56	4,09	4,42	4,85	4,79
<b>Akvakultúra (7)</b>						
Világ (2)	38,5	40,7	44,5	47,3	49,7	51,9
EU-28 (3)	0,66	0,63	0,64	0,65	0,67	0,67
<b>Világ összesen (4)</b>	<b>113,2</b>	<b>119,4</b>	<b>120,2</b>	<b>123,9</b>	<b>125,7</b>	<b>129,9</b>
<b>EU-28 összesen (5)</b>	<b>5,53</b>	<b>5,19</b>	<b>4,73</b>	<b>5,07</b>	<b>5,52</b>	<b>5,46</b>

Table 1: Development of fisheries and aquaculture production (Unit: million tons)

(1) Product, (2) World, (3) European Union-28, (4) World total, (5) European Union-28 total, (6) Fisheries/Capture, (7) Aquaculture

Forrás: saját szerkesztés, FAO, 2017 adatbázisa alapján

A haltermelést (akvakultúra+halászat) tekintve az EU legnagyobb mennyiséget kitermelő TOP-5 országa a 2015. évben sorrendben: az első Spanyolország, ahonnan a teljes EU-28-as termelés 17,6%-a adódik, öt követi még Dánia, az Egyesült Királyság, Franciaország, valamint Hollandia. Ezek a fő országok adják a teljes EU-s halászati kifogások több mint 61,6%-át. Az EU-28 termelésének döntő többsége halfajokból áll, 34,6%-át a tengeri halak (beleértve a tengervízben tartott lazacot és pisztrángfélét) és 21,8%-át az édesvízi halfajok (beleértve az édesvízben tartott lazacot és pisztrángfélét) teszik ki, és mennyiség tekintetében ezt követi a puhatestűek (kagylók) 43,6%-ban, majd a rákfélék termelése. A termelést a halfajok tekintetében vizsgálva az 5 legnagyobb mennyiségben termelt halfajok, illetve fajcsoportok a következők: a pisztrángfélék, lazacfélék, ponty és a sügérfélék (PCP, 2016; FAO, 2016).

Magyarország mindig is fontos szerepet játszott Európa édesvízi haltermelésében, kedvező vízrajzi adottságainak, valamint termelési hagyományainak köszönhetően. Hazánkban gyakorlatilag nem beszélhetünk a halon kívül más termékcsoporthoz (pl. rákok, puhatestűek, stb.) termeléséről, mindemellett, hogy a fogyasztásban, mint import eredetű élelmiszer megjelennek az egyéb halászati és akvakultúra termékek is. A hazai bruttó haltermelés (intenzív és tógazdasági termelés együttesen) 2015-ben összesen 23,9 ezer tonna volt, ami 6%-al emelkedett az előző évihez képest, illetve 22%-al nőtt az EU csatlakozáskori értékhez képest. Ennek a 23,9 ezer tonnának közel 84,2%-a halastavi termelésből és csupán 15,8%-a származott az intenzív üzemi haltermelésből. Az össztermelésből az étkezési/telepítési célú termelés 17,3 ezer tonna volt, mely tekintetében 12,8%-os növekedés realizálódott. Az étkezési halak tekintetében a termelés gerincét a ponty adja közel 10,7 ezer tonnával, mely termelése/tenyésztése jellemzően tógazdaságokban folyik és a fogyasztói szokásokra vezethető vissza. A magyarországi tógazdasági termelés fő halfajának számít a ponty, hiszen a haltermelés 61,9%-át teszi ki. Az elmúlt években folyamatosan növekedett a pontytermelés részesedése hazánkban, 2015-ben is 4,2%-al volt magasabb, mint az azt megelőző évben. Termelés esetében a pontyot követi a harcsa (16,4%- 2,8 ezer tonna) és a fehér busa (12,5%-2,1 ezer tonna) a mennyiség tekintetében (AKI, 2016; MAHAL, 2016).

Kutatásunk célja a hazánk legmeghatározóbb halfajának, a pontynak az Európai Unió helyzetének bemutatása, különös figyelmet fordítva a főbb exportáló és importáló országokra.

Célkitűzésként fogalmaztuk meg, hogy megvizsgáljuk a ponty komparatív előnyeit vagy hátrányait az EU-28 legnagyobb exportáló országai esetében.

## Anyag és módszer

A tanulmány elkészítése során fontosnak tartottuk a célkitűzések megvalósítása érdekében nemzetközi dimenzióba is elhelyezni a halászati ágazatot, hogy ez által jobban megérthessük, milyen versenyelőnyrel vagy hátránnyal küzdenek a magyarországi ágazatok. Ehhez elsősorban hazai és nemzetközi szakirodalmak, statisztikai adatbázisok álltak rendelkezésre. A világ- és az európai piacon lezajló folyamatok bemutatásához a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), valamint az Statistical Office of the European Communities (EUROSTAT) és az International Trade Statistics Database (COMTRADE) adatbázisából gyűjtöttük össze az adatokat és ezek alapján készítettük el az elemzést. A hazai helyzet szemléltetéséhez az Agrárgazdasági Kutató Intézet (AKI) és a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) adatbázisát, valamint a hazai szerzők ebben a témában korábban publikált műveit, cikkeit használtuk fel. Az adatokat 10 éves intervallumban vettük figyelembe és minden esetben az utolsó, még elérhető, teljes évre érvényes adatot használtuk fel. Az Európai Unió esetében a 28 tagállamra korrigálva lett meghatározva, bár az EU-n belül csak 13 tagállam (Ausztria, Bulgária, Csehország, Észtország, Horvátország, Lengyelország, Lettország, Litvánia, Magyarország, Németország, Románia, Szlovákia és Szlovénia) termelése a meghatározó, ezekből a legnagyobb komparatív hátrányunk ponty tekintetében Lengyelországgal és Csehországgal szemben van.

A szektor termékeivel kapcsolatban a kereskedelmi adatokat (export és import) a Kombinált Nomenklátúra alapján értük el. Annak érdekében, hogy a tanulmány célkitűzéseit megvalósítsuk, a nemzetközi kereskedelmi elméletben fontos szerepet játszó, megnyilvánuló komparatív előnyök (RCA) módszerét használtuk a nemzetközi specializálódás mérésére. *Ballance és mtsai* (1987) magyarázata szerint az RCA-index segítségével mérhető, hogy egy országnak van-e komparatív előnye egy meghatározott termékből egy adott ország vagy országcsoporthoz viszonyítva. A mutatórendszer 4 mutató együttese alkotja, melyek az elmúlt években az országok közötti kereskedelem mérésére szolgálnak, s ez által együttesen vizsgálható a nemzetközi szakosodás. A komparatív előnyök indexét először *Balassa Béla* (1965) használta a következőképpen, mely a mutatórendszer egyik tagjává vált:

(1) B – index:  $B_{ij} = \left( \frac{x_{ij}}{x_{it}} \right) / \left( \frac{x_{nj}}{x_{nt}} \right)$ , ahol  $x$ =exportérték,  $i$ =egy adott ország,  $j$ =egy meghatározott termék,  $t$ =termékek egy csoportja, valamint az  $n$ =országok egy adott csoportja. A módszer megadja, hogy egy adott ország adott terméke hogyan részesedik egy vizsgált ország vagy országcsoport kereskedelmében a teljes termékexportra vonatkozóan (*Fertő*, 2006). A klasszikus index nem veszi figyelembe a kereskedelmi szerkezeti torzításokat és ezenfelül aránytalan értékeket produkál a komparatív előny és hátrány kifejezésekor, valamint eltérő termékek iránti preferenciák mellett azonos B értékek realizálhatók, s ezek alapján *Bowen* (1983) és *Vollrath* (1991) szerint önmagában a B-index nem alkalmas a komparatív előnyök mérésére. A negatívumok kiküszöbölése érdekében három további speciális mutató bevezetését javasolta, mely együttes alkalmazása már a nemzetközi versenyképesség vizsgálatára alkalmas, melyek a következők:

(2) Relatív kereskedelmi előny index (RTA):  $RTA_{ij} = RXA_{ij} - RMA_{ij}$ , ahol az  $RXA_{ij} = B_{ij}$  és  $RMA_{ij} = \left( \frac{m_{ij}}{m_{it}} \right) / \left( \frac{m_{nj}}{m_{nt}} \right)$ , illetve  $m$ =importérték (*Fertő és mtsai.*, 2001). Az index nem más, mint a Balassa-index importoldali ellenpárja, hiszen az export mellett már az importot is figyelembe

veszi adott feltételek mellett. Az index nulla feletti értéke kereskedelmi előnyt jelent, s minél nagyobb az értéke, annál versenyképesebb a vizsgált terület (Fertő, 2006).

(3) Relatív exportelőny index logaritmus (lnRXA) és a

(4) Relatív versenyképesség indexe (RC):  $RC_{ij} = \ln RXA_{ij} - \ln RMA_{ij}$  (De Benedictis és Tamberi, 2001). Az utóbbi két index együttesével válik teljessé a mutatócsoport, mely magába foglalja az export-, valamint az importoldali kereskedelem torzítást is. Komparatív versenyelőnye akkor van az adott országnak a referencia országhoz viszonyítva, ha a  $B > 1$ , illetve  $RTA > 0$  és/vagy  $\ln RXA > 0$ , és/vagy  $RC > 0$  feltételek teljesülnek, ellenkező esetben pedig komparatív hátránya van (Fertő, 2006).

A tanulmányunkban Magyarország és az EU-28 tagállamaival folytatott pontykereskedeleme konkrétabb 2010 és 2015 közötti időszakban, melyben az előbb említett mutatócsoport összes tagját felhasználtuk a komparatív helyzet megállapítására.

## Eredmények és értékelés

A nemzetközi kereskedelemben fontos szerepet játszik a halászati – és akvakultúra ágazat, hiszen az elmúlt években az egyik legnagyobb forgalmat bonyolító szegmense a teljes élelmiszeripari ágazatnak. Az elmúlt 10 évben a megfigyelhető növekedés mennyiségben közel 120%-os, értékben pedig 206%-os volt, amely mögött a növekvő kereslet és az egyre inkább globalizálódó környezetben működő halászat és akvakultúra áll. Az export 2015-ben már megközelítette a 160 milliárd USD-t, melyből csupán csak 19.638 ezer USD került emberi fogyasztásra. A haltermékek világkereskedelmi alakulása esetében megfigyelhetjük, hogy a teljes kereskedelemről a halak 67,7%, a rákok 21,7%, a puhatestűek 9,8%, egyéb vízi állatok 0,8% részesedések (FAO, 2016). Érték tekintetében az Európai Unió a halászati és akvakultúrás termékek egyik vezető kereskedője a világon, külkereskedelmének értéke 2015-ben már elérte a 54 milliárd eurót. Az Európai Unió elsősorban a fagyasztott és már elkészített termékek nettó importőrének számít világviszonylatban. Az EU-28 kereskedelme esetén elkülöníthetünk harmadik országba, illetve EU-n belül történő kereskedelmet. Az EU-n kívüli export értéke, mintegy 4,4 milliárd euró, míg az import 21,7 milliárd euró volt 2015. évben, miközben az EU-n belüli kereskedelem 28,0 milliárd euró értékben valósult meg (export 15,1, import 12,9 milliárd euró). Az EU tagállamai döntően import-orientáltak, mely a termelés kereslethez képest elmaradó volumenére vezethető vissza.

Jelenleg elérhető legfrissebb adatok alapján 2014-ben az EU önellátásának mértéke a nyílt vízi halfajok tekintetében a fogyasztás kétharmada volt (PCP, 2016). A hazai hal és halászati termékek külkereskedelmi forgalma dinamikusan emelkedett az elmúlt években. A teljes külkereskedelem 2015-ben megközelítette a 111 millió eurót, mely az előző évhez képest export tekintetében 12%-os, valamint import esetében 15%-os növekedést jelentett. Az utóbbi években az exportárbevétel nagy részét az élő hal kivitele (ponty, busa, harcsa), valamint a frissen vagy hűtve kiszállított hal és a friss, hűtött vagy fagyasztott halfilé adta, import esetében a halkonzervek, kaviár és halfilé jelenti a legnagyobb részarányt. 2015-ben közel 6.000 tonna élőhalat szállítottunk külföldre, 129%-al többet, mint 2014-ben, mely a jelentősen megnövekedett ponty kivitelnek köszönhető (3.000 tonna). Ezzel szemben a friss és hűtött hal külkereskedelme 4,8 millió euró volt, mely esetében az import aránya 64,6%, a kivitelé pedig 35,4% volt a vizsgált évben. A fagyasztott hal külkereskedelmi forgalma 1,1 millió euró (behozatal 3.200 tonna, kivitel 920 tonna), ebből a ponty termékeké 0,4 millió euró volt (MAHAL, 2016).

A legfrissebb adatok alapján megfigyelhető, hogy az Európai Unió 28 tagállama közül Magyarország a harmadik legnagyobb pontytermelő ország (MAHAL, 2016). Hazánk haltermék kereskedelme esetében is ezen halfaj a legmeghatározóbb, éppen ezért a vizsgálatunk alapját a különböző feldolgozású pontytermékek jelentik az összpontytermeléshez viszonyítva annak érdekében, hogy bemutathassuk a pontykereskedelem versenyképességi pozícióját.

A 2. táblázat foglalja össze a négy RCA index statisztikáját (átlag és szórás alapján) Magyarország és az EU-28 között 2010-2015 közötti periódusra annak érdekében, hogy bemutathassuk a feltárt komparatív előnyöket és hátrányokat a különböző feldolgozottsági szintű ponty esetében. A vizsgálat során feldolgozott termékek közül egyik sem rendelkezik mind a négy mutató együttese alapján komparatív előnnyel. A kapott B-index értékei alapján megállapítható, hogy hazánk rendelkezik komparatív előnnyel élőponty tekintetében, azonban elég gyenge mértékben. A többi vizsgált termék esetében komparatív hátrányt mutatnak az EU-28-cal szemben, amely már a B-index alapján jól megfigyelhető. Az „élőponty” B-érték alapján számított komparatív előnye az exporthoz képest a valamivel magasabb értékű importarány (hazai–EU-28) hatására hiúsul meg. Elmondhatjuk, hogy hazánk legnagyobb mértékben ezen termékkategóriában kereskedik, valamint nettó exportőrnek is minősül.

## 2. táblázat: A magyar pontykereskedelem megnyilvánuló komparatív előnye vagy hátránya az EU-28-ban (2010-2015)

Relatív komparatív előny, ha (1)	Átlag 2010-2015 (5)				Szórás 2010-2015 (6)			
	B	RTA	lnRXA	RC	B	RTA	lnRXA	RC
Élőponty (2)	1,08	0,00	0,03	0,00	0,05	0,08	0,02	0,03
Ponty frissen vagy hűtve (3)	0,26	0,26	-2,14	-	0,63	0,63	1,34	-
Ponty fagyasztva (4)	0,05	-2,59	-1,33	-	0,03	4,36	0,32	-

Table 2: Revealed comparative advantage or disadvantage of Hungarian trade of common carp products in the EU-28 (based on means between 2010-2015)

(1) Revealed comparative advantage, in case on (2) Live carp, (3) Fresh or chilled carp, (4) Frozen carp, (5) Mean, (6) Standard deviation

Forrás: saját szerkesztés, COMTRADE (2017) és a EUROSTAT (2017) adatbázisa alapján

A magyar élőponty export célországai Románia, Lengyelország és Németország, import esetében pedig Csehországból és Horvátországból érkezik a legtöbb, hiszen főleg Csehországban alacsonyabb logisztikai költséggel tudnak szállítani élőhalat (MAHAL, 2016). A „ponty frissen vagy hűtve” esetében a kivitel a meghatározóbb az importhoz képest, bár az EU-s értékekhez képest nem jelentős annyira, hogy komparatív előnyt eredményezzen. Ez az oka annak, hogy az RTA alapján versenyelőny jelentkezik, azonban az összes többi mutató hátrányt jelez. Az import nagy része főképpen Csehországból, Romániából és Olaszországból származott, a kivitel pedig nagyrészt Romániába került (MAHAL, 2016). Ezzel szemben a „ponty fagyasztva” termék import értéke meghaladja az exportét, azonban a klasszikus index mellett a többi is komoly versenyhátrányt mutat (RTA=-2,59), melynek oka az alacsony exportban és importban keresendő, hiszen ezen termékcsoportból alacsony mennyiség realizálódik a külkereskedelmünkben. Ezen kategória legnagyobb szállítói 2015-ben Spanyolország, Hollandia, Németország és Lengyelország, míg az export esetében Románia (MAHAL, 2016). Az alacsony relatív szórásértékek azt mutatják, hogy a vizsgált években egyik évről a másikra nem volt nagyobb mértékű ingadozás tapasztalható, mely egy stabil külkereskedelmet mutat.

## Következtetések és javaslatok

A halászat és az akvakultúra összesített világtermelését folyamatosan évi mintegy kb. 1-2%-os növekedés jellemzi. A termelés elsődlegesen Kína, valamint az USA és az Európai Unió termelésétől függ. Értékben kifejezve az EU a haltermékek vezető kereskedője a világon. Ehhez Magyarország nagy mértékben járul hozzá, hiszen az EU felé történő külkereskedelem gerincét a ponty adja. Az RCA indexek alapján megállapítható, hogy Magyarország a legnagyobb mennyiségben exportált halfaja, a ponty különböző feldolgozottságú termékei esetében sem rendelkezik komparatív versenyelőnnyel, így ezen termékek esetében hátrányos helyzetben van az EU-28-hoz viszonyítva, különösen Csehországhoz képest. A versenyhátrány ellenére a hazai külkereskedelmi mérlegben nincs jelentős kiugrás a vizsgált évek tekintetében. Magyarország mondhatni komparatív versenyelőnnyel rendelkezik az élőponty extenzív akvakultúrában történő termelése esetében, de Németországba és Lengyelországba irányuló élő ponty export esetében komparatív hátránnyal rendelkezik Csehországgal szemben. Mindezek elsősorban a klimatikus és vízrajzi adottságokra, valamint a földrajzi elhelyezkedésre vezethetők vissza. Jelenleg az Európában a ponty esetében keresleti piacról beszélhetünk, amely elsősorban a környező országokban tetten érhető KHV (koi-herpesz vírus) fertőzéseknek köszönhető. Rövidtávon mindenképpen jó lenne a termelés bővítése, de ezt elsősorban az intenzitási szint javításával és nem a halastavak területének a növelésével kellene elérni. Hangsúlyozzuk, hogy ponty jellemzően élő, illetve egész vagy darabolt, tisztított formában kerül értékesítése és felhasználásra, továbbá ez a halfaj nem tud versenyképes alapanyag lenni a magas hozzáadott értékű haltermékek piacán. A ponty élő formában történő szállításának magas logisztikai költségei és kockázata miatt célszerűbb lenne a friss (fresh on ice) tisztított pontytermékek (pl. tisztított egész hal/törzs, patkószelet, stb.) exportpiacra történő értékesítésére, illetve promóciójára koncentrálni.

## Irodalomjegyzék

- AKI (2016): Agrárgazdasági Figyelő. Agrárgazdasági Kutató Intézet, 2016/3
- Balassa B. (1965): Trade liberalization and „revealed” comparative advantage. The Manchester School, 33. 1. 99-123.
- Ballance, R. H., Forstner, H., Murray, T. (1987): Consistency tests of alternative measures of comparative advantage. Review of Economics and Statistics, 69. 2. 157–161.
- Bowen, H. P. (1983): On the theoretical interpretation of indices of trade intensity and revealed comparative advantage. Weltwirtschaftliches Archiv, 119. 3. 464–472.
- COMTRADE (2017): UN Comtrade Database. <http://comtrade.un.org>.
- De Benedictis, L., Tamberi, M. (2001): A note on the Balassa Index of Revealed Comparative Advantage. Paper provided by Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Scienze Economiche e Sociali in its series Working Papers with number 158. 37.
- EUROSTAT (2017): National Trade. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/newxtweb/loadpage.do>
- FAO (2016): Climate change implications for Fisheries and Aquaculture. Summary of the findings of the Intergovernmental Panel on Climate Change Fifth Assessment Report, Rome, 2016
- FAO (2017): Fish and Aquaculture Department Statistics
- Fertő I. (2006): Az agrárkereskedelem átalakulása Magyarországon és a Kelet-Közép-Európai országokban. Budapest: MTA Közgazdaságtudományi Intézet.

- Fertő I., Lionel J. Hubbard* (2001): Versenyképesség és komparatív előnyök a magyar mezőgazdaságban. *Közgazdasági Szemle*, 48. 1. 31–43.
- MAHAL* (2016): Jelentés a Szövetség működésének 2015. évi eredményeiről. Budapest, 2016
- OECD-FAO* (2015): OECD-FAO Agricultural Outlook 2014-2023 – OECD. Stat. URL: [http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH\\_AGLINK\\_2013](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2013), letöltés dátuma: 2017. 09.05.
- PCP* (2016): Facts and Figures on the CFP (Basic Data on the Common Fisheries Policy). Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg
- Pimentel D.; Pimentel M.* (2006): Global environmental resources versus world population growth. In.: *Ecological Economics*, 59. 195-198.
- Vollrath, T. L.* (1991): A theoretical evaluation of alternative trade intensity measures of revealed comparative advantage. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 130. 2. 265–279., <http://dx.doi.org/10.1007/BF02707986>.



