

# ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS

2022. 71. 1

Alapítás éve: 1952

ÁLLATTENYÉSZTÉS – TARTÁS – TAKARMÁNYOZÁS



› Tömegetkarmányok illatprofiljának elemzése elektronikus orral

› Drencs készítmények alkalmazása tejelő teheneekben

› Fekete katonalégység nagyüzemi tenyésztése

› Szaporítási és lárvanevelési vizsgálatok balatoni sudár ponttyal

## TARTALOM - CONTENTS

*Yakubu Haruna Gado – Bázár György – Radó-Nyiczky Éva – Orosz Szilvia – Tóth Tamás:* Description of the odor profile of fermented alfalfa and rye silages using an electronic nose (Lucerna és rozs alapú erjesztett tömegtakarmányok illatprofiljának leírása elektronikus orral) ..... 1

*Tóthi Róbert – Kacsala László – Pósa Roland – Húth Balázs – Vida Sándor – Komlósi Balázs – Tóth Tamás:* Drench készítmények alkalmazásának hatása a bendőfermentáció alakulására teheneknél (Effects of drench supplementation on rumen fermentation of cows)..... 11

*Hetényi Nikoletta:* A fekete katonalégy (*Hermetia Illucens*) nagyüzemi tenyésztése (Mass production of black soldier fly (*Hermetia Illucens*)) ..... 25

*Láng Levente Zete - Bernáth Gergely - Bokor Zoltán - Csorbai Balázs - Molnár József - Nagy Borbála - Csenki-Bakos Zsolt- Urbányi Béla - Várkonyi Levente:* A balatoni sudár ponty (*Cyprinus Carpio Morpha Accuminatus*) indukált szaporítása és intenzív rendszerben történő lárvanevelésének vizsgálata (Artificial propagation and larvae rearing in recirculation aquaculture system (RAS) of the hungarian carp landrace (*Cyprinus Carpio Morpha Accuminatus*)) ..... 36

**2021-ben sikeresen megvédett MTA doktori értekezés összefoglaló – Summary of DSc dissertation in the year of 2021** ..... 44

**2021-ben sikeresen megvédett PhD disszertációk összefoglalói - Summaries of PhD dissertation in the year of 2021** ..... 46

### **Címlap kép (Frontpage photograph)**

Ponty ivadékok növekedésének ellenőrzése (Fotó: Láng Levente Zete)

Investigation of the growing in case of carp fingerling (Photo: Levente Zete Láng)

## DESCRIPTION OF THE ODOR PROFILE OF FERMENTED ALFALFA AND RYE SILAGES USING AN ELECTRONIC NOSE

YAKUBU HARUNA GADO – BÁZÁR GYÖRGY – RADÓ-NYICZKY ÉVA –  
OROSZ SZILVIA – TÓTH TAMÁS

### ABSTRACT

Silages, as conserved forages, form a basic component of ruminant diets. The odor of silage is highly informative and helps in determining the quality. Electronic nose (e-nose) technology provides rapid and objective measurement of odors and may be applicable for quick screening of various silages. Aroma profile analysis of alfalfa and rye silages ( $n = 22$  and  $38$ , respectively) collected from Hungarian dairy farms, produced with different harvest technologies, and covering a wide range of quality, was performed with an e-nose utilizing the metal oxide semiconductor sensor array technology. The odor patterns of the quality categories based on the pH and the lactic acid / acetic acid ratio were compared. The applied e-nose was not suitable for distinguishing between samples made from different plant materials with average compositional parameters, because the effect of species on the odor was less characteristic than that of the diverse processing conditions. However, on the basis of the aroma profiles described by the measured sensor signals, alfalfa-based forages prepared with different processing (direct-cut vs. wilted) could be accurately identified, and rye samples were identifiable according to the different phenological phases at harvest (before heading vs. heading). In the supervised classification (discriminant analysis) of groups of samples based on pH and lactic acid / acetic acid ratio, 65-75% of the samples selected for validation were correctly identified, which indicates reliability of the method. Based on the results, the presented instrumental aroma testing methodology proved to be promising in the field of quality testing of fermented forages.