## OCHRATOXIN A ÉS BIODEGRADÁCIÓS MELLÉKTERMÉKEINEK VELENCEI PONTY ÁLLOMÁNY DIVERZITÁSÁNAK MIKROSZATELLIT MARKEREKRE ALAPOZOTT GENETIKAI VIZSGÁLATA

Keszte Szilvia<sup>1</sup>, Mészáros Orsolya<sup>1</sup>, Kánainé Sipos Dóra<sup>1</sup>, Balogh Erna<sup>1</sup>, Zellei Ágnes<sup>2</sup>,  
Sebestyén András<sup>2</sup>, Balogh Réka<sup>1</sup>, Guti Csaba Ferenc<sup>1</sup>, Bokor Zoltán<sup>1</sup>, Urbányi  
Béla<sup>1</sup>, Kovács Balázs<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és  
Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

<sup>2</sup>Magyar Országos Horgász Szövetség, 1124 Budapest, Korompai utca 17.  
szilvia.keszte@phd.uni-szie.hu

Received – Érkezett: 25. 11. 2017.  
Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

### Összefoglalás

Vizsgálatunk során a csak a Velencei tóban fellelhető, mindeközéig elkülönülten fejlődő **vadponty** (*Cyprinus carpio carpio morpha acuminatus*) állomány populációgenetikai összetételének elemzését végeztük el, hét mikroszatellit markerrel 36 egyed vizsgálata során. A korábban begyűjtött mintákból genomi DNS-t izoláltunk, elvégeztük (MFW7, MFW6, Cca02, Cca072, Koi41, MFW31, MFW26) a mikroszatellit lokuszok kimutatásához szükséges PCR-reakciókat, majd kapilláris elektroforézis segítségével meghatároztuk az allélok bázispár pontosságú méretét. A mikroszatellit allélok hossza és eloszlása alapján vizsgáltuk az állomány genetikai diverzitását. Az elemzések során meghatároztuk a várt (He) és valós (Ho) heterozigotitást, a populáció Hardy-Weinberg egyensúlytól való eltérését, valamint az egyes markerek adott populációra vonatkozó információs tartalmát (Polymorphic Information Content, PIC). Az alkalmazott markerek többsége magas polimorfizációt (PIC) mutatott (MFW6, MFW7, Cca02, Cca072, MFW31, MFW26), alkalmasnak bizonyultak az állomány vizsgálatához. A mikroszatellit vizsgálatok eredménye alapján egyetlen lokusz (Koi41-42) kivételével mindegyik marker esetén szignifikáns eltérést kaptunk a Hardy-Weinberg egyensúlytól. A teljes populációra nézve magas szignifikáns eltérést kaptunk az egyensúlyi állapottól. A jövőben a genotípusok alapján lehetőségünk nyílik az állomány genetikai diverzitásának növelését célzó, a populáció Hardy-Weinberg egyensúlyát biztosító keresztezési tervet kidolgozni. Munkákat az Európai Halászati Alap, Halászati Operatív Program III. tengelyének („Európai Halászati Alap: a megújuló halászatért” – az Európai Unió és Magyarország támogatásával) projekt támogatta.

**Kulcsszavak:** mikroszatellit, ponty, diverzitás, genetika, microsatellite, carp, diversity, genetics

## GENETIC DIVERSITY IN THE VELENCEI CARP STOCK ASSAYED BY MICROSATELLITE MARKERS

### Abstract

In this study, we analysed the genetic composition of a separately developing carp stock, named as kosfejű carp („ram-headed” carp- *Cyprinus carpio carpio morpha acuminatus*) due to its phenotypic appearance, only found in the Lake Velence. To study the nuclear genomes of 36 carps, we used seven microsatellites supplemented with the results obtained from an earlier mitochondrial genome analysis. We isolated the genomic DNA from previously collected samples, carried out the PCR reactions suitable for detecting the alleles of microsatellite loci with the primer pairs (MFW7, MFW6, Cca02, Cca072, Koi41, MFW31, MFW26) specific to the loci of interest, then determined the length of the alleles with single-base-pair precision using capillary fragment analysis. Since the polymorphism of microsatellites is caused by allele-length changes, they are useful tools for the study of the genetic diversity of the stocks tested. During the course of the analysis, the observed heterozygosity ( $H_o$ ), expected heterozygosity ( $H_e$ ), and polymorphic information content (PIC) of the markers for given population were computed. Additionally, we tested the deviations from the Hardy-Weinberg equilibrium in the stock. The results of the microsatellite analysis showed that the stock deviated significantly in all locus, except Koi41-42 from the Hardy-Weinberg equilibrium and the estimated heterozygosity of the whole population is lower than expected. Most of the markers used in this study showed high polymorphism (MFW6, MFW7, Cca02, Cca072, MFW31, MFW26), therefore, are qualified for the analysis of the stock. Using more markers in the future will enable us to develop a cross design for raising genetic diversity. The work was supported by the European Fisheries Fund Fisheries Operative Program III. axis, European Fisheries Fund for Renewable Fisheries provided by the EU and Hungary.

### Irodalmi áttekintés

A ponty tenyésztett halaink közül a legrégebben domesztikált fajok közé tartozik. Hazánkban tenyésztése igen népszerű, az összes haltermelés kb 80%-át teszi ki (Horváth, 2000). Jelenleg több mint 30 államilag elismert tájfajtánk van, melyek némelyike külföldről származik (Bakos és Gorda, 2001). Ezek közül a legfiatalabb a velencei-tavi vadponty. Ez az elszigetelődött fejlődő tőponty változat 2013 decemberében kapta meg a végleges tájfajta elismerést (Gorda és Borbély, 2013). A pontyok között kisméretűnek számító hal legismertebb fenotípusos bélyege a megnyúlt, hengeres testforma, ún. kosfej. ami különböző színváltozatai ellenére kiváló megkülönböztető bélyeg. Ívási ideje általában megelőzi, a tóban szintén megtalálható, tenyésztett tájfajták ívási idejét, azonban az időjárástól is függően előfordulhat időbeli átfedés a szaporodási időszakokban. Ez komolyan veszélyeztetheti a velencei-tavi vadponty genetikai állományának integritását. Ezért a kajászói halgazdaságban a tájfajta fenntartására egy tenyészállományt alakítottak ki és tartanak fenn.

Ez nem csak a fajta genetikai állományának védelmét, de a tervszerű szaporítását és irányított telepítését is lehetővé teszi, ami körültekintő tenyésztői munka mellett biztosíthatja ennek a különleges vadponty változatnak a fennmaradását. Vizsgálatunk célja a tenyészállományból származó anyajelöltek genetikai diverzitás vizsgálata, a beltenyésztettség kialakulásának elkerülése érdekében, mivel ez az utód generációk alkalmazkodó képességének csökkenéséhez vezethet. Az alacsony heterozigotitás nem csak a mesterségesen szaporított állományokban okozhat problémát, de

az innen kihelyezett egyedek később a természetes vízi környezethez is nehezebben alkalmazkodnak, nő az elhullás esélye. A molekuláris markerekkel végzett vizsgálatok általánosan elterjedt eszközei a természetes vízi és mesterséges populációk diverzitási vizsgálatának. A genetikai háttér minél pontosabb ismerete lehetőséget ad a beltenyésztettség felmérésére, valamint vérfrissítési javaslatok, keresztezési tervek kidolgozására. A vizsgálatokhoz a ponty estében számos, más vizsgálat során már sikeresen alkalmazott mikroszatellit (*Croojimans, 1997, David és mtsai., 2001; Yue és mtsai., 2004*) markereket használtunk.

## Anyag és módszertan

### *Mintavétel*

Kísérleteink elvégzéséhez a Magyar Országos Horgász Szövetség (MOHOSZ) Kajászoői gazdaságából gyűjtöttünk mintákat, ahol a Velencei-tavi vadponty tájfajta anyajelölt állományát tartják. A halakat egyedi PIT Tag azonosítóval láttuk el az állomány későbbi nyomon követésének érdekében és a testméret adatok felvétele mellett farokúszó szövetmintákat gyűjtöttünk, amelyeket a későbbi felhasználásukig abszolút etanolban  $-20^{\circ}\text{C}$ -on tároltuk.

### *DNS izolálás*

A szövetekből DNS-t izoláltunk Omega Bio-tek gyártmányú E.Z.N.A. Tissue DNS izoláló készlet felhasználásával. Ennek során a proteáz enzimmel végzett lízist egy több lépcsős tisztítási reakció követte. A kinyert DNS-t  $100\ \mu\text{l}$  eluáló pufferben oldottuk fel. Ezt követően a DNS koncentrációját és tisztaságát  $1,5\ \%$ -os agaróz gélen TBE pufferes (Tris-bórsav EDTA) közegben elektroforézissel és spektrofotométeres méréssel határoztuk meg. A mintákat  $50\ \text{ng}/\mu\text{l}$  töménységre hígítottuk a további felhasználáshoz.

### *Mikroszatellitek kimutatása*

A mikroszatellit markerek kimutatására PCR (Polymerase Chain Reaction) vizsgálatot végeztünk. A mikrosatelliteket, más hazai ponty állományokon (Akasztó, Szeged) már általunk is sikeresen tesztelt markerek közül választottuk ki (MFW6, MFW7, Koi41-42, Cca02, Cca72, MFW31, MFW26). Ez egyfelől lerövidíti az optimalizálásra fordított időt, másrészt a későbbiekben ezekkel az állományokkal is összevethető eredményeket kapunk. A PCR reakció  $25\ \mu\text{l}$  térfogatú reakcióban ment végbe. A reakció összetétele a következő volt:  $2,5\ \mu\text{l}$  10X puffer  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $2,0\ \text{mM}$   $\text{MgCl}_2$ ,  $1,5\ \text{mM}$  dNTP,  $1,1\ \text{mM}$  forward primer,  $1,1\ \text{mM}$  reverse primer,  $1,1\ \text{mM}$  PET-floureszcens primer,  $0,34\ \text{U}/\mu\text{l}$  Taq polimeráz,  $150\ \text{ng}$  templát DNS. Az MFW7, Koi41-42, Cca02, Cca72, MFW31, MFW26 markerek esetén a reakció az *1. táblázatban* bemutatott hőprofil szerint ment végbe, míg az MFW6 marker esetén alkalmazott hőprofil a *2. táblázatban* látható. A mikrosatellitek alléljainak bázispár pontosságú méretét ABI Genetic Analyser 3130 (Applied Biosystems) készülék segítségével kapilláris fragmentanalízis révén határoztuk meg, GeneScan 500 LIZ (Applied Biosystems) molekulásúly markerhez viszonyítva. A méret meghatározást GeneMapper 4.0 (Applied Biosystems) szoftverrel végeztük.

**1. táblázat: Ponty állományok vizsgálatokor alkalmazott PCR reakció hőprofilja**

Iniciáció	3 min 94 °C	1X
Denaturáció	30 sec 94 °C	40X
Anelláció	30 sec 56 °C	
Elongáció	1 min 30 sec 72 °C	
Végső elongáció	5 min 68°C	

*Table 1: PCR conditions of microsatellites analysis for carp examinations.***2. táblázat: Ponty állományon alkalmazott PCR reakció hőprofilja az MFW6 mikroszatellit markerrel**

Iniciáció	2 min 94°C	
Denaturáció 1	15 sec 94°C	2 X
Anelláció 1	1 min 56°C	
Elongáció 1	2 min 72°C	
Denaturáció 2	15 sec 94°C	
Anelláció 2	20 sec 56°C	35X
Elongáció 2	40 sec 72°C	
Végső elongáció	9 min 72°C	

*Table 2: PCR temperature profile of MFW6 microsatellite marker for carp examination Populációgenetikai analízis*

Az egyes populációgenetikai számításokhoz Microsoft Excel, Microsatellite Toolkit ver. 3.1.1 (Park 2001) és GenAlEx ver. 6.502 (Peakall & Smouse 2012; Smouse és mtsai. 2015), valamint a Genepop ver. 4.1 szoftvereket (Raymond & Rousset 1995; Rousset 2008) alkalmaztunk. Meghatároztuk a jellemző alléleket, illetve allél tartományokat, a várt (He) és valós (Ho) heterozigotitási értékek alapján a Hardy-Weinberg egyensúlytól való eltérést, valamint a markerekre jellemző PIC értéket.

**Eredmények és értékelés**

Az általunk vizsgált 7 mikroszatellit marker (MFW6, MFW7, MFW26, MFW31, Koi41-42, Cca02, Cca72) alkalmasnak bizonyult a velencei kosfejű vadponty anyaállomány vizsgálatára. A populációra kimutatott allélok száma, illetve a PIC-értékek alapján a vizsgált markerek többsége az igen informatív kategóriába esett, a Koi41-42-es marker kivételével (3. táblázat).

A populációra jellemző allél tartományok a vártak megfelelően alakultak (3. táblázat). Bár a becsült (Ho) heterozigotitási értékek minden esetben alacsonyabbak voltak a várt (He) (4. táblázat) heterozigotitás értéknél és csak a Koi 41-42-es marker esetében nem volt szignifikáns az eltérés (4. táblázat). A populáció egészére nézve a P-érték magasan szignifikáns eltérést mutatott, az állomány tehát nem felel meg a Hardy-Weinberg egyensúlynak.

**3. táblázat: A kosfejű ponty állományon alkalmazott mikroszatellitek PIC (polimorf információs tartalom) értéke és jellemzésük**

	<b>PIC</b>	<b>Allélszám</b>	<b>Méret</b>	<b>Forrás</b>
<b>MFW7</b>	0,745	7	209-232	<i>Crooijmans, 1997</i>
<b>MFW6</b>	0,737	12	144-207	<i>Crooijmans, 1997</i>
<b>Cca72</b>	0,679	9	254-315	<i>Yue és mtsai., 2004</i>
<b>Koi41-42</b>	0,170	3	264-270	<i>David, 2001</i>
<b>Cca02</b>	0,663	9	176-219	<i>Yue és mtsai., 2004</i>
<b>MFW31</b>	0,886	15	272-330	<i>Crooijmans, 1997</i>
<b>MFW26</b>	0,819	10	136-166	<i>Crooijmans, 1997</i>

*Table 3: The PIC value for each locus in the „ram-headed” carp population*

**4. táblázat: A velencei kosfejű ponty anyaállomány várt és becsült heterozigotitási értékei az alkalmazott 7 mikroszatellit esetén**

	<b>EH</b>	<b>OH</b>	<b>P</b>
<b>MFW7</b>	0,787	0,371	***
<b>MFW6</b>	0,773	0,667	*
<b>Cca72</b>	0,729	0,444	***
<b>Koi41-42</b>	0,182	0,167	ns
<b>Cca02</b>	0,703	0,444	***
<b>MFW31</b>	0,908	0,657	***
<b>MFW26</b>	0,851	0,472	***

A mikroszatellit lokuszok várt (He) és valós (Ho) heterozigotitási értékei és szignifikancia szintjei (ns=nem szignifikáns, \*  $P < 0.05$ , \*\*  $0.001 < P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ ).

*The mean expected and observed heterozigotitási and P value in the „ram-headed” carp population (ns= not significant; \*  $P < 0.05$ , \*\*  $0.001 < P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ )*

**Következtetések, javaslatok**

Mivel az eredmények alapján az állomány szignifikánsan eltér a Hardy-Weinberg egyensúlytól és a markerek szintjén csak egy marker estében nem volt a heterozigotitási csökkenés szignifikáns mértékű, érdemes lenne az anyajelölt állomány genetikai variabilitását növelni a korábbi generáció még nem szaporított egyedektől származó utódok bevonásával, a fajtajellegek megtartása mellett. A jövőben a keresztezési terveket, a populáció genetikai változatosságának javítása érdekében, az egyes lokuszok alapján legváltozatosabbnak ítélt, illetve a ritka allélokot hordozó egyedek, illetve a korábbi tenyésztésgeneráció még nem használt egyedek, vagy a fajta természetes élőhelyéről befogott egyedek bevonásával célszerű kialakítani.

## Köszönetnyilvánítás

Munkánkat az Európai Halászati Alap, Halászati Operatív Program III. tengelye (“Európai Halászati Alap: a megújuló halászatért”- az Európai Unió és Magyarország támogatásával) és a Kutatókari kiválósági Támogatás (9878-3/2016/FEKUT) pályázatait támogatták.

Munkánk segítségével köszönet illeti a Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékének és a Szent István Egyetem Regionális Egyetemi Tudásközpont minden dolgozóját.

## Irodalomjegyzék

- Bakos, J., Gorda, S. (2001): Genetic resources of common carp at the Fish Culture Research Institute, Szarvas, Hungary. FAO Fisheries Technical Paper. No. 417. Rome, FAO. 106 pp.
- Crooijmans, R., Bierbooms, V.A.F., Komen, J., Vander Poel, J.J., Groenen, M.A.M. (1997): Microsatellite markers in common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Anim Genet*, 28. 129–134
- David, L., Rajasekaran, P., Fang, J., Hillel, J., Lavi, U. (2001): Polymorphism in ornamental and common carp strains (*Cyprinus carpio* L.) as revealed by AFLP analysis and a new set of microsatellite markers. *Mol Genet Genom*, 266. 353–362
- Gorda S., Borbély A. (2013): A velencei-tavi vadponty fajta elismerésére irányuló teljesítményvizsgálat eredménye. Összefoglaló jelentés, HAKI és NÉBIH, 18 p.
- Horváth L. (2000): Halbiológia és haltenyésztés; Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Park, S.D.E. (2001): 'Trypanotolerance in West African Cattle and the Population Genetic Effects of Selection', University of Dublin.
- Raymond, M., Rousset, F. (1995): GENEPOP (Version 1.2): Population Genetics Software for Exact Tests and Ecumenicism. *Journal of Heredity*, 86. 248-249.
- Rousset, F. (2008): 'Genepop'007: a complete re-implementation of the genepop software for Windows and Linux', *Molecular Ecology Resources*, 8. 103-06.
- Peakall, R., Smouse, P.E. (2012): 'GenAIEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update', *Bioinformatics*, 28. 2537-39.
- Smouse, P.E., Whitehead, M.R., Peakall, R. (2015): 'An informational diversity framework, illustrated with sexually deceptive orchids in early stages of speciation', *Molecular Ecology Resources*, 15. 1375-84.
- Szentes K. (2000): Vadponty (*Cyprinus carpio m. accuminatus*) a Velencei-tóban. Szakdolgozat, SZIE, Gödöllő, 64 p.
- Yue, G.H., Ho, M.Y., Orban, L., Komen, J. (2004): Microsatellites within genes and ESTs of common carp and their applicability in silver crucian carp. *Aquaculture* 234. 85-98.

## MITOKONDRIÁLIS GENETIKAI VIZSGÁLAT A VELENCEI-TAVI VADPONTY ANYAJELÖLTJEINEK ÁLLOMÁNYÁN

Keszte Szilvia<sup>1</sup>, Stein Renáta<sup>1</sup>, Kánainé Sipos Dóra<sup>1</sup>, Balogh Erna<sup>1</sup>, Zellei Ágnes<sup>2</sup>, Sebestyén András<sup>2</sup>, Balogh Réka<sup>1</sup>, Gutti Csaba Ferenc<sup>1</sup>, Bokor Zoltán<sup>1</sup>, Urbányi Béla<sup>1</sup>, Kovács Balázs<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék, Gödöllő

<sup>2</sup>Magyar Országos Horgász Szövetség, Budapest  
Szilvia.Keszte@phd.uni-szie.hu

Received – Érkezett: 25. 11. 2017.  
Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

### Összefoglalás

Munkánk során a Velencei-tavi vadponty (*Cyprinus carpio carpio* morpha *hungaricus*) állomány anyajelöltjeinek mitokondriális DNS szekvenciáját vizsgáltuk. Célunk az állomány diverzitásának felmérése és keresztezési terv kidolgozása egy tenyészállomány létrehozásához. A vizsgálat során 150 mintából 135 egyed mitokondriális DNS-ének kontroll (D-loop) régióját vizsgáltuk meg, mely alapján 19 (haplotípust hordozó) anyai vonalba tudtuk besorolni az egyedeket. A leggyakoribb haplotípusba (Hap\_3) 94 egyed, a legritkább haplotípusokba (Hap\_4, 6 és 19) 1-1 egyed tartozik. Az egyes genotípusok előfordulási gyakorisága alapján 16 haplotípus (Hap\_2, 4-7 és 9-19) ritkának mondható. Az állományon belüli minél nagyobb genetikai diverzitás eléréshez javasoljuk a 22, legritkább anyai vonalba tartozó egyed keresztezését a gyakoribb haplotípushoz tartozó egyedekkel. A keresztezéseket minél nagyobb számú kombinációban érdemes kivitelezni. A tenyészállomány kialakításába azonban kizárólag olyan egyedeket ajánlott bevonni, melyek megfelelnek a fajtasztenderd követelményeinek és az eredeti élőhelyről, a Velencei tóból származnak, így növelhető a ritka anyai vonalokhoz tartozó genetikai háttér sikeres megőrzésének valószínűsége. Munkákat az Európai Halászati Alap, Halászati Operatív Program III. tengelyének („Európai Halászati Alap: a megújuló halászatért” – az Európai Unió és Magyarország támogatásával) projekt támogatta.

**Kulcsszavak:** Ponty, diverzitás, genetika, mitokondriális genom D-loop, carp, diversity, genetics, mitochondrial genome D-loop

### MITHOCHONDRIAL GENETIC ANALYSES OF THE VELENCE WILD CARP BROOD STOCK CANDIDATES.

#### Abstract

Our aim was to evaluate the genetic diversity of the broodstock candidates of the Velence wild carp (*Cyprinus carpio carpio* morpha *hungaricus*) based on mitochondrial DNA sequences, and to develop a cross-breeding plan to maintain or to increase the genetic diversity. 150 specimen were sampled during the experiment and 135 mitochondrial control (D-loop) region DNA sequences were determined. Based on the data 19 maternal line were classified. The most

common haplotype (Hap\_3) was present in 94 individuals, while the rarest haplotypes (Hap\_4, 6, and 19) were present only in one specimen, respectively. Based on the frequency of the genotypes 16 haplotypes (Hap\_2, 4-7 and 9-19) are belonging to the rare category. To achieve the greatest genetic diversity within the stock, we recommend crossing 22 individuals from the rare maternal lines with the more common haplotypes. It is worthwhile to implement crossings in as many combinations as possible, to increase the probability of successful conservation of rare maternal lines and genetic backgrounds. But, only those specimens should be selected for breeding that meets the landrace standards and originated from the Lake Velencei. The work was supported by the European Fisheries Fund Fisheries Operative Program III. axis, European Fisheries Fund for Renewable Fisheries provided by the EU and Hungary.

## Irodalmi áttekintés

Tenyésztett halállományainkban gyakori jelenség a kevés tenyészegyed felhasználása miatt kialakuló genetikai háttér beszűkülés, mely a beltenyésztettség növekedéséhez és az utódgenerációk alkalmazkodóképességének csökkenéséhez vezet. Az alacsony heterozigotitás azonban nem csak a mesterségesen szaporított tógazdasági állományokban okoz problémát, de az elszigetelten, kis egyedszámmal rendelkező állományokban is előfordulhat. Az ilyen szűk genetikai háttérrel rendelkező állományok a természetes vízi környezethez is nehezebben alkalmazkodnak, nő az elhullás esélye.

A velencei-tavi vadponty egy olyan elszigetelődött fejlődő pontyváltozat, mely 2013 decemberében kapta meg a végleges tájfajta elismerést (Gorda és Borbély, 2013), és amelynek fenntartására egy minél szélesebb genetikai háttérű anya állományt kívánnak létrehozni. A pontyok között kisméretűnek számító tájfajta legismertebb fenotípusos bélyege a jellegzetesen megnyúlt pikkelyes test, a mérsékelt magas hát és az ún. „kosfej”. Ívási ideje korábbra tehető a többi ponty tájfajtaénál, de bizonyos környezeti körülmények eltolhatják azt, így nem kizárt a fajták/változatok közötti hibridizáció sem (Szentes, 2000). Az állományokban végbemenő változások felmérésének egyik lehetséges eszköze az anyai leszármazást követő mitokondriális genom vizsgálat molekuláris genetikai módszerekkel (Avisé, 1994, Linda és Paul, 1995). A mitokondriális DNS marker vizsgálatok mára már általánosnak mondhatók az egyes rendszertani osztályok esetében, úgy, mint a halaknál (Avisé és mtsai., 1986, Heist és Gold, 1999), madaraknál (Baker és Marshall, 1997, Zink és mtsai., 2000), emlősöknél (Menotti-Raymond és O'Brien, 1993), és a hüllőknél (Avisé és mtsai., 1998, Shanker és mtsai., 2004). Jelen munka során a mitokondriális DNS kontroll (D-loop) régióját használtuk molekuláris markerként a Velencei-tavi kosfejű pontyok állományvizsgálatához. A módszer lehetővé teszi olyan szaporítási tervek kidolgozását, melyek alapján lehetőség nyílik az állományon belüli megtalálható anyai vonalak és a diverzitás megőrzésére, a heterozigotitás növelésére.

## Anyag és módszer

### Mintavétel

Vizsgálatainkhoz a Magyar Országos Horgász Szövetség (MOHOSZ) Kajászói gazdaságában vettünk mintákat, ahol a Velencei-tavi vadponty tájfajta anyajelölt állományát tartják. Altatást követően 150 egyed farokuszójából vettünk szövetmintát. Mind a 150 halat egyedi PIT Tag (Passzív Integrált Jeladó - Passive Integrated Transponder) azonosítóval láttuk el



az egyedek későbbi nyomkövetésének érdekében. A mintákat steril, abszolút etanol tartalmazó centrifuga csövekbe helyeztük és a későbbi felhasználásig  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tároltuk.

### *DNS izolálás*

A szövetekből Omega Biotech gyártmányú E.Z.N.A. Tissue DNS izoláló készlet segítségével nyertük ki a DNS-t, a gyártó előírásai szerint. A proteáz enzimmel végzett lízist egy több lépcsős tisztítási reakció követte, mely során mintánként 100  $\mu\text{l}$  eluáló pufferben leoldott DNS-t kaptunk. A DNS koncentrációt és tisztaságot ezt követően agaróz gélelektroforézissel és spektrofotométeres méréssel ellenőriztük. Majd a mintákat 50  $\text{ng}/\mu\text{l}$  töménységre hígítottuk a további felhasználáshoz.

### *PCR és szekvenálás*

Az izolált DNS-ből a vizsgálni kívánt mitokondriális DNS ún. D-loop régióját polimeráz láncreakcióval (PCR) felszaporítottuk. A reakcióelegy komponensei a következők voltak egy mintára számítva 2,50  $\mu\text{l}$  10x puffer (( $\text{NH}_4$ ) $_2$ SO $_4$ ), 0,75mM MgCl $_2$ , 0,12 mM dNTP, 0,13  $\mu\text{M}$  Primer Forward, 0,13  $\mu\text{M}$  Primer Reverse, 0,05 U/ $\mu\text{l}$  Taq, 13,00  $\mu\text{l}$  MQ víz. A felsokszorozáshoz a Carp-pro2-F (5'- TCACCCCTGGCTCCCAAAGC-3') és Carp-Phe2-R (5'- CTAGGACTCATCTTAGCATCTTCAGTG-3') primereket használtuk. A reakciókat Applied Biosystems gyártmányú 2720 Thermo cycler PCR gépben végeztük el a következő hőprofil alkalmazásával:  $95^{\circ}\text{C}$  3 perc, melyet 35 ciklus követett  $95^{\circ}\text{C}$ -on 30 másodpercig,  $50^{\circ}\text{C}$ -on 30 másodpercig és  $71^{\circ}\text{C}$ -on 1 percig majd zárásként egy ciklus  $72^{\circ}\text{C}$ -on 3 percig. A PCR eljárást követően a templátot a reakció közegből enzimes emésztéssel ((Exonukleáz I. (10 U/ $\mu\text{l}$ ), és Alkalikus foszfatáz - FastAP (1U/  $\mu\text{l}$  )) megtisztítottuk a reakció során fennmaradt primerektől és nukleotidoktól.

A termékből a Carp-pro2-F primer, BigDye Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit (Applied Biosystems) felhasználásával elvégeztük a szekvenáló reakciót, majd alkoholos kicsapással kinyertük a jelölt DNS fragmenteket. A pelletet HIDI formamidban feloldottuk és 24 órás pihentetést és a kettős szál denaturálását követően a Gödöllői Szent István Egyetem Halgazdálkodási Tanszékén található ABI Genetic Analyser Model 3130 (Applied Biosystems) készüléken elvégeztük a bázissorrend meghatározást.

### *Adatok elemzése*

A kromatogramok kiértékelését és a szekvencia illesztéseket, valamint a haplotípusok viszonyát jellemző filogenetikai fát a MEGA 7.0.5 (Kumar és mtasai., 2015) programmal készítettük el. A haplotípus csoportokat és a nukleotid diverzitást a DnaSP 5.10 (Librado és Rozas, 2009) szoftver segítségével határoztuk meg. A haplotípusok gyakoriságát EXCEL (Microsoft) segítségével jelenítettük meg. A törzsfá elkészítéséhez Maximum Likelihood módszert alkalmaztunk, amely a Tamura-Nei modellen (Tamura és Nei, 1993) alapszik. A számításokhoz 3000-es bootstrap értéket alkalmaztunk. A filogenetikai fán a csomópontok mellett az egyes haplotípusok egymás mellé helyeződésének százalékos valószínűsége látható a bootstrap teszt alapján. A bootstrap konszenzus törzsfá megjelenítésekor a külcsoportnak a leggyakoribb Hap\_3-as haplotípust választottuk.

## Eredmények

A kísérletünk során 135 egyed mitokondriális DNS kontroll (D-loop) régiójának szekvenciáját határoztuk meg. A vizsgálatokban felhasznált konszenzus szekvencia 661 bázis hosszúságú, amelyből 606 bázis változatlan volt mind a 135 egyedben. 55 bázis esetében volt polimorfizmus kimutatható (1. ábra), ebből 34 pozícióban csak egy-egy egyedben, 21-nél pedig több egyedben változott az öröklött szekvencia nukleotid sorrendje. Az 55 nukleotid pozíció alapján összesen 19 különböző haplotípust tudunk elkülöníteni. Az egyes haplotípusok között fellelhető különbség viszonylag szűk skálán, 1 nukleotidtól 13 nukleotidig változott (1. ábra). Az egyes haplotípusok előfordulási gyakorisága a vizsgált egyedek számához viszonyítva széles skálán mozgott (2. ábra). A Hap\_1-es haplotípusba 12 egyed tartozik, a Hap\_2-esbe 4, a Hap\_3-asba 94, a Hap\_4-estől a Hap\_6-esig 1-1 egyed tartozik, a Hap\_8-asba 7, a Hap\_9-esbe 4, a Hap\_10-estől a Hap\_19-es haplotípusig pedig ismét csak 1-1 egyed tartozik. Az összehasonlító filogenetikai törzsfa alapján (3. ábra) a haplotípusok három nagyobb csoportba oszthatók. A leggyakoribb 3. haplotípustól a legnagyobb evolúciós távolságban a 17-es, az 1-es és 2-es haplotípusok, míg a legközelebb a 19-es és 7-es haplotípusok vannak.

### 1. ábra: A velencei tavi anyajelölt ponty állomány d-loop haplotípusai közötti eltérés

	10	20	30	40	50
	*	*	*	*	*
Hap_3	TTTATAGCATTTAGGTAACCCTAGCGGCTTTGTATAGGGTTTTTTTCTTATTTGT				
Hap_1	.....TTTC...A...GA.GC.....				
Hap_8	.....T.....				
Hap_2	.....G.T.T...TAA..CGA.....C.....				
Hap_9	.....A.....				
Hap_4	.....C...C...C.....C...A..				
Hap_5	.....T.....C.....				
Hap_6	.....TT.....A.....				
Hap_7	.....G.....				
Hap_10	.....A...G.....A				
Hap_11	.....TT.....				
Hap_12	.....A..C.A.AG.GAC.AA.TAG.A.				
Hap_13	.....C.....				
Hap_14	.....A..AG.CAC.....				
Hap_15	.....C.....ACAA.....C.....G.....				
Hap_16	.....C.....				
Hap_17	.....AG.TT.....TTTC...A...GA.GC.....				
Hap_18	.....T.....C.....G.....				
Hap_19	A.....				

Figure 1: The differences of the d-loop haplotypes in the Velence wild carp stock

**2. ábra: A velencei tavi ponty anyajelölt mitokondriális haplotípusainak gyakorisága**

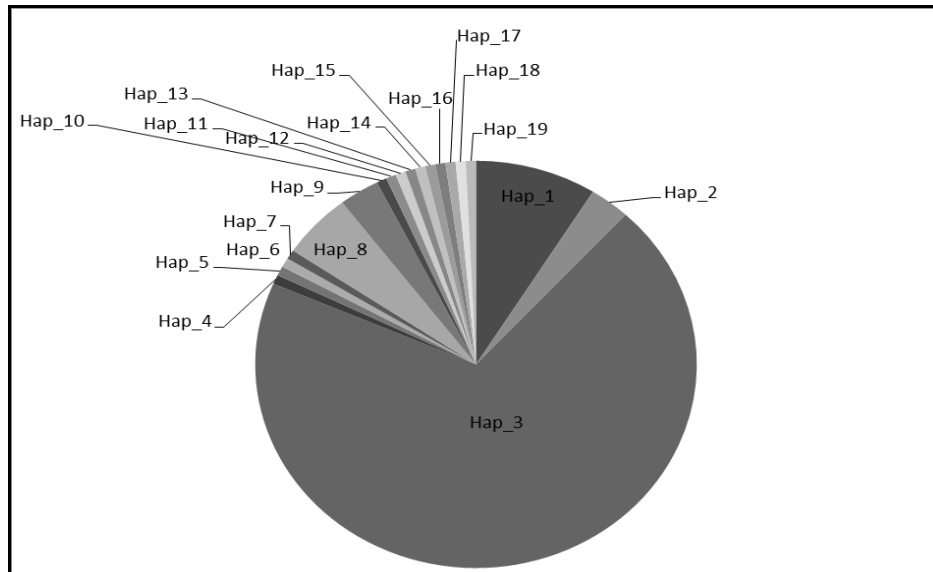


Figure 2: The distribution of the Velence wild carp mitochondrial haplotypes

**3. ábra: A velencei tavi ponty állomány mitokondriális haplotípusainak Maximum Likelihood filogenetikai analízise**

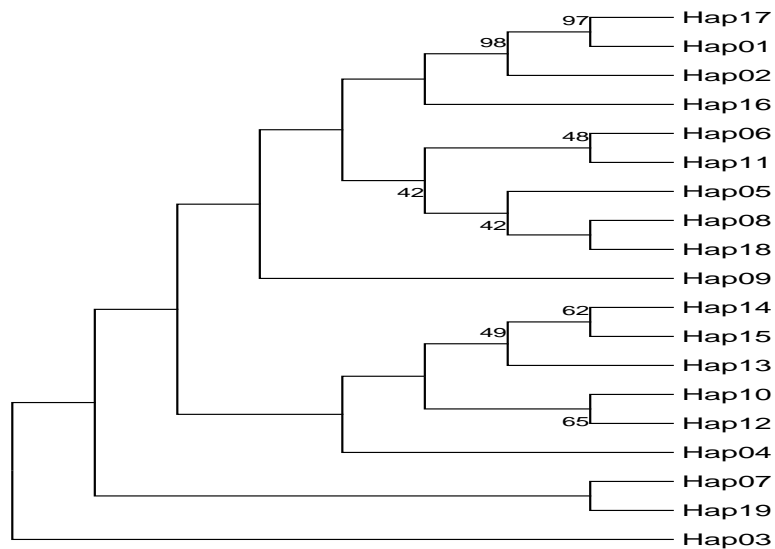


Figure 3: The phylogenetic tree of mitochondrial haplotypes of the Velence wild carp stock made of the maximum likelihood method.

## Eredmények értékelése

A velencei-tavi ponty anyajelölt állományának mitokondriális DNS vizsgálata során összesen 19 haplotípust tudtunk elkülöníteni a 135 egyedből. Ebből 16 ritka (Hap\_2, Hap\_4, Hap\_5, Hap\_6, Hap\_7, Hap\_9, Hap\_10, Hap\_11, Hap\_12, Hap\_13, Hap\_14, Hap\_15, Hap\_16, Hap\_17, Hap\_18, Hap\_19), 2 közepesen gyakori (Hap\_1, Hap\_8), 1 pedig gyakori (Hap\_3) típus. Mivel az a célunk, hogy minél nagyobb genetikai diverzitással lehessen fenntartani az állományt, ezért a ritkább haplotípusok felértékelődnek a gyakoribbakkal szemben. Ideális esetben mind a 16, ritkább haplotípusba tartozó egyedeket ajánlanánk továbbtenyésztésre, de az általunk vizsgált egyedek még csak kétnyarasak és ivaruk nem ismert. Emiatt a felnevelés után lehet kiválogatni azokat a nőivarú egyedeket, amelyek örökítik a ritka mitokondriális haplotípusokat, és azokat tovább tenyésztetni. A ritkább haplotípusú hímivarú vadpontyokat is be lehet venni a tenyésztésbe, ugyanis nagy valószínűséggel ezek az egyedek nukleáris genomi DNS-ükben is hordozzák az eltérő anyai vonalból származó, eltérő nukleáris genomot, különösen ha az egy nagyobb evolúciós távolságot mutató vonal. Egy egyed minél nagyobb számú kombinációban érdemes bevinni a tenyésztésbe (lehetőség szerint akár 5-6 másik egyeddel ajánlott keresztezni). Ez megfelelő genetikai alapot nyújthat a törzs tenyészállomány következő generációinak kialakításához. Cél, hogy minden tenyésztésbe bevont egyed minél több párosításból származó utóddal járuljon hozzá az utódgeneráció létrehozásához.

## Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni az Európai Halászati Alap, Halászati Operatív Program III. tengelyének („Európai Halászati Alap: a megújuló halászatért” – az Európai Unió és Magyarország támogatásával) és a Kutató Kari Kiválósági Támogatásnak (11476-3/2016/FEKUT) a pályázati lehetőséget, amivel a kutatás hátterét biztosították.

## Irodalomjegyzék

- Avise, J.C.* (1994): *Molecular Markers, Natural History and Evolution*. Chapman and Hall, New York, 512 p.
- Avise, J.C., Helfman, G.S., Saunders, N.C., Hales, L.S.* (1986): Mitochondrial DNA differentiation in North Atlantic eels: Population genetic consequences of an unusual life history pattern. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, 83. 12. 4350-4354.
- Avise, J.C., Walker, D., Johns, G.C.* (1998): Speciation durations and Pleistocene effects on vertebrate phylogeography. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 265. (1407) 1707-1712.
- Baker, A.J., Marshall, H.D.* (1997): Molecular evolution of the mitochondrial genome. In: Mindell, D.P. (ed.): *Avian Molecular Evolution and Systematics*. Academic Press, San Diego, 51-82.
- Gorda S., Borbély A.* (2013): A velencei-tavi vadponty fajta elismerésére irányuló teljesítményvizsgálat eredménye. Összefoglaló jelentés, HAKI és NÉBIH, 18 p.
- Kumar, S., Stecher, G., Tamura, K.* (2015): MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets. *Molecular Biology and Evolution*.

- Librado, P., Rozas, J. (2009): DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. Bioinformatics, 25. 1451-1452.*
- Szentes K. (2000): Vadponty (*Cyprinus carpio m. accuminatus*) a Velencei-tóban. Szakdolgozat, SZIE, Gödöllő, 64 p.*
- Tamura, K., Nei, M. (1993): Estimation of the number of nucleotide substitutions in the control region of mitochondrial DNA in humans and chimpanzees. Molecular Biology and Evolution, 10. 512-526.*
- Zink, R.M., Barrowclough, G.F., Atwood, J.L., Blackwell-Rago, R.C. (2000): Genetics, taxonomy, and conservation of the threatened California gnatcatcher. Conservation Biology, 14. 5. 1394-1405.*

## EFFECT OF COMMERCIAL CROSSING OF ŠUMAVSKA SHEEP WITH SELECTED MEAT BREEDS ON CARCASS CHARACTERISTICS OF LAMBS

*Koutná Svatava<sup>1</sup>, Kuchtik Jan<sup>1</sup>, Šťastník Ondřej<sup>2</sup>, Konečná Leona<sup>1</sup>*

Mendel University in Brno

<sup>1</sup>Department of Animal Breeding

<sup>2</sup>Department of Animal Nutrition and Forage Production

Zemědělska 1, 613 00 Brno, Czech Republic

kuchtik@mendelu.cz

Received – Érkezett: 07. 11. 2017.

Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

### Abstract

Evaluation of the effect of commercial crossing of Šumavska sheep (S) with selected meat breeds (Suffolk (SF) and Texel (T)) on basic carcass and non-carcass traits of lambs was carried out on an organic farm in Proseč in the Pardubice region. Four different genotypes were included in the experiment: SF x S (n = 9), S (n = 11), SF x (T 75 S 25) (n = 12) and S x (T 75 S 25) (n = 14). All lambs in the study were males. The highest daily gain (0.166 kg/day), carcass yield (43.96 %) and proportion of muscle and fat in the left leg (79.25 %) were found in crossbreds SF x (T 75 S 25) while in this group was the highest proportion of meat breeds. In contrast, in purebred lambs of Šumavská sheep the lowest daily gain (0.122 kg/day), carcass yield (37.71 %) and proportion of muscle and fat in left leg (74.47 %) were found. The best conformation score and the lowest fatness score (2.22) were found in crossbreds SF x S. On the other hand in purebred lambs of Šumavska sheep the worst conformation score (4.91) was found. However in this group relatively very favorable fatness score (2.27) was also found. The results of the experiment indicate that use of commercial crossing of ewes of Šumavská breed with rams of meat breeds had a positive effect on the most of the monitored carcass traits.

**Key words:** carcass and non-carcass traits, males, Šumavská sheep, Suffolk, Texel,

### Introduction

The main product of Czech sheep husbandry is currently so called „heavy lamb“, which is the lamb with carcass weight higher than 13 kg. For production of these lambs mainly meat breeds are used. However for this production are also very often used lambs originating from commercial crossing of dual purpose breeds in maternal position and meat breeds in sire position. One of the most important mixte breeds reared in the Czech Republic is Šumavská sheep. This breed is currently included also among European animal genetic resources. Due to adaptability to unfavourable climatic conditions the sheep of this breed are primarily reared in mountain areas. On the other hand relatively low daily gains and worse conformation are also specific for this breed. Due to the above mentioned, to improve the growth and carcass value (mainly the meatiness) of lambs the ewes of this breed are very often crossed with males of meat breeds.

The daily gains and carcass characteristics of lambs are affected by a lot of different factors while the most important are breed, nutrition, sex, management and health. Effect of commercial crossing of mixte breeds with selected meat breeds on basic carcass and non-carcass traits of lambs were evaluated in the studies which were carried by *Kuchtík and Horák* (2001), *Shaker et al.* (2002), *Teixeira et al.* (2004) and *Gutiérrez et al.* (2005).

The main aim of our experiment was to evaluate the effect of commercial crossing of Šumavská sheep with selected meat breeds (Suffolk and Texel) on daily gains and basic carcass traits of male lambs. An integral part of the study was the evaluation of commercial crossing on weights and proportions of non-carcass traits and individual tissues in the left leg.

## Material and Methods

Evaluation of the effect of commercial crossing of Šumava sheep with selected meat breeds on basic carcass and non-carcass traits of lambs was carried out on an organic farm in Proseč in the Pardubice region (altitude 520 m, average annual temperature 6.1 °C, precipitation 800 mm). An integral part of the study was also the evaluation of weights and proportions of individual tissues in left leg. Four different genotypes were included in the experiment: SF x S (n = 9), S (n = 11), SF x (T 75 S 25) (n = 12) and S x (T 75 S 25) (n = 14). All lambs in the experiment were males. Lambing was carried indoors, during March and April. In the period from parturition till the end of April the daily feed ration (DFR) of ewes consisted of meadow hay (*ad libitum*) and organic mineral lick (*ad libitum*). The DFR of the lambs during the same period consisted of mother's milk (*ad libitum*), meadow hay (*ad libitum*) and organic mineral lick (*ad libitum*). Since May 1st till the end of the experiment the DFR of ewes consisted of grazing on permanent pasture (*ad libitum*) and organic mineral lick (*ad libitum*). The DFR of lambs in the same period consisted of mother's milk (*ad libitum*), grazing on permanent pasture (*ad libitum*) and organic mineral lick (*ad libitum*). At the age of about 5 months the weaning of lambs was carried out. All animals were reared in one flock under identical conditions without any discernible differences regarding nutrition or management.

All lambs were weighed at birth (LW0) and before slaughter (LWS). Daily gain (DG) was calculated in grams (g) in the interval from LW0 to LWS. At the end of the experiment, after 24 hours of starvation, the slaughters of lambs were carried out. On the day of slaughter live weights, age of lambs and weights of skins were recorded. On the following day, after a chilling period of approximately 24 hours, the evaluation of conformation and fatness of all carcasses were carried out. Simultaneously the weights of cold carcass, leg, shoulder, kidney, kidney fat and all non-carcass traits (heart, lung + trachea, liver and spleen) were determined. On the same day the weights of individual tissues in the left leg were also recorded. From the above mentioned data were subsequently calculated individual proportions. The conformation score (an extent of the scale from S = exceptional to P = poor conformation) and fatness score (the scale from 1 = very low to 5 = very high fatness) were assessed according to the S.E.U.R.O.P. (Commission Regulation EEC 461/93). For the purpose of statistical analysis, the scale of the conformation score was quantified from the grade S = 1 to the grade P = 6.