### ÖSSZEFOGLALÁS

*Yakubu, H. G. – Bázár, Gy. – Radó-Nyiczky, É. – Orosz, Sz. – Tóth, T.: LUCERNA ÉS ROZS ALAPÚ ERJESZTETT TÖMEGTAKARMÁNYOK ILLATPROFILJÁNAK LEÍRÁSA ELEKTRONIKUS ORRAL*

Minden változás, ami az erjesztett tömegtakarmányok készítése és kitarolása során történik, hatással van a takarmány illóanyag tartalmára, beleértve a tejsavat, ecetsavat és vajsavat, amelyek erősen befolyásolják a szilázs minőségét. Ezek a komponensek erősen kihatnak a szilázs beltartalmi értékeire, szennyezettségére és érzékszervi (organoleptikus) karakterére. Így a tömegtakarmányok erjedés-dinamikája főleg a tejsav, a rövid szénláncú illózsírsavak (ecetsav, propionsav, vajsav) és a romlást jelző fehérjék, aminosavak és ammónia jelenléte alapján értékelhető. Ismert, hogy a tejelő tehének szárazanyag-felvétele korlátozott, így a gyengébb táplálóanyag-tartalmú takarmány nem ellensúlyozható a mennyiséggel, míg a felvehető rossz minőségű takarmánnyal nem vihető be a szükséges mennyiségű táplálóanyag- és energiatartalom, a nem megfelelő minőségű takarmány pedig akár teljes takarmány-visszautasítást is eredményezhet. Éppen ezért a minőség megítélésében nem csak a beltartalmi paraméterek folyamatos nyomonkövetése szükséges, hanem a romlásból származó, nem kívánatos aroma anyagoké is. Mindezek alapján a tömegtakarmányok rutinszerű, gyakori érzékszervi vizsgálata fontos, de összetett feladat. Az erjesztett tömegtakarmányok minőségének megítélése során még napjainkban is a humán érzékszervi bírálat a legáltalánosabb módszer, amely azonban számos egyedi faktor által torzított, szubjektív, nem automatizálható döntéshozatalt tesz lehetővé. Az elektronikus orr (e-orr) technológiákat egyre gyakrabban használják az iparban a körülményes és sokszor szubjektív eredményeket adó, folyamatirányításra kevésbé alkalmas humán érzékszervi bírálatok kiváltására. Az e-orr technológia gyors és objektív módszer lehet a minőség

ellenőrzésére mind a silózás, mind a depózás, mind a kitarolás során. A minták nem igényelnek különösebb előkészítést, emellett az e-orr gyorsasága, alacsony működtetési költségei lényeges előnyt jelenthetnek, ugyanakkor a sokféle növényi alappal, eltérő technológiával készült tömegtakarmányok vizsgálatához specifikus analitikai protokollok felállítása szükséges. Szerzők magyarországi szarvasmarha-telepekről származó, eltérő technológiákkal előállított, széles minőségi skálán mozgó lucerna- (n = 22) és rozsszilázsok, valamint -szenázsok (n = 38) aromavizsgálatát végezték el e-orr berendezéssel, majd az illatmintázatokat összevetették a pH-ra, valamint tejsav/evetsav arányra alapozott minőségi besorolásokkal. Eredményeik alapján az alkalmazott fénoxid félvezető (metal oxide semiconductor, MOS) gázérzékelősoros technológián alapuló e-orr nem alkalmas az eltérő növényi alapanyagból készült, átlagos beltartalmi paraméterekkel rendelkező minták megkülönböztetésére, mivel az egyéb kezeléshatások a fajthatásnál jelentősebb illatváltozásokat eredményeznek. A mért szenzorjelekkel leírt aromaprofilok alapján ugyanakkor megbízhatóan azonosíthatóak voltak az eltérő agrotechnikával előkészített (fonnyasztott vs. fonnyasztás nélküli) lucerna alapú tartósított tömegtakarmányok, és ugyanez elmondható a rozsmintákról, amelyek a betakarításkori fenológiai fázis szerint (kalászhányás előtti, illetve utáni betakarítás) mutattak eltérő illatprofil. A minták pH és tejsav/ecetsav arány alapján kialakított csoportjainak irányított osztályozása (diszkriminancia analízise) során a tesztelésre kiválasztott minták 65-75%-át sikerült helyesen rangsorolni. A bemutatott műszeres aromavizsgálati módszertan az eredmények alapján ígéretesnek bizonyult az erjesztett tömegtakarmány minőségvizsgálata terén.