A statistical analysis was carried out using STATISTICA software, version 12. To study the differences in the basic carcass traits, non-carcass traits and individual tissues in left leg in all groups of genotypes ANOVA analysis was used. Sheffe's test was used by post-hoc analyses to identify individual significant differences between means. The differences were considered significant if  $P \leq 0.05$ .

## Results and Discussion

Effect of commercial crossing of Šumavská sheep with selected meat breeds on basic carcass characteristics of lambs is presented in *Table 1*. All groups of crossbreeds had significantly higher daily gains compared to purebred lambs of Šumavská sheep which is in line with *Macit et al.* (2001) and *Shaker et al.* (2010) while in SF x (T 75 S 25) the highest daily gain was found. On the other hand it is necessary to complete that in all groups of lambs the daily gains were relatively low. However in our opinion relatively low daily gains in all groups were affected by extensive nutrition of lambs and relatively hard climatic conditions during pasture period. All groups of crossbreeds had also significantly higher carcass yield compared to purebred lambs of Šumavská sheep which is in accordance with *Kuchtík and Horák* (2001) while the highest value of this trait was found in SF x (T 75 S 25). As for carcass yield, it is necessary to state that in all groups of lambs their levels were relatively low, but comparable with data published by *Teixeira et al.* (2004) and *Rodrigues et al.* (2006). As expected all groups of crossbreeds had also significantly better conformation score than purebred lambs. On the other hand, purebred lambs of the Šumavská sheep had a lower fatness score than the crossbreeds SF x (T 75 S 25) and S x (T 75 S 25) while both of these trends are in line with *Kuchtík and Horák* (2001).

The purebred lambs of the Šumavská sheep had the highest weight and proportion of the skin compared to all groups of crossbreeds. The proportions of kidney fat, leg and shoulder in all groups were very balanced and in all above mentioned cases no significant effect of commercial crossing was found. On the other hand *Abdullah et al.* (2010) in purebred lambs found out lower proportions of shoulder and leg compared to crossbreeds.

**Table 1: Effect of commercial crossing on basic carcass characteristics of lambs**

Trait	Sign.	Genotype											
		SF x S n = 9 (A)			S n = 11 (B)			SF x (T 75 S 25) n = 12 (C)			S x (T 75 S 25) n = 14 (D)		
		L.S.M.	S.E.M.	Sign.	L.S.M.	S.E.M.	Sign.	L.S.M.	S.E.M.	Sign.	L.S.M.	S.E.M.	Sign.
LWS (kg)		33,07	1,21		31,05	1,29		34,71	0,45		32,83	0,89	
AS (days)	**	223	7,12	c	228	7,47	C	186	8,13	a, B	212	6,95	
DG (kg)	**	0,131	0,01		0,122	0,01	C	0,166	0,01	B	0,137	0,01	
CCW (kg)	**	12,74	0,77		11,71	0,84	C	15,26	0,44	B	13,28	0,63	
Skin (kg)	*	3,11	0,16	b, d	3,82	0,14	a	3,29	0,12		3,78	0,15	a
Skin (%)	**	9,40	0,43	B, d	12,30	0,37	A, C	9,48	0,35	B, D	11,51	0,48	a, C
CY (%)	**	38,52	1,09	c	37,71	1,06	C	43,96	0,90	a, B	40,45	1,20	
Kidney (kg)		0,09	0,00		0,08	0,00		0,09	0,00		0,08	0,00	
Kidney (%)	**	0,71	0,02	c	0,68	0,04	C	0,59	0,02	a, B	0,60	0,02	
Kidney fat (kg)		0,10	0,01		0,11	0,02		0,12	0,01		0,13	0,02	
Kidney fat (%)		0,78	0,07		0,94	0,11		0,79	0,05		0,98	0,12	
CS (body)	**	3,00	0,17	B, D	4,91	0,16	A, C	3,58	0,23	B, D	4,71	0,27	A, C
Fatness score	*	2,22	0,15	d	2,27	0,19	d	2,75	0,18		3,07	0,20	a, b
Leg (kg)	**	4,11	0,23		3,76	0,25	C	4,82	0,17	B	4,18	0,19	
Leg (%)		32,26	0,33		32,11	0,40		31,59	0,40		31,48	0,22	
Shoulder(kg)	**	2,48	0,11		2,28	0,15	C	2,87	0,08	B	2,63	0,11	
Shoulder (%)		19,47	0,47		19,47	0,22		18,81	0,22		19,80	0,28	

DG = daily gains from birth to slaughter AS = Age at slaughter, LWS = live weight at slaughter, CCW = cold carcass weight, CY = carcass yield, CS = conformation score,

\* - a, b, c, d - P ≤ 0.05; \*\* - A, B, C, D - P ≤ 0.01



The highest weights and proportions of non-carcass traits (*Table 2*), with the exception of proportion of lungs and trachea, were found in crossbreds SF x (T 75 S 25). In contrast the lowest values in most of these indicators were found in purebred lambs of Šumavska sheep. In context with the above mentioned it can be therefore stated that commercial crossing had a positive effect on these traits. Similar trends were also recorded by *Shaker et al. (2002)* and *Peraza-Mercado et al. (2010)*.

**Table 2: Effect of commercial crossing on weights and proportions of non-carcass traits**

Trait	Sign.	Genotype											
		SF x S n = 9 (A)			S n = 11 (B)			SF x (T 75 S 25) n = 12 (C)			S x (T 75 S 25) n = 14 (D)		
		L.S.M.	S.E.M.	Sign.	L.S.M.	S.E.M.	Sign.	L.S.M.	S.E.M.	Sign.	L.S.M.	S.E.M.	Sign.
Heart (kg)	**	0,15	0,00		0,14	0,01	C	0,18	0,00	B, d	0,15	0,01	c
Heart (%)	**	0,45	0,01		0,45	0,01	C	0,52	0,01	B	0,46	0,02	
L + T (kg)		0,45	0,03		0,41	0,01		0,46	0,02		0,43	0,02	
L + T (%)		1,36	0,04		1,32	0,03		1,33	0,05		1,31	0,05	
Liver (kg)	*	0,43	0,02		0,39	0,02	c	0,49	0,02	b	0,41	0,02	
Liver (%)		1,30	0,03		1,26	0,03		1,41	0,05		1,25	0,06	
Spleen (kg)	**	0,05	0,00		0,04	0,00	C	0,06	0,00	B	0,05	0,00	
Spleen (%)	*	0,15	0,01		0,13	0,00	c	0,17	0,01	b	0,15	0,01	

L + T = lungs and trachea,

B, C, - \*\* -  $P \leq 0.01$ ; b, c, d - \* -  $P \leq 0.05$

**Table 3: Effect of commercial crossing on weights and proportions of tissues in left leg.**

Trait	Sign.	Genotype											
		SF x S n = 9 (A)			S n = 11 (B)			SF x (T 75 S 25) n = 12 (C)			S x (T 75 S 25) n = 14 (D)		
		L.S.M.	S.E.M.	Sign.	L.S.M.	S.E.M.	Sign.	L.S.M.	S.E.M.	Sign.	L.S.M.	S.E.M.	Sign.
Left leg (kg)	**	2,06	0,12		1,88	0,13	C	2,41	0,08	B	2,09	0,09	
Muscle + fat (kg)	**	1,54	0,10		1,40	0,11	C	1,91	0,08	B	1,61	0,09	
Muscle + fat (%)	**	74,76	1,16	c	74,47	0,89	C	79,25	0,79	a, B	77,03	1,05	
Bones (kg)		0,52	0,02		0,48	0,02		0,50	0,02		0,48	0,02	
Bones (%)	*	25,24	1,25	c	25,53	0,79	c	20,75	0,79	a, b	22,97	1,05	

B, C, - \*\* -  $P \leq 0.01$ ; a, b, c, - \* -  $P \leq 0.05$

A positive effect of commercial crossing was found also in the case of the proportions of muscle and fat in left leg (*Table 3*), because in all groups of crossbreds were found higher proportions of these tissues compared to purebred lambs of Šumavská breed. This finding is consistent with results published by *Kuchtík and Horák (2001)*. The highest weight and proportion of muscle and fat were determined in crossbreds SF x (T 75 S 25). However, it is necessary to mention that in crossbreds SF x S a comparable proportion of muscle and fat with purebred lambs was found which was not expected.

## Conclusion

The commercial crossing of Šumavská sheep with selected meat breeds (Suffolk and Texel) had a positive effect on most of the monitored carcass and non-carcass traits. The highest daily gain, carcass yield and proportion of muscle and fat in left leg were found in crossbreds SF x (T 75 S 25) while in this group was the highest proportion of meat breeds. On the other hand the best conformation score, the lowest fatness score and the highest proportion of leg were found in SF x S crossbreds which was not expected.

## References

- Abdullah, A.Y., Kridli, R.T., Shaker, M.M., Obeidat, M.D.* (2010): Investigation of growth and carcass characteristics of pure and crossbred Awassi lambs. *Small Ruminant Research*, 94. 167-175.
- Commission Regulation (EEC) No 461/93 of 26 February 1993* laying down detailed rules for the Community scale for the classification of carcasses of ovine animals; Brussels, 1993.
- Gutiérrez, J., Rubio, M.S., Mendez, R.D.* (2005): Effects of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. *Meat Science*, 70. 1-5.
- Kuchtik, J., Horák, F.* (2001): Growth ability, carcass and meat quality of lambs of the German long-wooled sheep and their crosses. *Czech Journal of Animal Science*, 46. 439-448.
- Macit, M., Karaoglu, M., Esenbuga, N., Kopuzlu, S., Dayioglu, H.* (2001): Growth performance of purebred Awassi, Morkaraman and Tushin lambs and their crosses under semi-intensive management in Turkey. *Small Ruminant Research*, 41. 177-180.
- Peraza-Mercado, G., Jaramillo-Lopez, E., Alarcon-Rojo, A. D.* (2010): Breed effect upon carcass characteristics and meat quality of Pelibuey and Polypay×Rambouillet lambs. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 8. 508-513.
- Rodrigues, S., Cadavez, V., Teixeira, A.* (2006): Breed and maturity effects on Churra Galega Bragançana and Suffolk lamb carcass characteristics: Killing-out proportion and composition. *Meat Science*, 7. 288-293.
- Shaker, M.M., Abdullah, A.Y., Kridli, R.T., Bláha, J., Šáda, I., Sovják, R.* (2002): Fattening performance and carcass value of Awassi ram lambs, F1 crossbreds of Romanov x Awassi and Charollais x Awassi in Jordan. *Czech Journal of Animal Science*, 47. 429-438.
- Shaker, M.M., Kridli, R.T., Abdullah, A.Y., Malinová, M., Sanogo, S., Šáda, I., Lukešová, D.* (2010): Effect of crossbreeding European sheep breeds with Awassi sheep on growth efficiency of lambs in Jordan. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 43. 2. 127-133.
- Teixeira, A., Cadavez, V., Delfa, R., Bueno M. S.* (2004): Carcass conformation and joints composition of Churra Galega Bragançana and crossbred lambs by Suffolk and Merino Precoce sire breeds. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2. 217-225.

## DIGITÁLIS TECHNIKAI ESZKÖZÖK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI AZ ÁLLATTENYÉSZTÉSBN

*Kovács Imre*

Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, 2100 Gödöllő Páter K. u.1.  
kovacs.imre@gek.szie.hu

Received – Érkezett: 14. 11. 2017.  
Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

### Összefoglalás

Az informatika és vele összefüggésben a digitalizáció térnyerése világjelenség. Ennek látványos megjelenését mutatják az ipari fejlesztésekben ma már kulcs-szereppel bíró Ipar 4.0 koncepció elemei. Az Ipar 4.0 célkitűzése, hogy rugalmasabbá, hatékonyabbá és termékközpontúvá tegye a termelési folyamatokat. Ez a folyamatos fejlesztési törekvés fedezhető fel a mezőgazdasági termék-előállítási folyamatokban, azon belül is az állattenyésztési technológiák egyes elemeiben. Az Ipar 4.0 fogalom analógiájára ma már leképezhető a Mezőgazdaság 4.0, amelyben kulcsfontossággal bír az IT és a digitális eszközök kimeríthetetlen tárháza. A koncepció hajtómotorja a gazdaság és a társadalom egyre gyorsuló digitalizálódása. Dolgozatomban – szekunder kutatásként - az állattenyésztésben alkalmazható digitalizált megoldások főbb jellemzőivel és azok alkalmazási körülményeivel foglalkozom. Az állattenyésztési ágazatok közül kiemelt hangsúlyt fektetek a szarvasmarha-tenyésztés számára kifejlesztett digitális technikai eszközökre.

**Kulcsszavak:** Ipar 4.0, digitális eszközök, smart farming, robot-technika, mezőgazdaság 4.0.

### Digital Opportunities for the Technical Implements in Livestock Production

#### Abstract

We stand on the brink of a new revolution that will fundamentally change the way we live and work. The complexity and the transformation of this technological revolution will be unlike anything humankind has experienced before. The term “Industry 4.0 stands for the fourth industrial revolution. It is characterized by a fusion of technologies that is blurring the lines between the physical, digital and biological spheres. Industry 4.0 introduces what has been called the “Smart factory, in which cyber-physical systems monitor the physical processes of the factory and make decentralized decisions.

These deep changes also influence the way companies and farmers produce their food and radically changes precision agriculture or smart farming. Agriculture differs from industry in several aspects but smart technologies can also be used in agricultural production. Precision Livestock Farming (PLF) systems offer solutions to all of livestock technology. These systems there are for examples precision feeding systems, precision milking robot and stable and farm management systems.

**Keywords:** Industry 4.0, digital implements, smart farming, robotics, Agriculture 4.0.

## Bevezetés

Az „iparszerű mezőgazdasági termelés” ma már nem újszerű fogalom. A technológia alapú mezőgazdasági termék-előállítás az 1950-es évek végén nyert prioritást azokban az országokban, ahol az ipari fejlettség kellően magas volt. A mezőgazdasági termelés és ezen belül is az állattenyésztésben felhasznált erőforrások közül kiemelt jelentősége van a különböző gépeknek és berendezéseknek, valamint az ezeket működtető tudásnak. A mezőgazdasági gépesítés korszakváltás előtt áll. Az ipari innovációs megoldások, a termelésben használt infó-kommunikációs eszközök sorra jelennek meg az állattenyésztés gépesítésében. Szakirodalmak széles tárháza sorakoztatja fel az Ipar 4.0 analógiájára leképezhető Mezőgazdaság 4.0 fejlődési trendjeit. Tanulmányomban – szekunder kutatási – eredményként csak néhány az állattenyésztésben alkalmazható informatikai, digitális és robottechnikára alapuló megoldások főbb jellemzőit mutatom be. A teljesség igénye nélkül az állattenyésztésben belül kiemelt jelentőséget tulajdonítok a szarvasmarhatartásban alkalmazható eszközöknek.

### A digitalizált megoldások három fő összetevője

Bár az ipar és a mezőgazdaság között jelentős eltérések vannak, bizonyára (ahogy a múltban is) a jövőben is lesznek olyan megoldások, amelyek az ipari alkalmazások tapasztalatai alapján szivárognak át a mezőgazdaságba és ezen belül is az állattenyésztésbe. Vélhetően nem robbanás-szerűen, de az állattenyésztésben is számítani lehet arra, hogy a digitalizált megoldások nemcsak sziget-szerűen, hanem rendszerbe szervezve is elterjednek. A digitalizált informatikai megoldások segítségével az állattenyésztés teljes vertikuma (az istállótól az asztalig) áttekinthetőbbé, befolyásolhatóbbá válik. Ehhez nyújthatnak segítséget a már ma is ismert korszerű koncepciók, illetve megoldások, mint például a Big Data az Internet of Things (IoT) vagy a felhő alapú számítástechnika (Cloud Computing).

A Big Data intelligenciát visz a folyamatokba azzal, hogy a nagyszámú érzékelő szenzoroktól jövő információkat összegyűjti, rendszerezi, tárolja és szükség esetén hozzáférhetővé teszi. A nagyméretű adathalmazok az egyén által már-már kezelhetetlenek, azonban a Big Data technológia lényege, hogy egy ömlesztett adathalmazból – különféle matematikai, illetve mesterséges intelligencia-módszerek segítségével – megpróbál korábban nem ismert összefüggéseket keresni. A Big Data megjelenése oda vezetett, hogy a digitalizáció segítségével képesek vagyunk nagyon sok, különböző forrásból érkező adatot feldolgozni és ezekből következtetést levonni. A Big Data arra is használható, hogy figyelmeztesse a termelőt, ha valamilyen veszély közeleg (*Galántai, 2016*).

Az Internet of Things (a dolgok internete) lényege az intelligens, egymással önállóan kommunikáló berendezések által használt információs csatornán folyó kétirányú kommunikáció. Egyfelől: lehetővé teszi az információk forrás-szerinti beazonosítását, azaz azt, hogy meg tudjuk állapítani, melyik információ melyik eszközről érkezik. Másfelől: a beérkező információk kiértékelése után távolról is be tudunk avatkozni a különféle folyamatokba. Az információk forrásai, jellemzően szenzorok, hálózatba vannak kötve, ezáltal képesek egymással és a külvilággal is kommunikálni. Az állattenyésztésben a szenzorok számos területen kerülnek alkalmazásra az állatok egyedi RFID azonosításán keresztül a takarmányozáson át a tej paramétereinek rögzítéséig (*Guillemín, 2009*).

Ha a Big Datát összekötjük az IoT-vel, akkor a termelők azáltal, hogy nem csupán becslésekre lesznek képesek, hanem távolról tudják szemmel tartani folyamataikat és okosabb megoldást tudnak adni a felmerülő problémákra.

A big data fogalma után egyszerű a felhőalapú szolgáltatások működésének megértése: az adatokat, szoftvereket nem helyi adathordozón, hanem egy szolgáltató eszközein, úgynevezett felhőben tárolják. A publikus vagy privát információkat internet segítségével így tetszőleges eszköztől el lehet érni. Például: az állattenyésztési ágazatvezető akár távolról egy okos eszköz segítségével is nyomon tudja követni a takarmányozás, fejés folyamatát (Husti és mtsai., 2017). Szakirodalmi kutatásokra alapozva továbbiakban néhány olyan megoldás kerül bemutatásra, amelyek az előzőek konkrét megjelenési formáit illusztrálják. Ismeretes, hogy ezek a megoldások ma még zömében kísérleti stádiumban vannak, elképzelhető azonban, hogy néhány éven belül napi gyakorlattá válnak.

### ➤ A kapszula méretű kamera szerepe az idegentest feltérképezésében

A szarvasmarhatartás egyik legnagyobb problémája az emésztőrendszerbe került idegen testek okozta megbetegedések.

A gépesítés negatív hatásai között ki kell emelnünk, hogy az általunk használatos erő- vagy munkagépekről időnként alkatrészek válnak le, bekerülvén a szarvasmarhák táplálékába. Az előbb említett táplálkozási folyamatban ezeket az alkatrészeket, fém kötöző anyagokat az állatok le is nyelik. Megjegyezzük, hogy kb. 10-15 cm hosszú fém kötöző anyagot is képes lenyelni egy felnőtt állat. Az emésztőrendszerbe bejutott idegen test jobb esetben „bebábozódik”, rosszabb esetben a bendő falának felhasításával szívburokgyulladást okoz, amely végső soron az állat elhullásához vezethet. Nagy értéket képviselő tenyészállat esetén ez óriási kárt okoz mind időben, mind pénzben.

A nanotechnológiai eredmények felhasználásával a Magnachip Semiconductor nevű dél-koreai félvezetőgyártó vállalat olyan új fényérzékelő szenzort fejlesztett ki, amely akár tablettá méretű digitális kamerába is beépíthető. A Given Imaging által kifejlesztett M2A lenyelhető képalkotó kapszulájának képe látható az 1. ábrán.

### 1. ábra: A Given Imaging által kifejlesztett M2A lenyelhető képalkotó kapszulái



Fig. 1. The M2A Capsules by Given Imaging developed  
(Forrás: [www.givenimaging.com](http://www.givenimaging.com))

Az új szenzor, illetve a digitális kamera segítségével megnyílik az út, hogy megbízható és átfogó képet kapjanak az állatok emésztőrendszerének egészségügyi állapotáról, különös

tekintettel a belekre és más belső szervekre. Az érzékelő legfeljebb nyolc órán át képes a szervezetben működni és mivel másodpercenként két képet tud készíteni, ez idő alatt akár 50 ezer digitális fotót is készít a tápcsatornáról, amiket azután vezeték nélküli kapcsolattal továbbít. A képek elemzésével egyértelműen megállapítható az idegen testek elhelyezkedése, nagysága. Ezek az információk nagymértékben támogatják az esetleges sebészeti beavatkozásokat (*Givenimaging*, 2017).

A vizsgálat alkalmával a kapszulát le kell nyeletni az állattal, majd a külső képrögzítő-egységet rögzíteni kell. A kamera a lenyelés után 72 órával, miután az általa készített képeket már továbbította, a széklettel ürül. A külső egységről a letöltött képek értékelésre kerülnek és elkezdődhet a diagnózis felállítása, utat adva a nagy értékű tenyészállatok életének megmentéséhez.

### ➤ A takarmánykiosztó robotok

Az istállók méretétől, elrendezésétől és a tehénállomány nagyságától függően többféle megoldással lehet találkozni a gyakorlatban. A kisebb (50–200-as) tehénállomány automatikus takarmányellátására alkalmas akkumulátorról üzemelő, önjáró autonóm takarmánykiosztó robotok legelterjedtebb képviselője a Lely Vector, amely a takarmánykonyhába automatikusan vételezi fel a receptúra szerinti takarmánykomponenseket, majd saját maga összekeveri és az etető úton végighaladva az állatok elé adagolja. Csonkakúp alakú függőleges kúpos csigás keverővel felszerelt tartályának térfogata 2 m<sup>3</sup>. A takarmány-előkészítőben 3D-s kamerával felszerelt felsőpályás markoló pozícionálva tölti a tartályba a siló- és szálastakarmányokat, az abraktakarmány külső tartályból programozottan csigával érkezik a robot keverőtartályába. A kiosztás során a robot útját az istállóban előre programozott ultrahangszenzorok vezérlik (2. ábra). A kiosztásra kerülő takarmányreceptúra és a takarmány kiosztása előre programozható a roboton.