## INTRODUCTION

Worldwide, hay, grasses, whole-crop silage (e.g. corn, alfalfa and rye silages), fermented mixed-crop forages, cereals and legumes are the major crops used as fresh or conserved forage for the nutrition of ruminants (Keady et al., 2012). Silage making is one of the most important sources of conserved forages. In particular, silage forms a basic component of ruminant diets (Keady et al., 2012). This approach is widely used for conserving forage for feeding milk- and meat-producing ruminants (Cheli et al., 2013). Silage making has increased considerably and has become economically important for many farms, especially in temperate areas of the world (Reynolds and Frame, 2006).

Due to the climatic conditions of Hungary, the annual amount of feed required for livestock must be produced in the period from April to November (Schmidt, 2001). Thus, the preservation of different forage (e.g. alfalfa, corn, grass, winter cereals, Italian ryegrass) is an intensively researched area in Hungary (Baintner and B. Kissné, 1989; Schmidt et al., 2001; B. Kissné and Bana, 2002; Szűcsné et al., 2005; Avasi et al., 2008; Orosz, 2009; Lehel et al., 2011; Orosz et al., 2017; Alemayehu et al., 2019, 2020).

Not only is milk production influenced by the quantity of silage determined in the ration, but the nutrient content and fermentation of the silage can also affect the performance and health of the animals (Fulgueira et al., 2007). Since current systems of dairy production demand exact knowledge of the production processes, it is important to monitor feeds during preparation and consumption. Regular monitoring of the quality of fermentation is particularly important in larger dairy farms, where silage silos may contain large quantities of potentially inhomogeneous, fast-consumed feed.

Sensory evaluation of forage over the years has been traditionally evaluated according to the physical parameters such as color, softness, palatability, odor

etc. Notwithstanding the importance of these parameters in analyzing forage quality, there may be certain limitations regarding assessment, since they remain subjective and difficult to standardize (Schroeder, 2004). For feed professionals, the first information in the monitoring is provided by the sensory tests (Fulgueira *et al.*, 2007). Besides the parameters mentioned before, the sensory evaluation may include the examination of the structure of the feed, its tact (moisture content), the quantity and distribution of components, the degree of crushing, chop length, the clarity from foreign matter, and the odor. However, this information may be subjective in view of the age, lifestyle, routine of the sampler, or other sampling conditions and environmental impact. The odor is highly informative when it comes to determining harmful fermentation processes and deterioration (Kung *et al.*, 2018).

A pleasant odor indicates silage was ensiled properly. However, moldy and musty odors may occur in hay or silage stored at moisture contents above 16 to 18%. Animals may react or respond to off-odors by refusing to eat or going off feed. Ensiling overdried forages may cause excessive heat (>55°C) that results in typical odor. Interestingly, hay or silage with a slightly caramelized odor is often quite palatable to livestock even though the quality is reduced. The odor of silage can indicate a good or bad fermentation; if it smells of butyric acid, similar to rancid butter, it may lack palatability, and low animal intake is likely (Ball *et al.*, 2001).

Therefore, volatile substances can be critical indicator parameters for assessing the animal health risk of silages. The odor determination should be improved with quick objective methods that can simultaneously analyze large amounts of samples, thereby, helping the daily work of the feed industry to achieve efficient production and to maintain good animal health.

In recent years, electronic nose (e-nose) technologies have provided a quick and objective method for quality control (Jiang and Chen, 2014). Among the different applications of the electronic nose technique, feedstuffs analysis is one of the most promising and also the most important (Magan and Evans, 2000; Di Natale *et al.*, 2001), however, silage quality assessment using electronic nose has not been discussed in the literature, yet. The e-nose is an instrument that is composed of an array of electronic chemical sensors, with partial specificity and a suitable pattern recognition system, which is capable of recognizing simple or complex volatile organic compound (VOCs) profiles related to product odor (Gardener and Philip, 1994).

Volatile organic compounds can be used as quality markers and the VOCs' profile may represent a unique marker for monitoring feed quality and detecting changes during the process, storage and ageing. The non-specific sensor response by an e-nose can be used for classification and prediction purposes. Furthermore, e-nose analysis is rapid, user-friendly, precise, objective, non-destructive, and no or simple sample pre-treatment is required. Therefore, e-nose constitutes a diagnostic device useful for real time monitoring, control of products and industrial processes, and for decision-making in the area of product quality and safety (Di Rosa *et al.*, 2017), in this regard, electronic nose could be used for rapid determination of silage quality.

The objectives of this preliminary study were to describe the chemical composition and odor profile of alfalfa and rye silages and to further reveal the relationship between the compositional data and the electronically measured odor in order to establish a quality control system for forages based on machine sensing or olfaction.

## MATERIALS AND METHODS

### Samples

Alfalfa and rye silage and haylage routine samples (n = 22 and 38, respectively) derived from large scale commercial dairy farms and analyzed by Livestock Performance Testing Ltd., Gödöllő, Hungary, in 2017. As the samples included in this study were taken and sent to the laboratory by the farms, no further information is available about the harvest and ensiling technological parameters. Alfalfa silages were prepared for ensiling with and without wilting (n = 10 and 12, respectively), while rye silages were harvested before heading and in heading (n = 17 and 21, respectively). The fresh samples were dried at 70°C for 8 hours, then homogenized with a laboratory mill (Peppink Mills, Netherlands) and analyzed for dry matter, crude protein, ether extract, crude fiber, crude ash content, pH, acetic acid and

Table 1.

**Chemical composition of the fermented forages determined with NIR spectroscopy**

	Alfalfa silages and haylages (12) (n = 22)				Rye silage (13) (n = 38)			
	Mean (14)	SD (15)	Min.	Max.	Mean (14)	SD (15)	Min.	Max.
Dry matter (1) [g/kg]	404.48	102.72	228.0	613.0	302.59	74.61	187.0	469.0
Crude protein (2) [g/kg DM]	199.17	22.54	148.0	251.0	143.73	30.99	75.0	217.0
Ether extract (3) [g/kg DM]	27.00	6.28	18.0	44.0	34.30	5.50	22.0	44.0
Crude fiber (4) [g/kg DM]	261.00	30.22	180.0	318.0	268.54	48.09	165.0	381.0
Crude ash (5) [g/kg DM]	124.87	29.49	86.0	228.0	117.16	40.66	63.0	242.0
Total sugar (6) [g/kg DM]	21.65	11.49	10.0	52.0	41.03	34.57	10.0	135.0
NDF (7) [g/kg DM]	399.52	33.81	329.0	459.0	509.89	82.78	314.0	704.0
ADF (8) [g/kg DM]	309.43	29.08	228.0	351.0	300.64	61.64	193.0	448.0
ADL (9) [g/kg DM]	55.57	9.99	31.0	72.0	26.39	9.71	15.0	64.0
Lactic acid (10) [g/kg DM]	50.02	22.51	1.5	77.0	55.22	26.11	6.0	113.0
Acetic acid (11) [g/kg DM]	15.70	9.28	0.5	35.0	6.96	6.73	0.5	28.0
pH	4.69	0.38	4.1	5.5	4.26	0.25	3.9	5.0

NDF=neutral detergent fiber; ADF=acid detergent fiber; ADL=acid detergent lignin

1. táblázat Az erjesztett tömegtakarmányok NIR spektroszkópiás mérésre alapozott kémiai összetétele

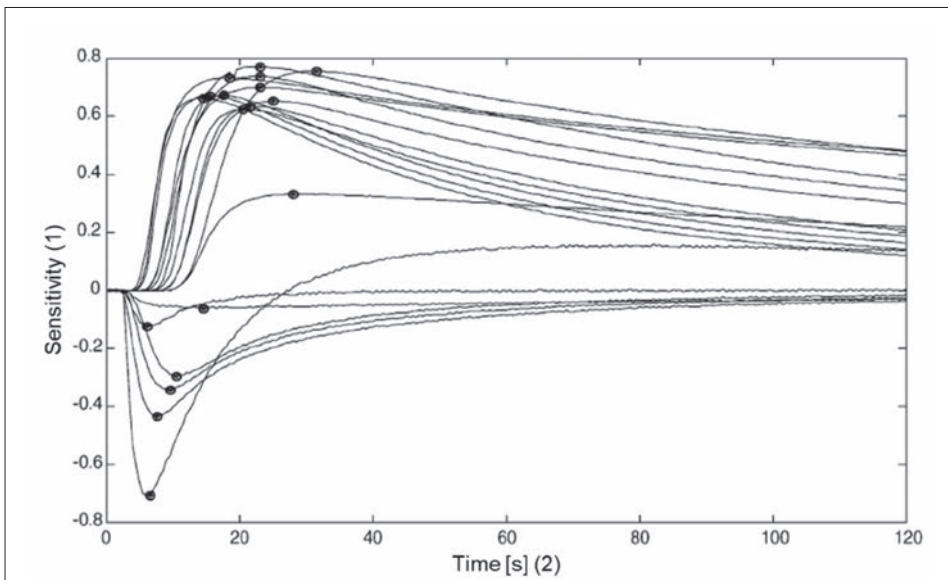
szárazanyag (1); nyersfehérje (2); nyerszsír (3); nyersrost (4); nyershamu (5); öszsccukor (6); neutrális detergens rost (7); savdetergens rost (8); savdetergens lignin (9); tejsav (10); ecetsav (11); lucerna-sziláz és -szenáz (12); rozssziláz (13); átlag (14); szórás (15)