### 2. ábra: A Lely Vektor munka közben



Fig. 2. The Lely Vektor is working  
(Forrás: [www.lely.com](http://www.lely.com))

A robot az etetési időszakban kétszer járja be az istálló etetőútját, egyszer mikor a kiosztást végzi, másodszer mikor visszarendezi az állatok által eltúrt takarmányt. Amennyiben több laktációs csoportot kell takarmánnyal ellátni, a kiosztott adagmennyiségek az etetőút hosszában differenciálhatók. Stand-by üzemben a robot a takarmánykonyhán tartózkodik és automatikusan tölti az akkumulátorait (Hajdú, 2014, 2015).

### ➤ A trágyaeltávolító robotok

Az elmúlt években egyre több gyártó (GEA, Lely, Fullwood, DeLaval, Hetwin, Schauer stb.) kínálatában lehet találkozni az istállók etetőútjait, ill. a trágyautakat takarító robotokkal. Ezek az akkumulátor meghajtású, időre és útvonalra programozható autonóm robotok forgó seprűkoronggal, vagy gumiélű tolólapppal, ill. gumilapos forgótárcsával felszerelve takarítják fel az etetőutat, az állatok elé visszarendezve az eltúrt takarmányt. A trágyaúton közlekedve tolják ki annak végéhez, vagy dolgozzák be a rácspadozat nyílásaiba az állati trágyát vagy bélsarat (3. ábra).

### 3. ábra: Rácspadozat tisztítása DeLaval RS420-as robottal

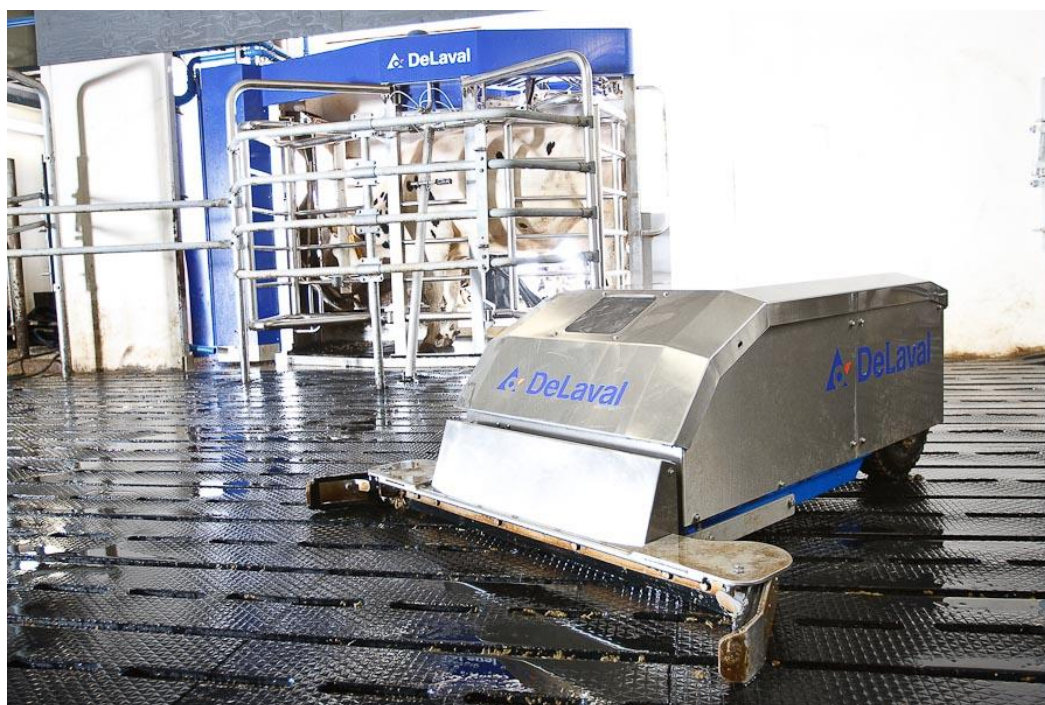


Fig. 3. The cleaning of slatted floors by DeLaval RS420 robot  
(Forrás: [www.delaval.co.uk](http://www.delaval.co.uk))

Mindezt előre programozottan, automatikusan, naponta többször végzik. Akkumulátoraik töltési kapacitása 55 és 150 Ah között változik, ez 4–12 óra üzemidőt tesz lehetővé számukra. Amennyiben az akku kapacitása és feszültsége csökken, automatikusan keresik fel a fixen telepített akkumulátortöltőjüket és 4–8 óra közötti idő alatt feltöltik magukat és újra munkára képesek. A robotok elektromos kerékmotorokkal meghajtott kerekeken mozognak és azokon keresztül kormányozhatók. A forgó seprűvel és lapátos trágyaeltávolítóval szerelt változatokon a forgórészeket külön elektromotorok működtetik. Az útvonalkövetésükről ultrahangos érzékelők,

mágneses transzponderek, ill. elektromos és mechanikus ütközők gondoskodnak. Érzékelik az etető- vagy a trágyaut szegélyét, ill. az eléjük került akadályokat és irányt változtatnak.

A memóriájukban az útvonal, a bejárando útfelület paramétere, az oda- és visszaút hossza, a napi útvonalbejárás, ill. az akkutöltések gyakorisága előre programozható. Mobiltelefonnal távfelügyelhetők és átprogramozhatók. Egyes robotok display-én a programozott paraméterek nyomon követhetők és az esetleges hibák is kijelzésre kerülnek. Természetesen hiba esetén riasztó funkció is kérhető mobiltelefonon keresztül. A robotok aktív munkaszélessége 0,8 és 2,0 m között változik, vannak típusok, amelyeknél a munkaeszköz cserélhető. Egyes típusok fémgyűjtő mágnessel is felszerelhetők, míg másokra mosó-fertőtlenítő tartály és szórófej szerelhető fel. Az európai piacon elérhető leggyakoribb istálló takarítórobotok és azok főbb jellemzői az 1. táblázatban található (Hajdú, 2014, 2015).

**1. táblázat: Az istállótakarító robotok legfontosabb jellemzői**

Gyártó	GEA SRONE	HERTWIN STALLBOY CLEAN	J.O.Z JT-200	LELY DISCOVERY	PRINZING PRIBOT-100	SHAUER ENRO
Áramellátás	2X12V/150 Ah ólom-akkumulátor	2X12V/115 Ah ólom-akkumulátor	2X12V/110 Ah ólom-akkumulátor	2X12V/55 Ah ólom-akkumulátor	2X12V/110 Ah ólom-akkumulátor	2X12V/55 Ah ólom-akkumulátor
Munkaszélesség	1,4/1,7/2,0	1,3	1,0-2,1	0,9	1,2	1,1
Programozás	Kézzel	Integrált érintőképernyő	Kézzel, Bluetooth, SIM kártya	Kézzel	Kézzel	PC
Útvonalkövetés	Ultrahang és útszegély	Mágnes hullám ütközők	Passzív transzponder	Ultrahang, vezetőkerék	Ultrahang, ütközőlap	Ultrahang, sark szenzorok
Programozható útvonalak száma	1	Tetszés szerint	Tetszés szerint	16	10	20
Próbálkozási kísérlet akadály esetén	Többszöri	Tetszés szerint	3	3	6	3
Hibaolvasás	Nincs	Képernyő	Bluetooth, LAN-kábel, SIM-kártya	Kézi kapcsolással	Kézi kapcsolással	PC és kézi kapcsolással
Tömeg	400 kg	450 kg	460 kg	300 kg	380 kg	230 kg

(Forrás: Hajdú, 2015.)

### Következtetések és javaslatok

Az ipar digitalizációs fejlesztéseinek köszönhetően sorra jelennek meg olyan megoldások, amelyek az ipari alkalmazások tapasztalatai alapján szivárognak át a mezőgazdaságba és ezen belül is az állattenyésztésbe. Vélhetően nem robbanás-szerűen, de az állattenyésztésben is számítani lehet arra, hogy a digitalizált megoldások nemcsak sziget-szerűen, hanem rendszerbe szervezve is elterjednek. (Bártfai és mtsai., 2010) A digitalizált informatikai megoldások segítségével az állattenyésztés teljes vertikuma (az istállótól az asztalig) áttekinthetőbbé, befolyásolhatóbbá válik.



A gazdálkodók számára ma már elérhetőek azok a digitalizált, robottechnikán alapuló technikai eszközök, amelyek az állattenyésztési technológiák legfontosabb elemeit támogatják. A szarvasmarha-tartás során kiemelt jelentősége van az:

- állatazonosítás,
- állatjólét biztosítás,
- takarmány kiosztás,
- fejés,
- trágya eltávolítás automatizálásának, végső esetben pedig távfelügyeleten alapuló robotizálásának.

Az említett területek közül a három eredménytermékkel (intelligens kapszulák, etető robot, illetve a trágyaeltávolító robot) került bemutatásra az a mérnöki erőfeszítés és magas szintű szakmai munka, amely a szarvasmarha-tartás tradicionális munkafolyamataiban alternatívaként jelenik meg. A technikai vívmányok alkalmazásának azonban két előfeltételét teljesíteni kell. Egyrészt szakmailag fel kell a gazdálkodóknak készülniük az automatizált rendszerek üzemeltetésére, másrészt ökonómiailag racionálisan kell kihasználni az általuk nyújtott előnyöket. A munka hatékonyságát csak abban az esetben tudják emelni, ha megfelelően képzett munkaerő áll az állattenyésztés rendelkezésére.

### Irodalomjegyzék

- Bártfai, Z., Blahunka, Z., Faust, D., Ilosvai, P., Nagy, B., Szentpétery, Zs., Lefánti, R* (2010): Synergic effects in the technical development of the agricultural production. Mechanical Engineering Letters, SZIE GÉK, 3. 142-147.
- Galántai Z.*: (2016): Big data, tudomány, kauzalitás. Információs Társadalom, 16. 2. 32-43.
- Guillemin, P., Friess, P.* (2009): Internet of things strategic research roadmap. The Cluster of European Research Projects, Technical Report, September 2009.
- Hajdú J.* (2014): A Automatizált takarmányozási rendszerek a szarvasmarha istállóban. Mezőgazdasági Technika, 55: (5) 26-29.
- Hajdú J.* (2015): Robotok a szarvasmarha-istállóban. Agro Napló. 2015/12. 91-92.
- Husti I., Kovács I.* (2017): A digitalizáció alkalmazási lehetőségei a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Technika, 58. 9. 2-4.
- www.agroinform.hu*: A robotok váltják fel az emberi munkaerőt a mezőgazdaságban? (2016. március)
- www.givenimaging.com/en-int/Innovative-Solutions/Capsule-Endoscopy/Pages/default.aspx* (2017. július)

# TEHENÉSZETI TELEPEK RANGSOROLÁSÁNAK ÚJ MÓDSZEREI TARTÁSTECHNOLÓGIA-FEJLESZTÉSI ÉS MUNKATERMELÉKENYSÉGI SZEMPONTOK ALAPJÁN

*Kovács Sándor<sup>1</sup>, Sipos László<sup>2</sup>, Vántus András<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, Ágazati Gazdaságtan és Módszertani Intézet, Kutatásmódszertan és Statisztika Tanszék, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

<sup>2</sup>Szent István Egyetem, Élelmiszertudományi Kar, Árukezelési és Érzékszervi Minősítési Tanszék, H-1118 Budapest, Villányi út 35-43.

<sup>3</sup>Debreceni Egyetem, Földhasznosítási, Műszaki és Területfejlesztési Intézet, Agrár-műszaki Tanszék, 4032 Debrecen, Böszörményi út 138.  
kovacs.sandor@econ.unideb.hu

Received – Érkezett: 23. 02. 2018.  
Accepted – Elfogadva: 02.07. 2018.

## Összefoglaló

A tehenészeti telepek fő célja a versenyképesség elérésére vagy szinten tartása. A tartástechnológia, a termelési alapfeltételek jelentősen befolyásolják a költséget jelentő munkaidő-ráfordítást, valamint az előállított termék mennyiségét. Korszerű termelési adottságokkal a munkaidő-ráfordítás csökkenthető, tehát célszerű fejlesztéseket végezni a tehenészeti telepeken. Ebből adódóan a szerzők megvizsgálták 10 tehenészet tartástechnológiájában, egy 10 éves időtartamban végzett fejlesztések összegét és a munkatermelékenységi mutatókat, illetve azok változását. Ezen tényező alapján aztán rangsorolták a telepeket az SRD módszerrel. A több tényező alapján történő rangsorolás révén kiemelhető a gazdaságok közül a legkedvezőbb, és jellemezhető annak tartástechnológiája. Az ezáltal nyert információ segítheti a többi gazdaságot, hogy sikeresebbek, versenyképesebbek legyenek. A szerzők elvégezték a telepek szegmentációját is új többváltozós módszerrel, majd a feltárt klasztereket jellemezték a vizsgált mutatók alapján.

**Kulcsszavak:** tehenészeti telep, tartástechnológia, fejlesztések, rangsorolás, szegmentáció

## **New methods for ranking milking farms with respect to the development of rearing technology and work efficiency**

### **Abstract**

The major goal of milking farms to achieve and maintain competitiveness. Rearing technology and basic conditions of production have a major influence on the expensive work-time input and on the quantity of the products produced. Up-to-date production conditions can reduce the work-time input, consequently the technological improvement of milking farms is advisable. For this reason, authors have examined 10 milking farms over a 10-years period considering the amount spent on technological improvement and the labour productivity indices and their change. Based on these factors farms were then ranked by the Sum of Ranking Difference method. According to the multivariable ranking, the benchmark farm can be selected and its rearing technology can be described. Information obtained from this examination could help other farms to be more

successful and competitive. On the other hand, milking farms were also segmented into several clusters by using novel multivariable methods and the revealed clusters have been described by the studied factors.

**Keywords:** dairy farm, rearing technology, developments, ranking, clustering

## Bevezetés

A gazdálkodó szervezetek célja a versenyképesség, ennek elérésére vagy szinten tartására törekszenek. Ennek egyik eleme az előállított termékek mennyisége. Azonban nem elegendő csupán a mennyiséget szem előtt tartani, ugyanis egyre nagyobb hangsúlyt kap az áru minél jobb minősége az értékesítés során. A versenyképesség fontos kulcsszava lett tehát a minőség is (Husti, 2007). A nagyüzemi tejtermelő telepek, a néhány évtizeddel ezelőtti indulásukkor, rendelkeztek azokkal a humán és technikai ellátottságokkal – a termelési technológiára vonatkozóan (Béri és Holló, 2016) –, amelyek alapot biztosítottak a színvonalas termeléshez. Azonban az időközben bevezetésre került szigorúbb minőségi követelmények, valamint a műszaki berendezések korszerűtlenné válása illetve kopása szükségessé tették és teszik a folyamatos szinten tartást, tekintettel arra, hogy a technikai fejlesztés a versenyképesség egyik tényezője (Harsányi és mtsai, 2005). Mivel a termelő tehenállomány tartási körülményeinek, a tartástechnológiának – ezen belül az elhelyezési, a gépesítési és az ápolási feltételeknek (Béri és Holló, 2016) – befolyásoló hatása van az állatállomány komfortérzetére és ezáltal termelésére (Bodó és mtsai, 2004), ez is arra ösztönzi a gazdálkodókat, hogy minél inkább javítsák a tartási körülményeket. A trágyaelhelyezés tekintetében azonban az európai uniós és a hazai szabályozások is mérvadók (FVM, 2008). Az ezeknek való megfelelés is fontos feladata a vállalatoknak. Mivel a termékek értékesítési árának befolyásolásához kevés eszköz áll a vállalkozók rendelkezésére, emiatt az előállítás költségeit igyekeznek csökkenteni, a lehetőségeikhez mérten. A ráfordítások csökkentésére lehetőséget biztosít többek között a műszaki színvonal emelése, a technikai korszerűsítés is, ugyanis a modern gépekkel gyorsabban és könnyebben végezhető a munkaművelet. Ennek amiatt van jelentősége, mert a termelés során a ráfordítások egyik legjelentősebb tényezője a munkaráfordítás, tekintve a 13%-os munkaerőköltséget a költségszerkezeten belül (Holló és mtsai, 2016; AKI, 2017). Erre vonatkozóan Béri és Holló (2016) megállapítja, hogy a könnyebben gépesíthető – ezáltal kevesebb élőmunkát igénylő – kötetlen tartásos telepeken 1 fizikai dolgozóra számottevően több tehen jut, mint a kötött tartásos módban, vagyis javulhatnak a hatékonyságot tükröző munkatermelékenységi mutatók is. A megfelelő technikai színvonalhoz szükséges fejlesztések anyagi forrást igényelnek, ami lehet a gazdaság önereje, illetve külső forrás, ez utóbbihoz tartozik a pályázatból nyerhető pénzösszeg (Fazekas, 2012). Jelen tanulmány keretében a fejlesztésre fordított összegek, valamint a munkatermelékenységi mutatók alapján rangsoroltuk a gazdaságokat és kiemeltük, jellemeztük a leghatékonyabbat tartástechnológiája alapján. Az ezáltal nyert információ segítheti a többi gazdaságot, hogy sikeresebbek, versenyképesebbek legyenek. Elvégeztük ugyanakkor a telepek szegmentációját is új többváltozós módszer segítségével, majd a feltárt klasztereket jellemeztük a vizsgált mutatók alapján.

## Anyag és módszer

Az adatokat módszeres megfigyeléssel, dokumentumelemzéssel és szóbeli interjúval gyűjtöttük 10 Hajdú-Bihar megyei tehenészeti telepen, 10 éves intervallumra vonatkozóan. Az adatgyűjtés kiterjedt a telepi technológia-fejlesztési adatokra, a fejlesztésekre fordított pénzüsszegekre és azok forrásaira, valamint a vizsgálati időszak elején és végén számított munkatermelékenységi mutatókra, azok változásaira. A vizsgált mutatók alapján a telepeket rangsoroltuk az SRD (Sum of Ranking Difference) módszerrel. Az SRD módszert *Héberger* (2010) fejlesztette ki, és a módszer validációját *Héberger és Kollár-Hunek* (2011) végezte el. Az SRD módszer alapján két rangsor közötti távolságot úgy definiáljuk, hogy a rangsorban azonos helyen szereplő értékek abszolút különbségét összeadjuk. Például (3,5,1,4,2) és (1,5,3,2,4) távolsága  $|3-1|+|5-5|+|1-3|+|4-2|+|2-4|=8$ . Ebből következően az azonos rangsorok esetén az SRD értéke 0 lesz. A módszer igényli egy referencia rangsor megadását, ez a mi esetünkben a benchmark telep. A kisebb SRD értékek jelzik azt, hogy a rangsor közelebb van a benchmark-hoz, a nagyobb SRD értékek az ideális rangsortól nagyobb távolságot jeleznek. Ahhoz, hogy meghatározzuk a szignifikáns eltérést a benchmark-hoz képest, meg kell adnunk az SRD értékek elméleti eloszlását. Ebből adódóan az összes lehetséges rangsort előállítjuk permutáció segítségével, majd ezek távolságát vesszük a benchmark-tól, és megkapjuk az SRD értékek elméleti eloszlását. Az SRD értékeket és az eloszlást *Héberger és Kollár-Hunek* (2011) szoftverével számoltuk, amely letölthető a <http://aki.ttk.mta.hu/srd> oldalról. A telepek megfelelő jellemzéséhez használtuk még a látens változós hierarchikus klaszterezést (*Vigneau és Qannari*, 2003), amelyet a Tanagra 1.4.50 szoftverrel végeztünk el. A módszer a változókat klaszterezi homogén csoportokba, majd ezekhez egy-egy olyan látens komponenst rendel, amelyekkel a vizsgált telepek könnyebben jellemezhetők.

## Eredmények és értékelés

Az 1. táblázatban látható tényezőket külön-külön matematikailag egységes skálára hoztuk a telepek mentén, azaz kivontuk az átlagot és osztottunk a szórással. Az így kapott értékeket rangsoroltuk telepenként, majd a rangsorok közötti különbségek értékelésére az SRD módszert használtuk.

Az 1. táblázatban látható egy ún. benchmark telep, ami egy mesterségesen létrehozott legjobb telepet jelöl. Ennek adatait úgy kaptuk meg, hogy az összes telep figyelembevételével változónként kivettük a legjobb értéket. A 0 jelöli az összes telephez viszonyított átlagos értéket, a -1 átlag alatti, a +1 átlag feletti értékeket jelöl. A változók közül az egy tehén gondozására jutó éves munkaóra és a 100 l tej előállítására jutó munkaóra értéke annál jobb, minél kisebb az érték, az egy dolgozóra jutó tehénlétszám esetén pedig éppen fordított a helyzet.

**1. táblázat: A telepek\* és a benchmark\* standardizált alapadatai**

Vizsgált tényezők (1)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	BM
Egy dolgozóra jutó tehénlétszám (2)	-0,14	-1,17	1,14	-1,17	<b>1,43</b>	0,32	0,86	-1,39	0,29	-0,18	1,43
Tehénlétszám változás (3)	0,07	-0,14	-0,50	-0,75	1,47	0,56	<b>1,77</b>	-1,31	-0,88	-0,29	1,77
Tehéngondozás munkaóra (éves) (4)	-0,11	1,21	-0,98	1,21	<b>-1,12</b>	-0,48	-0,83	1,64	-0,46	-0,07	-1,12
Tehéngondozás munkaóra változás (5)	-0,26	-0,04	0,38	0,73	-1,33	-0,71	<b>-1,50</b>	1,69	0,93	0,12	-1,50
100 l tej előállítására munkaóra (6)	1,76	0,19	-0,62	0,93	<b>-1,33</b>	-0,86	-0,91	1,12	-0,17	-0,11	-1,33
100 l tej előállítására munkaóra változás (7)	1,14	-0,28	0,71	0,63	-1,12	<b>-1,36</b>	-1,23	1,28	0,58	-0,33	-1,36
Út, épület, építmény támogatásból (8)	-1,25	-0,27	-0,74	0,76	0,66	0,34	<b>1,92</b>	-1,25	-0,54	0,37	1,92
Út, épület, építmény önerőből (9)	-0,65	-0,45	-0,64	0,00	-0,31	0,52	<b>2,62</b>	-0,75	0,04	-0,37	2,62
Gépek, berendezések támogatásból (10)	-0,99	-0,86	-0,55	-0,67	0,75	0,46	-0,21	-0,87	0,89	<b>2,04</b>	2,04
Gépek, berendezések önerőből (11)	-0,81	-0,58	-0,85	-0,71	<b>1,93</b>	0,18	0,00	-0,81	1,54	0,12	1,93
Teljes összeg (12)	-1,09	-0,54	-0,82	0,15	0,38	0,51	<b>2,26</b>	-1,13	0,07	0,19	2,26

*Table 1: Standardised datamatrix of the dairy farms and the benchmark farm*

\*: T1-T10 jelölik a tehenészeti telepeket, BM jelöli a benchmark telepet

\*: T1-T10 denotes the dairy farms, BM means the benchmark farm

(1): studied factors, (2): dairy cattle population per 1 physical worker, (3): change in the dairy cattle population per 1 physical worker, (4): annual number of working hours for the treatment of 1 cattle, (5): change in the annual number of working hours for the treatment of 1 cattle, (6): number of working hours used for the production of 100 litres of milk, (7): change in the number of working hours used for the production of 100 litres of milk, (8): roads, buildings, structures from subsidies, (9): roads, buildings, structures from own sources, (10): machines from subsidies, (11): machines from own resources, (12): total amount spent on development

Az 1. ábra a vizsgált 11 tényező figyelembevétel alapján adja meg a 10 telep sorrendjét a benchmark-hoz képest. A T7, T6, T5 telepek 5%-os szignifikancia szinten nem különböznek a benchmark teleptől, míg a benchmark és a többi telep között szignifikáns különbség látható az elméleti eloszlás alapján. A T1, T8 telepek esnek a legtávolabbi a benchmark-tól, ezek a legkevésbé hatékony telepek. Az 1. ábra alapján a telepek három jól elkülönült csoportba sorolhatók: leghatékonyabbak (T7, T6, T5), közepesek (T10, T9), legkevésbé hatékony telepek (T1-T4 és T8).

### 1. ábra: A telepek SRD\* értékének eloszlása (%) és aránya a maximumhoz képest

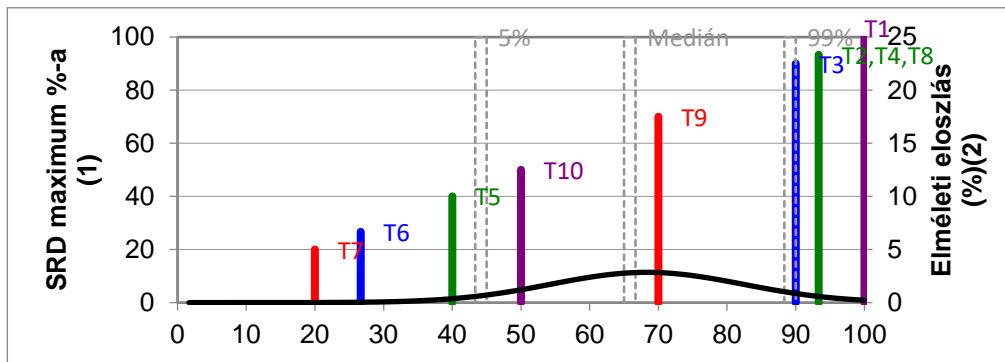


Figure 1: Distribution of the farms' SRD values (%) and their ratio to the maximum value

Forrás: SRD szoftver (Héberger, 2010), <http://aki.ttk.mta.hu/srd>

\*Rangsorkülönbségek összege, a referenciatelep a benchmark az 1. táblázatból, T1-T10 telepek

Source: Sum of Ranking Difference software, <http://aki.ttk.mta.hu/srd>

\*Sum of Ranking Difference, reference farm is the benchmark farm from table 1, T1-T10 denote farms

(1) Percentage of SRD maximum, (2) theoretical distribution (%)

A telepek szegmentációjához és az okok feltáráshoz látens változós hierarchikus klaszterezést alkalmaztunk. A 2. táblázatból jól látható, hogy a 11 tényezőtől 3 látens komponens tudunk képezni a klaszterezés után, amelyek a teljes variancia 87%-át magyarázzák. Az  $R^2$  értékek azt mutatják, hogy a komponensek megfelelően magyarázzák az eredeti tényezőket.

### 2. táblázat: A vizsgált tényezők klaszterei a belőlük képzett látens komponensek

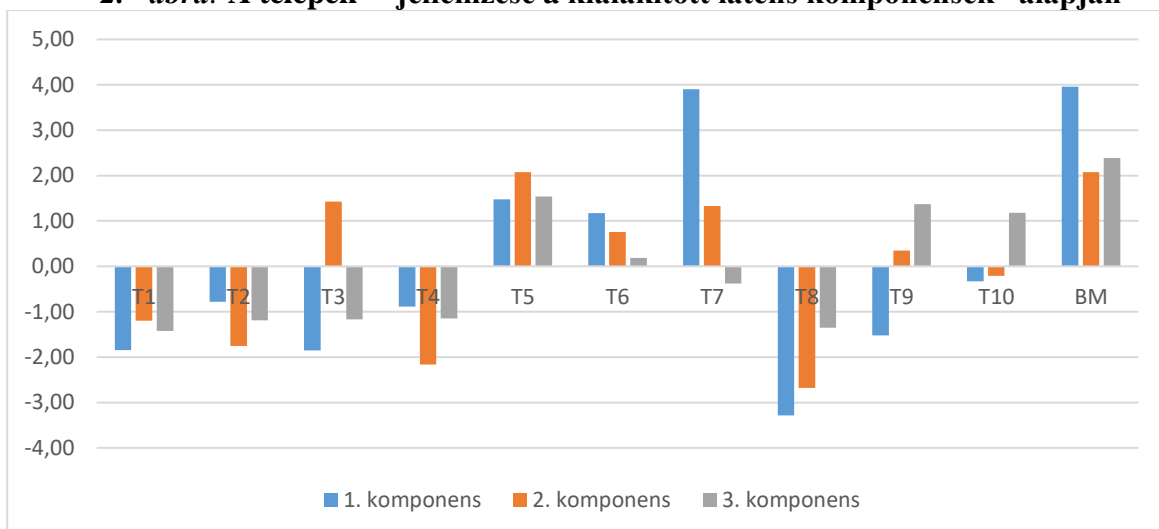
Vizsgált tényező (1)	$R^2$ érték (2)	1. komponens (3)	2. komponens (4)	3. komponens (5)
1 dolgozóra jutó tehénlétszám változása (6)	0,87	0,93		
1 tehén gondozására jutó éves munkaóra változása (7)	0,81	-0,90		
100 l tejre jutó munkaóra változása (8)	0,82	-0,91		
Út, épület támogatásból (9)	0,87	0,93		
Út, épület önerőből (10)	0,80	0,89		
Teljes fejlesztési összeg (11)	0,91	0,95		
1 dolgozóra jutó tehénlétszám (12)	0,96		0,98	
1 tehén gondozására jutó éves munkaóra (13)	0,93		-0,96	
100 l tejre jutó munkaóra (14)	0,79		-0,89	
Gépek támogatásból (15)	0,89			0,94
Gépek önerőből (16)	0,89			0,94
Teljes megmagyarázott variancia (%) (17)	87	46	25	16

Table 2: Clusters of studied factors and the latent components created from them

(1)studied factors, (2)R-square value, (3)-(4)-(5):1<sup>st</sup>,2<sup>nd</sup>,3<sup>rd</sup> component, (6)change in the dairy cattle population per 1 physical worker, (7)change in the annual number of working hours for the treatment of 1 cattle, (8)change in the number of working hours used for the production of 100 litres of milk, (9)roads, buildings, structures from subsidies, (10)roads, buildings, structures from own sources, (11)total amount spent on development, (12)dairy cattle population per 1 physical worker, (13)annual number of working hours for the treatment of 1 cattle, (14)number of working hours used for the production of 100 litres of milk, (15)machines from subsidies, (16)machines from own resources, (17)total variance explained

A legjelentősebb csoportot az 1. komponens képezi, amely a teljes fejlesztési összeg, illetve az út, épület támogatásból és önerőből mutatókat tartalmazza, valamint a munkatermelékenységi mutatók változásait. Mindez azt mutatja, hogy ez a két mutatócsoport jelentősen összetartozik, azaz az épületek, utakra költött összeg magával hozta a munkatermelékenységi mutatók javulását. Egy csoportba kerültek az alapmutatók vizsgált időszak végi értékei, valamint külön csoportot alkotnak a gépekre költött fejlesztési összegek. Az egy dolgozóra jutó tehénlétszám mutató ellentétesen mozog a másik két mutató értékével, ez a kapott súlyokból látszik. Ugyanakkor az első és a második látens komponens értéke annál jobb, minél magasabb az érték. A 2. ábra alapján elmondható, hogy a T7-es telepen hajtották végre a legnagyobb összegű fejlesztéseket (teljesen új épületek kialakítása korszerű belső felszereltséggel) és a legkedvezőbb változások a mutatókban itt következtek be. A legrosszabb helyzet a T8 telepen figyelhető meg, ahol alacsony fejlesztési összeget költöttek és így a mutatók is negatív irányban változtak. A T9 és T10 telepen látható módon inkább a gépek-berendezésekre fektettek nagyobb hangsúlyt, de a mutatókban bekövetkező javulás ezt nem követte.

**2. ábra: A telepek\*\* jellemzése a kialakított látens komponensek\* alapján**



*Figure 2: Characteristics of the dairy farms based on the calculated latent components*

\*: A komponensek és a hozzájuk tartozó mutatók a 2. táblázatban láthatók

\*\*\*: T1-T10 jelölik a telepeket, BM jelöli a benchmark telepet

\*: Latent components and their related indicators can be seen in table 2

\*\*\*: T1-T10 denotes the dairy farms, BM means the benchmark farm

A 2. ábra alapján indokoltnak tartottuk a T7 telep tartástechnológiájára vonatkozó – 10 éves időtartam alatt végzett – fejlesztési tevékenység jellemzését. A gazdaság 2 db új istállót épített, ezekben a legkorszerűbb műszaki felszereltség található. A tehének komfortérzetének javítására többféle fejlesztést is végrehajtottak. Az istálló oldalfalainak automatikus mozgatásával az istálló belső levegőjének hőmérsékletét lehet szabályozni, ami kedvező hatással van a tehének termelésére. Az istállók tetőgerinc szellőzése a legkorszerűbb természetes szellőztetési megoldások egyike, emellett az istállókban ventilátorokat is elhelyeztek, így is javítva a levegő mozgását – főként a meleg nyári napokon –, ezáltal pedig az állomány hőérzetét. Ezt a kedvező hatást fokozzák az épület párasító berendezései is. A tehének szabad levegőn való tartózkodásához szükséges karám felújítását is elvégezték. Az istállóban lévő pihenőboxok minden tehén számára nyugalmat

biztosítanak, és így a tejtermelést támogatják. Pihenőboxos tartásnál jelentősen kevesebb – közel negyedannyi – alomszalma szükséges, mint a mélyalmos tartás esetén, ezért a költségek is csökkenhetnek ezáltal. A tejlő tehénállomány számára a megfelelő mennyiségű és emberi fogyasztásra is alkalmas minőségű ivóvíz alapvető fontosságú, ezt a telepen a nyíltvízű itatók teszik lehetővé. A tehenek kültakarójának tisztán tartása és mentesítése a külső élősködőktől, szintén jó hatású az állatok nyugalma nézve, ezért a gazdaságban automatikus, elektromos meghajtású forgó tehénkeféket helyeztek üzembe. A fejés a tejtermelés legfontosabb munkaművelete, ehhez illeszkedik a fejőberendezés felújítása a telepen. A vizsgált többi gazdaságban is végeztek tartástechnológiai fejlesztéseket, a T7 tehenészet fejlesztési forrásától kevesebb összegek felhasználásával. A végzett fejlesztések egyik iránya a tehenek komfortjának biztosítására szolgált (ventilátor, párasító, állatvakaró, lábfürösztő medence), emellett főként egyes telepi épületek felújítása történt meg, ezen kívül a fejőberendezés korszerűsítése, a telepi anyagmozgatás, a szakmai előírásoknak megfelelő trágyamozgatás- és elhelyezés, a takarmányok tárolási és kiosztási körülményei kaptak hangsúlyt az eltelt 10 évben.

### **Következtetések és javaslatok**

A tehenészetek tartástechnológiája, műszaki felszereltsége befolyással van a tejlő tehénállomány által termelt tej mennyiségére és a dolgozók munkaidő-ráfordítására, ezáltal pedig a termelés költségeire. A vizsgálatok kimutatták, hogy a vizsgált 10 tehenészet közül a legjobb mutatókkal illetve jellemzőkkel a T7 telep rendelkezik. Az elemzések alapján a T1 és T8 telepek a legrosszabb mutatókkal rendelkeznek, ennek magyarázata lehet, hogy mindkét gazdaságban a tulajdonosok a gazdaság más ágazatára koncentrálták erőforrásaikat, így a fejlesztéseket nem hajtották végre. A középmezőnyről (T9 és T10 telep) elmondható, hogy a fejlesztési összegeiket csupán a legfontosabbra (gépek, berendezések) fordították, de a telep egyéb területeit nem fejlesztették. Ezzel szemben a T7 telepen nagy összegű fejlesztést valósítottak meg az épületeket érintően. Javaslatként megfogalmazható, hogy a gazdaságok törekedjenek a tartástechnológia, a komfort javítására, mivel egyrészt a termelt tej mennyisége, másrészt az élőmunka felhasználás kedvezőbbben alakulhat, és a termelés költségei csökkenhetnek. A bemutatott SRD módszer alkalmas arra, hogy több szempont alapján egyszerre rangsoroljunk, a mutatók klaszterezése látens komponensekbe segít megérteni a mutatók szerepét a sorrend kialakulásában.

### **Köszönetnyilvánítás**

A publikáció az Emberi Erőforrások Minisztériuma ÚNKP-17-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának támogatásával készült.



## Irodalomjegyzék

- Agrárgazdasági Kutató Intézet (AKI)* (2017): A főbb mezőgazdasági ágazatok költség- és jövedelemhelyzete 2013-2015. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest, 40.
- Béri B., Holló I.* (2016): A termelési technológia fogalma és elemei. *In: Szarvasmarha-tenyésztés (Holló I., Szabó F. (szerk)).* Mezőgazda Kiadó, Budapest, 116-119.
- Bodó I., Dinnyés A., Farkasné Bali Papp Á., Fésüs L., Hidas A., Holló I., Horvainé Szabó M., Komlósi I., Kovács A., Lengyel A., Mihók S., Nagy N., Polgár J. P., Szabó F., Szabóné Willin E., Tózsér J.* (2004): Állattenyésztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 153.
- Fazekas S.* (2012): A vidékfejlesztési miniszter 61/2012. (VI. 29.) VM rendelete az Európai Mezőgazdasági Vidékfejlesztési Alapból az állattartó telepek korszerűsítéséhez 2012 évtől nyújtandó támogatások részletes feltételeiről, Magyar Közlöny, 82. szám
- Földművelési és Vidékfejlesztési Minisztérium (FVM)* (2008): Helyes Mezőgazdasági Gyakorlat 59/2008 (IV.29.) 4-9. paragrafus
- Harsányi E., Harsányi G., Nagy A.J.* (2005): Területi fejlettségi különbségek az Észak-alföldi régióban. Agrártudományi Közlemények 16. 170-180.
- Héberger K.* (2010): Sum of ranking differences compares methods or models fairly. *Trends in Analytical Chemistry*, 29. 1. 101-109.
- Héberger K., Kollár-Hunek K.* (2011): Sum of ranking differences for method discrimination and its validation: comparison of ranks with random numbers. *Journal of Chemometrics*, 25. 4. 151-158.
- Holló G., Húth B., Polgár P.* (2016): A szarvasmarha értékmérő tulajdonságai. *In: Szarvasmarha-tenyésztés (Holló I., Szabó F. (szerk.))* Mezőgazda Kiadó, Budapest, 39.
- Husti I. (szerk.)* (2007): Állattartási, majori gépek. *In: Műszaki-beruházási ismeretek.* Debreceni Egyetem AMTC AVK, 61.
- Vigneau E., Qannari E.M.* (2003): Clustering of variables around latent components. *Communication in Statistics- Simulations and Computation*, 32. 4. 1131-1150.

## THE EFFECT OF TEMPERATURE IN STABLE ON THE NUMBER OF DAIRY COWS LYING IN CUBICLES DURING THE RESTING PERIOD OF SUMMER DAY

*Navrátil Stanislav, Falta Daniel, Matěj Benešovský, Chládek Gustav*

Mendel University in Brno, Faculty of Agrisciences  
Department of Animal Breeding  
613 00 Brno (CZ), Zemedelska 1  
stanislav.navratil@mendelu.cz

Received – Érkezett: 22. 11. 2017.  
Accepted – Elfogadva: 02. 07. 2018.

### Abstract

The effects of stable temperature was investigated on the number of cows lying in cubicles during the resting period of the day. The experiment took place on the University Enterprise (49.011598N, 16.602572E) in Žabčice during August 2017. The 143 cows of Holstein cattle undertook the experiment in total. The number of cows lying, relative humidity and ambient temperature were recorded. The temperature was expressed by the environmental cooling rate that was calculated. The temperature-humidity index (THI) was calculated and correlation was computed with the number of cows that were lying in the cubicles. A moderate positive correlation was found between the number of lying cows and environmental cooling rate ( $r=0.50$ ). The relationship between THI and the number of cows that were lying in the cubicles was negative ( $-0.25$ ). The temperature showed a stronger negative correlation ( $r = -0.598$ ) to number of cows lying in cubicles than THI. These results can be used for breeders to optimize their breeding environment.

### INTRODUCTION

According to West (2003) the one of the greatest challenges for cows is the heat stress. Trnka et al. (2011) claims, that the global temperature will rise of 5°C between 2030 and 2050. This is a serious issue that cattle husbandry will need to deal with. Meteorological factors have a large impact on the behaviour of animals. The behaviour changes with temperature, humidity and other climatic factors. This is called the etological adaptation to the surrounding environment. During warm episodes in summer, the goal is to minimize the impact of thermal load by influencing the exchange of heat between the animals' body and the surrounding environment (Zejdová, 2012). A large amount of heat is produced by feeding, digestion or moving (Doležal, 2010). Coopcock et al. (1982) found that milk production is 52.9% of all heat production of body.

Heat stressed cows are seeking ways to cool down herself (wind, shade, damp places) (Chase, 2006; West, 2003). According to Dolejš et al. (2004) the number of cows that are standing is increasing as well as their activity.

Doležal (2010) claims, that the cows during the heat waves lay down in the excrement corridors, trying to increase the exchange of heat between body and moist environment. Doležal

(2010) also mentioned that endeavor to moisten the body surface with saliva and nasal secretions, the time of rumination in lying is decreased with 55% and cows were lying down in the normal posture, but with the legs stretched. This is mainly because of the endeavor to increase the surface of their body and therefore increase the evaporation surface.

This paper is aimed to assess the effect of ambient temperature on the number of cows that are lying in the cubicles. This is important for the rumination and therefore production of milk as well as welfare of animals.

## MATERIALS AND METHODS

Experiment for this paper took place in Žabčice University Enterprise (49.011598N, 16.602572E) and lasted over one month (August) in 2017 summer. In total, 143 Holstein cows (two sections) were used for the experiment. The feed ration and the milk yield of cows was same (high production cows). The feed ration included the corn silage, alfalfa hay and silage, sugar beet pulp and grinded limestone. Water was available all times.

The temperature was recorded as well as the number of cows that were lying in the cubicles during the resting period of the day (11:00 AM). Data were collected on daily bases. Temperature data were collected by a data logger placed in the middle of the two observed sections. Temperature was later represented by an environmental cooling rate (ECR).

The ECR was measured as follows: the water that had 38°C was poured in the special Hill's thermometer and the time of cool down between 38°C and 35°C was measured in seconds. Later the ECR was calculated by following formula:

$$K = F/t$$

t = time of cooling

F = factor of the Hill's thermometer

Temperature and humidity were also obtained by data logger. The temperature/humidity index (THI) was calculated as follows:

$$THI = 0.8t_{db} + ((T_{db} - 14.4) * RH)/100 + 46.4$$

T<sub>db</sub> = air temperature (dry bulb temperature)

RH = relative humidity

The data about a number of cows that lied in cubicles was obtained by counting the cows every day during the resting period.

## RESULTS AND DISCUSSION

The relationship between temperature and the number of cows lying in the cubicles is presented in *Figure 1*. The results show a strong negative correlation ( $r = -0.598$ ) between the temperature and number of lying cows. This supports the statement of *Ito et al.* (2009) and *Vaculiková et al.* (2017) that both claim, that at higher temperatures, cows tend to stand more than in low temperatures.

**Figure 1: The relationship between temperature in stable and number of cows lying in the cubicles**

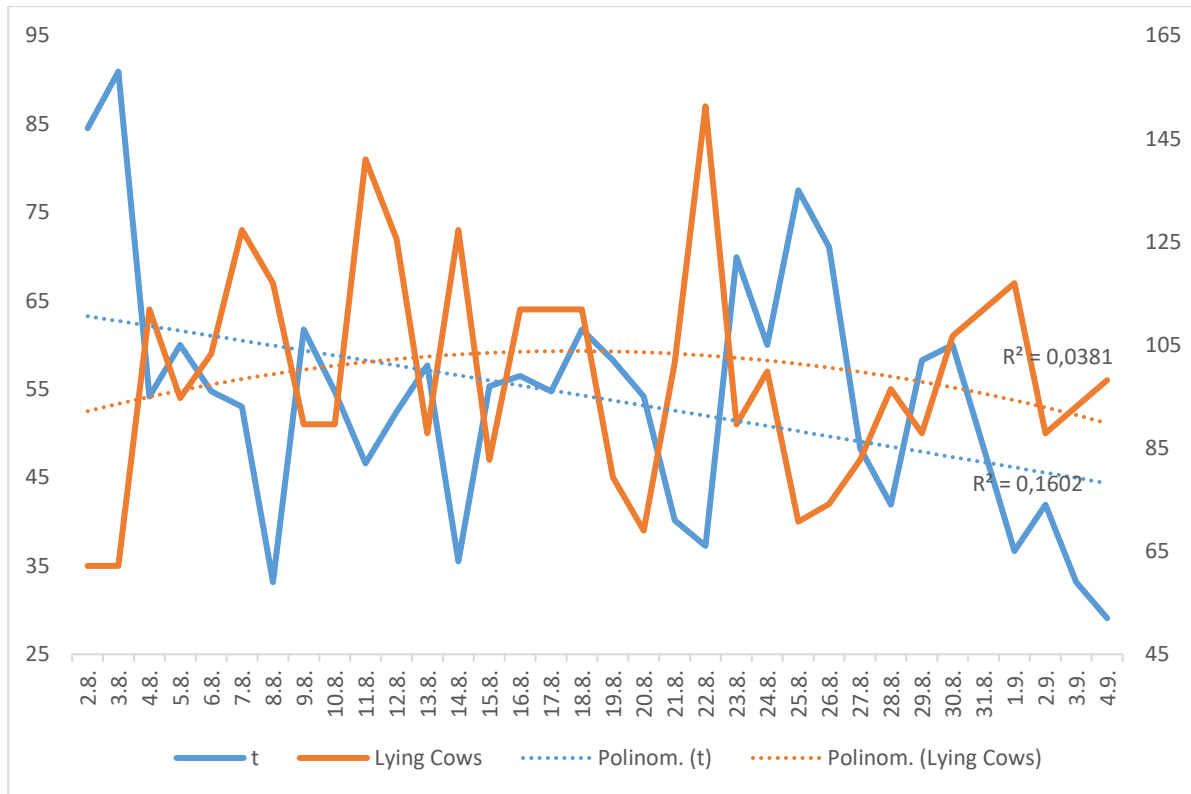


Figure 2 represents a relationship between number of lying cows and the THI. Here, results show weaker negative relationship ( $r = -0.25$ ). It can also be observed from the Figure 2, that the THI did not alter the number of cows lying in cubicles that much as a temperature in Figure 1. This supports the statement of Zejdová et al. (2014) that claims, that THI is not suitable for assessing the heat stress due to high correlation between temperature and THI ( $r = 0.998$ ) in Czech Republic. This is caused by no sudden changes in weather. Our results are in contrary to the findings of Provalo and Riva (2009) who claim, that higher THI values have stronger correlation with cattle lying behaviour. Armstrong (1994) showed that THI over 72 is critical. In Figure 2, values exceeding 73 can be observed and yet, the correlation is very weak.

**Figure 2: Relationship between THI and cows lying in cubicles**

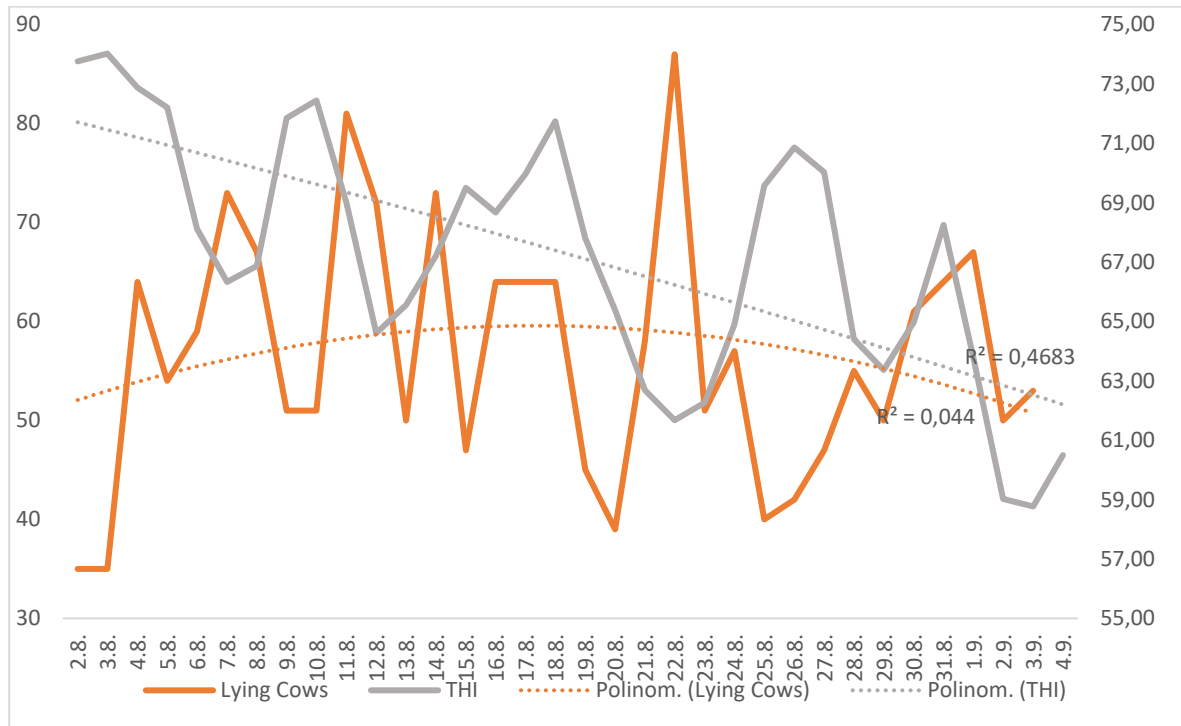
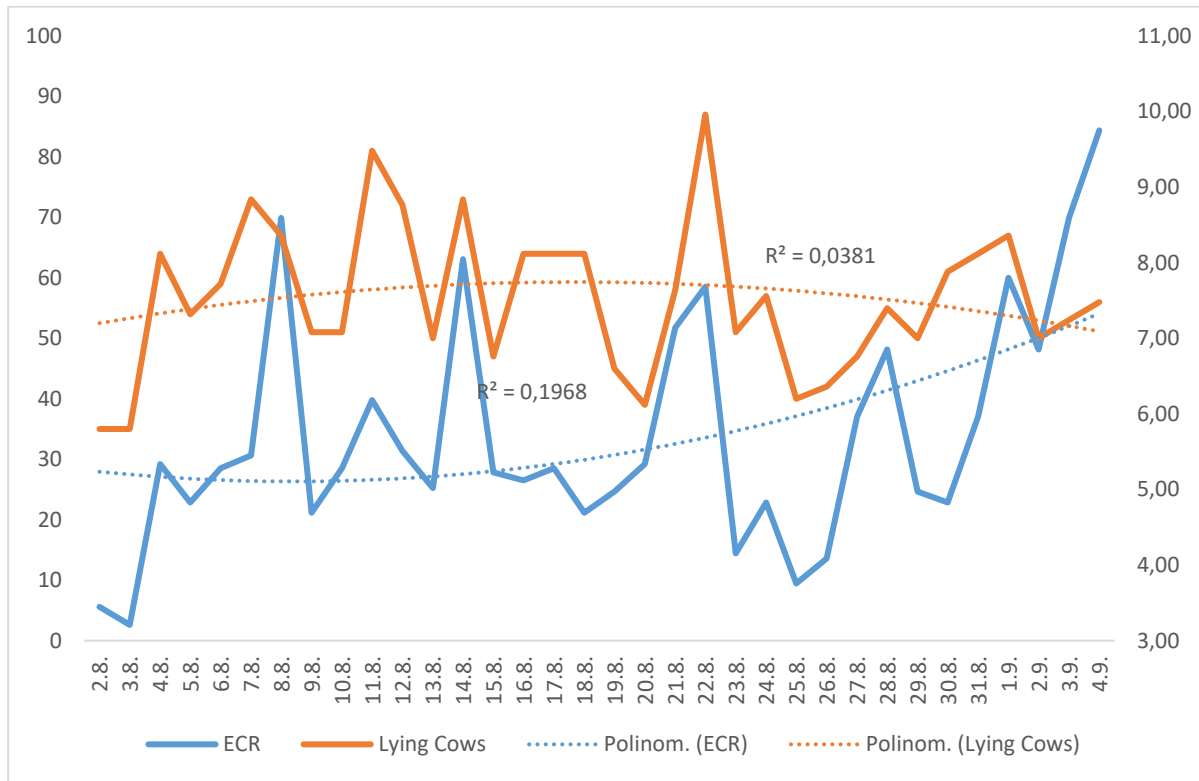


Figure 3. shows the relationship between the ECR (environmental cooling rate) and the number of cows lying in the cubicles. Results shows a moderate positive correlation ( $r = 0.50$ ). This is surprising, because according to *Louda et al. (1999)* along with THI, ECR reflects on the microclimate of the barn environment the most and therefore, the number of lying cows should be larger. Only possible explanation of our findings could be the lethargic behavior expressed by cows during the heat periods (*van Devender, 2006*).

**Figure 3: Relationship between environmental cooling rate and cows lying in cubicles**



## CONCLUSION

Our results showed that THI had a weak relationship ( $r = -0.25$ ) with number of lying cows in cubicles. Temperature had a stronger negative correlation ( $r = -0.598$ ) with the number of lying cows in the cubicles. The ECR had a moderate positive correlation ( $r = 0.50$ ) to number of cows lying in cubicles. The results of this study might be used for farmers to optimize thermal environment around the animals.

## Acknowledgement

This study was supported by the grant project IGA TP 7/2017.

## REFERENCES

- Armstrong D.V. (1994): Heat Stress Interaction with Shade and Cooling, *Journal of Dairy Science*, 77. 7. 2044-2050.
- Chase, L.E. (2006): Climate change impacts on dairy cattle. Department of animal science.
- Doležal, O. (2010): Metody eliminace tepelného stresu-významná chovatelská rezerva. Praha. 41 p.



- Ito, K., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G. (2009):* Lying behavior: Assessing within- and between-herd variation in free-stall-housed dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92. 9. 4412-20.
- Louda, F. (1999):* Chov skotu: přednášky. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 186.
- Provolo, G., Riva, E. (2009):* One year study of lying and standing behaviour of dairy cows in a freestall barn in Italy. *Journal of Agricultural Engineering*, 40. 2. 27-34
- Trnka, M., Olesen, J.E., Kersebaum, K.C., Skjelvåg, A.O., Eitzinger, J., Seguin, B., Dubrovský, M. (2011):* Agroclimatic conditions in Europe under climate change. *Global Change Biology*, 17. 7. 2298-2318.
- Vaculíková, M., Komzáková, I., Chládek, G. (2017):* The Effect of Low Air Temperature on Behaviour and Milk Production in Holstein Dairy Cows. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 65. 5. 1623-1627.
- West, J.W. (2003):* Effects of Heat-Stress on Production In dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, 86. 6. 2131-2144.
- Zejdová, P., Chládek, G., Falta, D. (2014):* Vliv stájového prostředí na chování a mléčnou užitkovost dojníc. Brno: Mendelova univerzita v Brně.

## MIKROALGA TAKARMÁNYKIEGÉSZÍTÉS HATÁSA BROJLERCSIRKÉKNÉL

Németh Tibor<sup>1</sup>, Podmaniczky Béla<sup>2</sup>, Szabó Rubina Tünde<sup>1</sup>, Bodnár Ákos<sup>1</sup>, Póti Péter<sup>1</sup>, Kenéz Csaba<sup>3</sup>, Kovács-Weber Mária<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Szent István Egyetem, Mezőgazdaság- és Környezettudományi Kar, Állattenyésztés-tudományi Intézet, 2100 Gödöllő, Páter Károly utca 1.

<sup>2</sup>AgriSearch Hungary Kft, 2119 Pécel, Hősök útja 85.

<sup>3</sup>Alltech Hungary Kft., 1186 Budapest, Besence utca 5.  
nemethtibor478@gmail.com

Received – Érkezett: 23. 02. 2018.

Accepted – Elfogadva: 02. 07. 2018.

### Összefoglalás

Ma már biotechnológiai módszerekkel jóval költséghatékonyabban lehetséges iparszerű méretekben előállítani a mikroalgákat, így olcsóbbá váltak a takarmányipar számára is.

A vizsgálatunkban Cobb 500 kakasokat tanulmányoztunk: kontroll (K) (n=40) és alga-kiegészítésben részesült (A) csoportra osztva (n=40). A kísérleti csoport takarmányadagjába 5%-os arányban került bekeverésre a *Schizochytrium limacinum* mikroalga.

Az állatok testtömege a nevelési időszak alatt szignifikánsan csak a 10. napon tért el ( $p < 0,05$ ) (K: 257,33g; A: 285,33g). A takarmányfogyasztásban is ebben az időszakban volt megfigyelhető különbség (K: 283,7g; A: 321,4g). A takarmányértékesítése az első mérési időpont kivételével az algás (A) csoport volt jobb. Habár egyik fenti mérésből adódó különbség esetén sem volt statisztikailag igazolt eltérés.

A húsminőség vizsgálatoknál (CIELAB  $L^*a^*b^*$ ) a csoportok húsmintái szignifikánsan nem tértek el egymástól, azonban az alga-kiegészítésben részesült csoportban pirosabb hússzín volt megfigyelhető, nagyrészt ennek köszönhetően a színinger különbség 'észrevehető' ( $\Delta E^*_{KA}$ : 1,67). A kioldadási veszteség tekintetében sem mutatható ki szignifikáns különbség ( $p = 0,1045$ ) (K: 7,59%; A: 5,27%), csakúgy, mint a sütési veszteségnél ( $p = 0,646$ ) (K: 10,24%; A: 10,77%) a hűlési veszteség esetén ( $p = 0,341$ ) (K: 8,154%; A: 8,85%). A porhanyóssági vizsgálat tekintetében sem volt statisztikailag igazolható különbség ( $p = 0,2839$ ) (K: 3,57 kg, A 3,74 kg).

**Kulcsszavak:** mikroalga, takarmány, brojler

### Abstract

#### Effect of micro-algae supplementation on some meat parameters of broiler chickens

The micro-algae can be produce in a more cost-effective way with industrial biotechnological methods, so they have become cheaper for the feed industry.

In our experience we studied Cobb 500 cockerels (n=80) divided into two groups: control (C) and algae-completed feed (A) group (n=40). In the feed of experimental group was 5 % *Schizochytrium limacinum* micro-algae.



During the growing period the bodyweight of the birds differed significantly only on day 10 ( $p < 0.05$ ) (C: 257.33g; A: 285.33g). During this period we also detected a difference in the feed consumption (C: 283.7g; A: 321.4g). The feed conversion was better in the algae-fed (A) group except for the first measuring time. However, none of the differences was proved to be significant. By meat colour measuring (CIELAB  $L^*a^*b^*$ ) the groups did not differ significantly, but in the algae fed group the meat was redder and because of this, the colour difference was 'noticeable' ( $\Delta E^*_{KA}$ : 1.67). Thawing loss did not differ significantly ( $p = 0.1045$ ) (C: 7.59%; A: 5.27%), neither did the cooking loss ( $p = 0.646$ ) (C: 10.24%; A: 10.77%) or the cooling loss ( $p = 0.341$ ) (C: 8.154%; A: 8.85%). In case of shear force, there was no significant differences between the groups ( $p = 0.2839$ ) (C: 3,57 kg, A 3,74 kg).

**Keywords:** micro-algae, feed, broiler

## Irodalmi bevezetés

A mikroalgákat a takarmányipar már több mint 50 éve képes hasznosítani (Weiszfeiler, 1963), viszont az alkalmazásuk leginkább az akvakultúrára korlátozódott. A közelmúltban a biztató takarmányozási vizsgálati eredményeknek és a világban megjelenő egészségesebb életmód iránti növekvő fogyasztói igényeknek köszönhetően egyre inkább terjedőben van a humán étkezésben, illetve takarmány kiegészítőként vagy alapanyagként való alkalmazása (*http1*).

A mikroalgák széleskörű felhasználásának alapja az egyedülálló tálalóanyagtartalmukban rejlik. Az energia ipar számára kedvező a magas lipid tartalma, a humán és az állategészségügy számára az egyedülálló vitamin, illetve zsírsav összetétele miatt kerül egyre inkább előtérbe.

Az alga nagy tömegű gazdaságos előállításának korábban gátat szabott a szükséges technológiai háttér hiánya. Azonban a biotechnológia legújabb módszereivel ma már lehetséges iparszerű méretekben és jóval költséghatékonyabban előállítani a mikroalgákat, mint korábban. Így olcsóbbá váltak mind a takarmányipar, mind a többi lehetséges felhasználási terület (pl.: bioüzemanyag, biogáz ipar) számára is. Ennek köszönhetően az utóbbi években már a mezőgazdasági termelőknek is kedvezőbb áron és kiegyensúlyozott minőségben állhat rendelkezésére (*http1*).

Mind a hazai, mind a külföldi takarmányipar egyre több – korábban alig, vagy egyáltalán nem használt – mellékterméket és egyéb takarmányfeleséget használ egyre nagyobb volumenben. A mikroalga alkalmazása a hatályos törvények alapján lehetséges, azonban elsősorban még mindig relatív magas ára komolyan korlátozza a takarmányalapanyagként való szélesebb körű elterjedését.

A mikroalgák átlagosan 50-60% nyersfehérjével (Becker, 2004) rendelkeznek, aminek aminosav összetétele a szójához hasonlóan takarmányozási szempontból az egyik legkedvezőbb. Ezen felül közel 12% a teljes zsírtartalma, amely nagymennyiségű n-3 és n-6 zsírsavat tartalmaz (Abdo et al. 2015), ami mind gazdasági haszonállataink, mind a belőlük készült állati termékeket fogyasztók számára előnyössé teszi. Ezen kívül kiemelendő ásványi anyag (Tibbetts et al. 2017) és vitamin tartalmuk (Batista et al. 2013) is. A vizsgálatainkban használt kiegészítő alapja a *Schizochytrium limacinum* mikroalga, fehérje tartalma 10% körül mozog. A takarmányipar leginkább a magas omega-3 és omega-6 zsírsav tartalma miatt használ. Szárazanyagra vetítve a 50-77% közötti zsírtartalommal rendelkezik, amelynek majdnem a felét az egyik legfontosabb antioxidáns hatású DHA (dokozahexaénsav) teszi ki (Harel és Place, 2004). Vizsgálatunk célja, hogy megismerjük az 5%-os mikroalga kiegészítés hatását a vizsgált termelési (testtömeg gyarapodás, takarmányfogyás, takarmányértékesítés), illetve egyes húsminőség paramétereken keresztül.

## Anyag és módszer

A 80 db Cobb-500 húshibrid kakast napos kortól vizsgáltunk, egy kontroll (K) és egy alga-kiegészítésben részesült (M) csoportra osztva (n=40). A kísérletben kukorica-szója alapú kereskedelmi brojler takarmánykeveréket alkalmaztunk, 3 fázist kialakítva. A takarmányt darcés állapotban *ad libitum* etettük. A kísérleti csoport takarmányadagjába a teljes nevelés során 5%-os arányban került bekeverésre a szója helyettesítőjeként a *Schizochytrium limacinum* mikroalga. A takarmányok energia és fehérje tartalma a két csoportnál azonos volt:

- Indító: nyersfehérje: 21%, energia: 11,5 MJ/kg
- Nevelő: nyersfehérje: 20,5%, energia: 12,5 MJ/kg
- Befejező: nyersfehérje: 18%, energia: 13,0 MJ/kg

Az állományban az 1., a 3., az 5. és a 6. héten testtömeg mérés, a 3. és a 6. héten vérvétel is történt. Mind a kontroll, mind a vizsgált csoportból 18-18 egyedből vettünk vérmintát. A mintákat a Diagnosticum Zrt. DPPH módszerű összantioxidáns kapacitás mérésének vetettük alá.

Az egyes csoportok takarmányfogyasztását és testtömegét a 4 mintavétel alkalmával mértük, amiből testtömeg-gyarapodást, a takarmányfogyasztási és testtömeg értékekből pedig a takarmány-értékesítést számítottuk ki.

A színvizsgálat előtt a húsokat hosszában félbe vágtuk és az így kapott friss metszés lapon megnéztük a húsok színértékeit (CIELab L\*a\*b\* színrendszer). Az „L\*” a világosság értéket mutatja az „a\*” a szín vörös-zöld telítettségi értéket mutatja és a „b\*” pedig a szín sárga-kék telítettségét mutatja (Hunyadi és Orgács 2009). A mérést Minolta kromaméterrel (Minolta CR-330, Minolta Co) végeztem. A kapott értékekből kiszámoltam a színkülönbség értékét (Vén 2010), amit az alábbi egyenlet alapján kalkuláltam (k: kontroll, m: mikroalga):

$$\Delta E_{km}^* = \sqrt{(\Delta E^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Az így kiszámított értékeket az emberi szem által is érzékelhető színinger különbséget mutatja meg, amelyet az alábbi táblázat alapján értékeltem.

1. táblázat  $\Delta E_{km}^*$  értékek (Lukács 1982)

$\Delta E_{ab}^*$	0-0,5	0,5 - 1,5	1,5 -3,0	3,0 - 6,0	6,0 -12,0
szemmel a különbség ~ (1)	nem észrevehető (2)	alig észrevehető (3)	észrevehető (4)	jól látható (5)	nagy (6)

Table 1:  $\Delta E_{km}^*$  value

(1) Perceptible difference (2) non-perceptible (3) barely perceptible (4) perceptible (5) visible (6) huge

A vágást követően egy hónapig -18°C-on tároltuk az állatok bal félmeleleit. Az 1 hónapos tárolási idő előtt lemértük a tömegüket. Ezután 24 órán keresztül 4°C-on felengedtetjük. Majd a felengedést követően lemértük a félmeleket. A két adat százalékos különbségéből megkaptuk a **kiolvadási veszteséget**.

Ezt követően a húsokat hőkezeltük 72°C maghőmérsékletig, amit a mell középpontjába szúrt maghőmérő segítségével folyamatosan figyeltünk. Miután elérte ezt a hőmérsékleti tartományt lemértük, majd a felengedés utáni és a sütés utáni adatokból kiszámoltam a **sütési veszteséget**.

A sütés után szobahőmérsékletig lehűlt szeleteket ismételtelen lemértük, majd a kapott adatokból és a sütési veszteségből meghatároztam a **húlési veszteséget**. Majd további méréseket követően kiszámítottuk a konyhatechnikai veszteségeket (kiolvadási veszteség, sütési veszteség,

húlési veszteség). A porhanyóssági vizsgálatot a Warner-Bratzler pengével felszerelt TA.XT Plus Texture Analyser műszer segítségével végeztük.

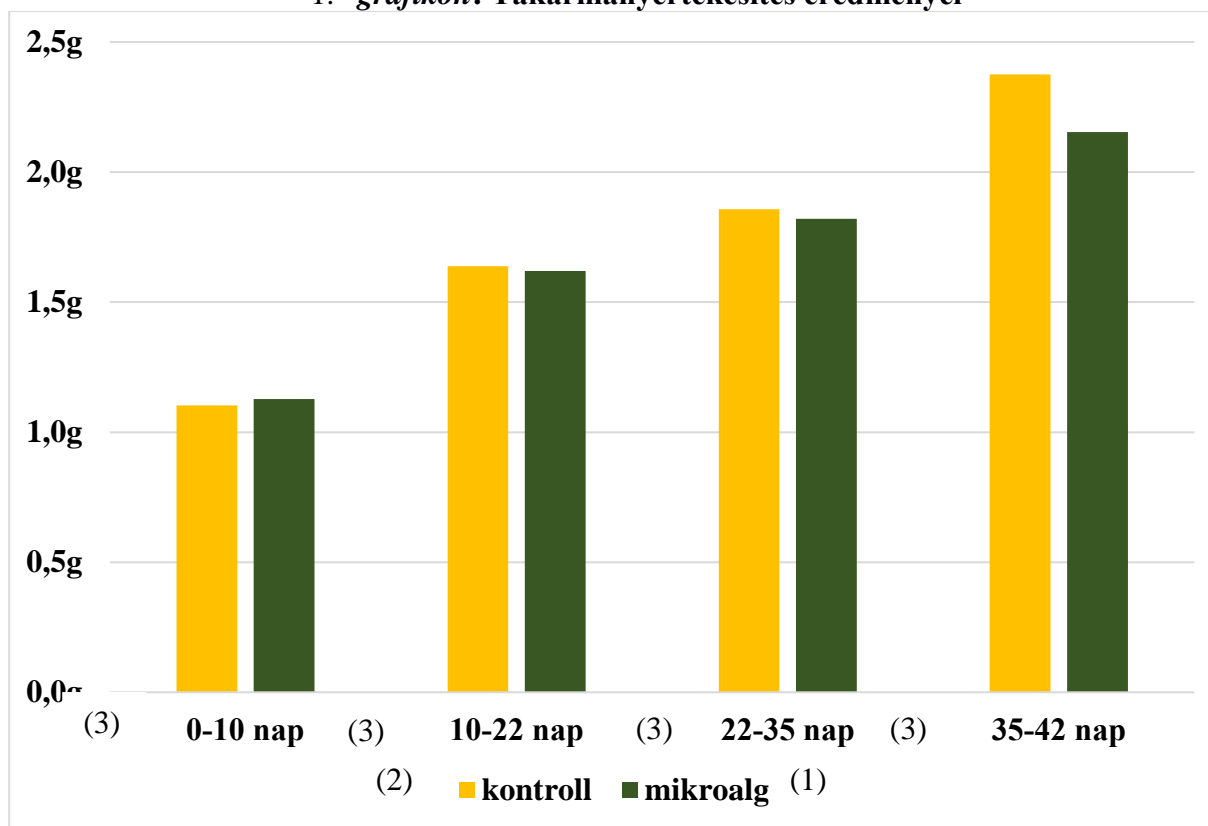
Az egyes adatok MS Excel 2016 táblázatkezelőben kerültek rögzítésre. Az egyes paraméterek esetében kapott számtani középértékeket összevetve értékeltem statisztikailag a vizsgálatok eredményeit. A statisztikai próbákat R 3.2.0 szoftver segítségével végeztem el. Az adatok statisztikai értékeléséhez kétmintás t-próbát használtam.

## Eredmények és értékelésük

A takarmányértékesítés az első mérési időpontban a kontroll csoport esetében volt kedvezőbb (kontroll: 1,1g, mikroalga: 1,13g). A második méréstől kezdve a takarmányértékesítés esetében a mikroalga kiegészített csoport bizonyult jobbnak (10-22. napra számítva: kontroll: 1,64g, mikroalga: 1,62g; 22-35. napra számítva: kontroll: 1,86g, mikroalga: 1,82g; 35-42. napra számítva: kontroll: 2,38g, mikroalga: 2,15g). Az utolsó időszakban a két csoport adatai között nagyobb különbség mutatkozik, mint az előző három időszak esetében. A takarmányértékesítés eredményeit az 1. grafikon mutatja be.

Ha teljes vizsgálatra vetítjük a számított értékeket, a következő eredményeket kaptuk: a kontroll csoport esetében 1,83 takarmány kg/testtömeg kg, míg a mikroalgás csoport esetében 1,77 takarmány kg/ testtömeg kg.

1. grafikon: Takarmányértékesítés eredményei

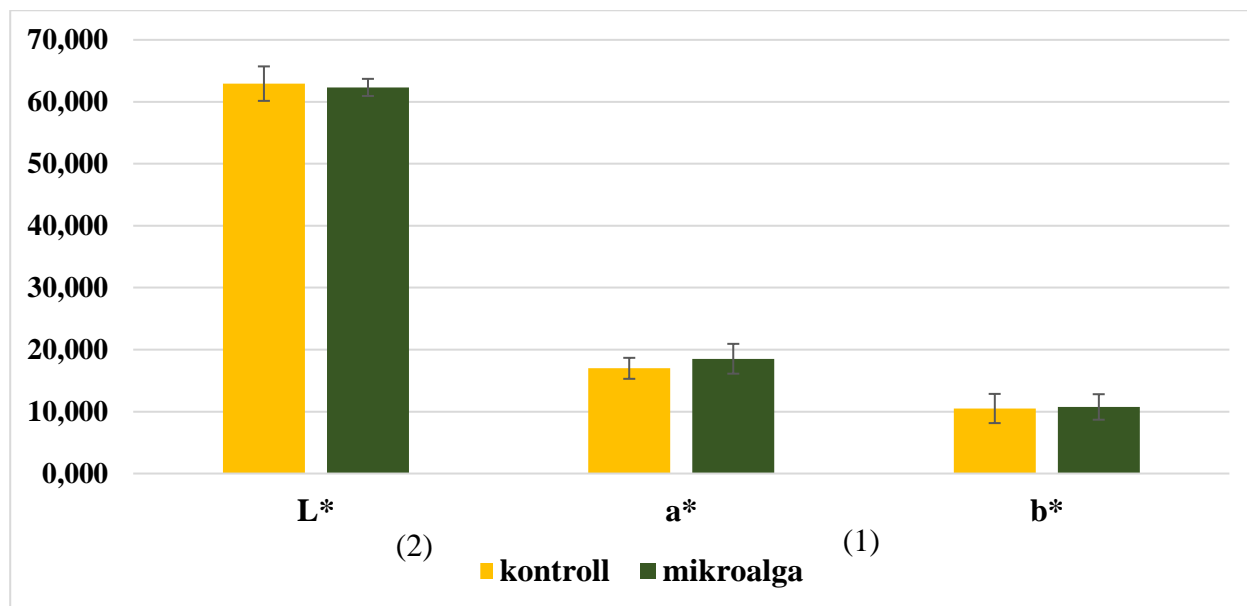


Graph 1: Results of the feed conversion

(1) micro-algaegroup, (2) controlgroup, (3) day

A színméréskor vizsgált három dimenzió ( $L^*a^*b^*$ ) egyikénél sem találtunk statisztikailag igazolható különbséget. Azonban észrevehetően élénk pirosabb volt a mikroalgát kapott csoport hús színe, amit az  $a^*$  (kontroll: 16,982, mikroalgás: 18,526) érték, illetve a  $\Delta E_{km}^*$  érték (1,678) is bizonyította. Ez a különbség a fogyasztók számára megkülönböztethetővé teszi az algával és a standard takarmánnyal etetett csoportok mellhúsát. Az egyes értékek közötti különbségeket a 2. grafikon mutatja be.

## 2. grafikon: Színmérési eredmények

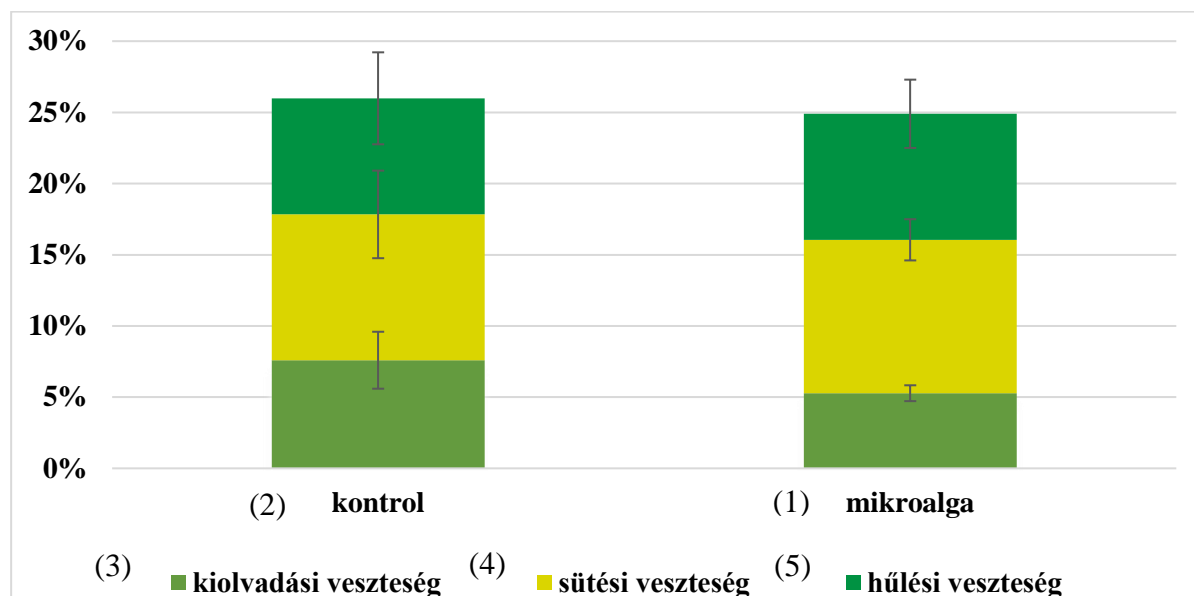


Graph 2: Results of CIELab parameters

(1) micro-algaegroup, (2) controlgroup

A kiolvadási veszteség tekintetében a kontroll csoport átlagosan 7,594%, a mikroalgás csoport 5,278% veszteséget produkált. A két csoport közötti különbség nem bizonyult szignifikánsnak ( $p= 0.1049$ ). A sütési veszteségek esetében a kontroll csoportnál 10,24%, a mikroalgás csoportnál 10,773% veszteséget tapasztaltunk. A két csoport adatai között nem volt szignifikáns eltérés ( $p= 0.6466$ ). A kontroll csoportnál 8,154%, a mikroalgás csoportnál 8,849% volt a hülési veszteség. A csoportok között szintén nem volt szignifikáns különbség ( $p= 0.3406$ ). Az eredmények grafikusán a 3. grafikonon láthatóak.

### 3. grafikon: Konyhatechnikai veszteségek

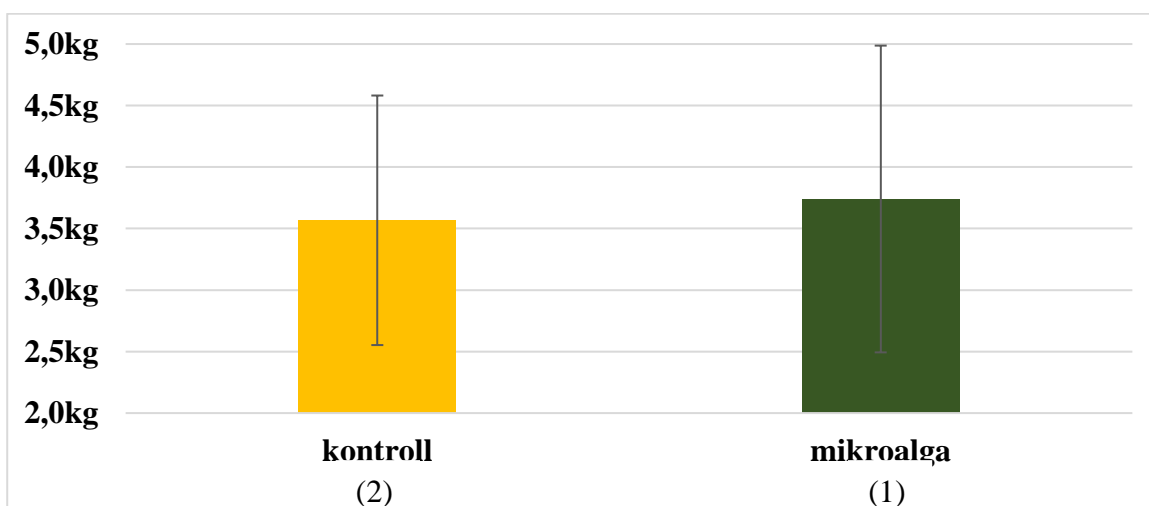


Graph 3: Results of kitchen losses

(1)micro-algaegroup, (2)controlgroup (3)thawingloss, (4)cookingloss, (5)coolingloss

A Warner-Bratzler pengével végzett porhanyóssági vizsgálat eredményéről elmondható, hogy a két csoport között lényegi, statisztikailag igazolható különbség nem mutatkozik ( $p=0,2839$ ). A kontroll csoport esetében 3,57 kg, a mikroalgás csoportnál 3,74 kg volt az átlagérték. Az eredményeket grafikusán a 4. grafikon mutatja.

### 4. grafikon: Porhanyóssági vizsgálat eredményei

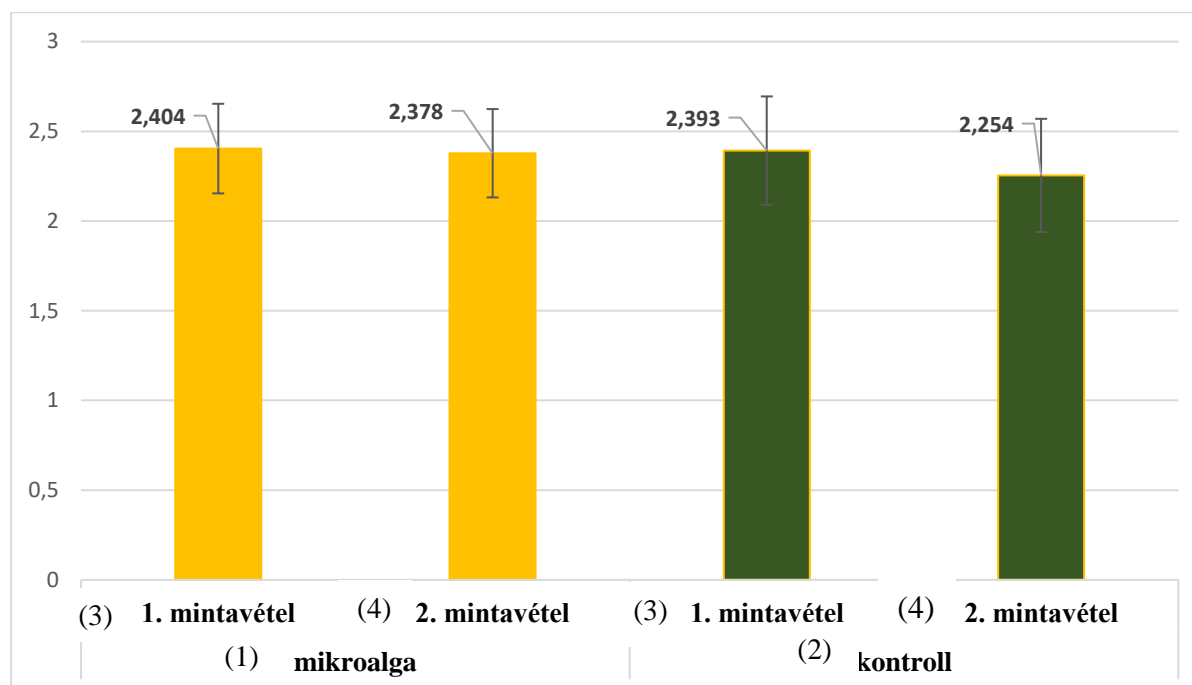


Graph 4: Results of the shearforce

(1) micro-algaegroup, (2) control group

A kapott mérési adatok kielemezésekor sem az első, sem a második mérés esetén nem kaptunk statisztikailag igazolható különbséget. Az első minták esetében a t-próba  $P=0,933$  értéket mutatott (kontroll: 2,393, mikroalgás: 2,404). A második mintavételből származó adatok esetében a t-próba  $P=0,352$  értéket mutatott (kontroll: 2,254, mikroalgás: 2,378). Az 5. grafikon mutatja az egyes mérések és csoportok értékeit.

### 5. grafikon: Összantioxidáns kapacitás



Graph 5: Total Antioxidant Capacity

(1) micro-algaegroup, (2) controlgroup, (3) 1. sampling, (4) 2. sampling

### Következtetések és javaslatok

Brojlercsirkékkel végzett kísérletünk eredményei alapján megállapítható, hogy az 5%-os kiegészítés a nevelés teljes ideje alatt nem okozott takarmány visszautasítást, továbbá nem csökkentette az élőtömeget a normál takarmányozási rendszerhez képest.

A takarmányértékesítés tekintetében az a következtetés vonható le, hogy az 5% bekeverési mennyiség szignifikánsan nem befolyásolta az értékeket, ám tendenciájában kedvezőbbnek bizonyult a mikroalga kiegészítés.

A színvizsgálati eredmények kiértékelése után elmondható, hogy a két csoport ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) értékei között szignifikáns különbség nem mutatkozott. Azonban a csirkemell színének  $a^*$  értékeiben, azaz a pirosságot kifejező adatokban nagyobb eltérést mutatnak az értékek a kontrollhoz képest. Az élénkebb piros színű hús a jobb vérellátást feltételezi, azonban mivel erre vonatkozóan nem vizsgáltunk más paramétereket, ezért ez további vizsgálatok tárgyát képezheti.

A feldolgozás során megmutatkozó víztartóképeségben, amelyet a kiolvadási, sütési és hűlési veszteség reprezentál, nem volt szignifikáns különbség. Elmondható, hogy a teljes konyhatechnikai veszteséget tekintve a mikroalga kiegészítést kapott csoport adatai ebben a tekintetben is kedvezőbbnek mondhatóak. A feldolgozás utáni élvezeti értéket mutató porhanyósság vizsgálata szintén nem mutatott ki szignifikáns különbséget.

Összességében elmondható, hogy a táplálóanyagait tekintve a takarmánycélra felhasználható a *Schizochytrium limacinum* mikroalga, azonban a takarmányokban történő nagyarányú felhasználását korlátozza az ára és az elérhetősége. Az etethetőségéről több szakirodalom is úgy fogalmaz, hogy baromfiknál még a 15% bekeverés sem okoz takarmányvisszautasítást (Ribács et al. 2017, Becker 2004, Byoung et al. 2016). Az etethetőségének korlátja a kiegyenlített minőség és az ebből fakadó esetleges nehézfém-szennyezettség.

Ezen felül a különböző kiegészítők alapanyaga is lehet, így a felhasználása kevésbé van kitéve az egyes tételek közti nagyfokú különbségeknek, illetve célzottabban lehet hasznosítani a makro- és mikroelem, valamint vitamin tartalmát (Batista et al. 2013, Kotrbáček et al. 2015).

Vizsgálatunk 5%-os bekeverési aránnyal történt, ami szignifikáns különbséget nem okozott a termelési, illetve a húsminőségi paraméterekben. Ennek ellenére bizonyosságot nyert, hogy noha a szója helyett került bekeverésre, mégsem volt lényeges különbség tömeggyarapodásban a vizsgálati csoportok között. Ezért ajánlatos lehet további dózissal vizsgálni a mikroalga kiegészítést, meghatározni a brojlerek számára a gazdaságosság határait túl nem lépő, alkalmazható dózissokat. Emellett a húsminőségi paraméterekben tapasztalható enyhe javulás miatt is célszerű lehet tovább vizsgálni az egyes dózissok és más takarmánykomponensek együttes hatását.

### **Köszönetnyilvánítás**

A publikáció elkészítését az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

## Irodalomjegyzék

- Abdo M., Ali G. H., El-Baz F. K. (2015): Potential Production of Omega Fatty Acids from Microalgae, *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res.*, 34(2), September – October 2015; Article No. 35, Pages: 210-215
- Batista A. P., Gouveia L., Bandarra N. M., Franco J. M., Raymundo A. (2013): Comparison of microalgal biomass profiles as novelfunction alingredient for food products, *Algalresearch* 2 (2013) 164-173.
- Becker, E. W. (2004): Microalgae in human and animalnutrition, In Richmond, A. (ed.), *Handbook of microalgalculture*. Blackwell, Oxford, 312– 351
- Byoung-K. A., Kwan-E. K., Jin-Y. J. and Kyung W. L. (2016): Effect of dried *Chlorella vulgaris* and *Chlorella* growth factoron growth performance, meatqualities and humoralimmuneresponses in broilerchickens, *SpringerPlus* (2016) 5:718
- Harel M. and Place A. R. (2004): Heterotrophic Production of Marine Algae for Aquaculture, *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*, 2004, 513-524
- Hunyadi Á., Orgács J. (2009): Ökológiai állattartásra alkalmas peccsenyecsrkék értékes húsrészeinek színvizsgálata, *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 2009. 58. 6. 565–583.
- Kotrbáček V, Doubek J, Doucha J. (2015): The chlorococcalean alga *Chlorella* in animalnutrition: a review, *Springer Science+Business Media Dordrecht* 201
- Lukács Gy. (1982). Színmérés. Budapest: Műszaki Kiadó, p. 341
- Ribács A., Mészáros M., Futó Z., Egri Z. Galló J. (2017): Chlorella mikroalga felhasználása gazdasági állataink takarmányozásában 2. közlemény. A peccsenyepulykák hizlalási és vágási paramétereire kifejtett hatás, *Állattenyésztés és Takarmányozás* 2017. 66. 1., 11-23
- Tibbetts S. M., Mann J., Dumas A. (2017): Apparent digestibility of nutrients, energy, essential aminoacids and fattyacids of juvenile Atlanticsalmon (*Salmosalar* L.) diets containing whole-cell or cell-ruptured *Chlorella vulgaris* mealsatfivedietary inclusion levels, *Aquaculture* 481 (2017) 25–39
- Vén Cs. (2010): A marhahús érésének vizsgálata, az érlelési technológia fejlesztése, PhD értekezés Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Kar Budapest 2010
- Weiszfeiler Gy. (1963): Az alga tömeg tenyésztésének aktuális kérdései, *Magyar Tudomány a Magyar Tudományos Akadémia értesítője*, LXX. kötet. - évfolyam. VIII. kötet 1. szám. 1963. január, 413-418
- http1*: [http://www.innoteka.hu/cikk/algak\\_mikromeretben\\_hatalmas\\_lehetosegek.542.html](http://www.innoteka.hu/cikk/algak_mikromeretben_hatalmas_lehetosegek.542.html) 2017. 09. 12.