lactic acid concentrations by means of near-infrared (NIR) spectroscopy using a Quant FT-NIR spectrometer (Q-Interline, Denmark) and an internationally recognized calibration database (Samplinq®, Eurofins Agro Inc., Wageningen, Netherlands) at Livestock Performance Testing Ltd, Gödöllő, Hungary. Based on the chemical composition and overall quality, there were no extremities in the sample set (Table 1). The quality of samples was evaluated based on the pH and the lactic acid/acetic acid ratio. After NIR measurement, each sample was equally distributed into six plastic bags. The prepared sub-samples were stored at -20°C in sealed bags under vacuum, until the odor measurements. Frozen storage of any sample did not last longer than 30 days.

### *Odor measurement by means of electronic nose*

The odor measurement was performed at Kaposvár University (now Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus, Kaposvár, Hungary) for six days where, the six sets of sub-samples were analyzed daily (n=60 per day). The odor of each sample was examined with an Alpha MOS FOX4000 electronic nose based on the metal oxide semiconductor (MOS) sensor array technology (Alpha M.O.S., Toulouse, France) within 30 days after sampling. Two

**Figure 1.** Relative resistance changes (sensitivity) of the 18 MOS sensors of the electronic nose during one measurement cycle, with dots indicating the maximal deviation of the sensors' sensitivities forming the 18 variables describing the multidimensional odor fingerprint of one silage sample



1. ábra Az elektronikus orr 18 MOS szenzorán mért relatív ellenállásváltozások (érzékenység) egy mérési ciklus során, pontokkal jelölve a szenzorok érzékenységeinek maximális változásait, melyekkel a vizsgált szilázsminta többdimenziós illatmintázata leírásra kerül

érzékenység (1); idő (2)

g of the sub-samples ( $n=360$ ) were filled into 20 mL glass vials then sealed with polytetrafluoroethylene septa. The headspace samples containing the volatiles of the silages were generated above the solid sample during three-minute incubation at 40°C. Five mL of the headspace was injected into the continuous flow of synthetic air. The relative resistance changes ( $\Delta R/R_0$ ) of 18 MOS sensors caused by the injected volatiles were measured after each injection and saved as sensitivity values. One measurement cycle took 20 minutes, including two minutes data acquisition and 18 minutes cleaning phase when pure synthetic air was used to rinse the sensors. The maximal sensitivity experienced on each sensor was saved in each measurement cycle (*Figure 1*), thus, all sub-samples were described with 18 variables.

### *Multivariate data analysis*

The recorded data of the electronic nose were analyzed with multivariate classification methods using AlphaSoft v12 (Alpha M.O.S., Toulouse, France). The non-supervised principal component analysis (PCA) was used to select outliers and to describe the multivariate structure of the dataset. The supervised discriminant factor analysis (DFA) was applied to test the possibility of group identification based on the odor properties (*Naes et al., 2002*). Cross-validation was used to test the supervised classification models when sub-samples of a single sample were left out of the modelling iteratively and were used for testing the classification capability of the model. The classification models were evaluated based on the confusion matrices where hit rates and misclassifications were indicated.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

The differences in the odor patterns of the different plant materials (alfalfa vs. rye) caused no general separation because the effect of the various technological processing was considerably stronger and caused significant variation within the species. Both the alfalfa and rye silages separated according to the different harvest technologies of ensiling. In the case of alfalfa, the application of wilting before ensiling caused significant odor variations, while in the case of rye, the maturity of the crop upon ensiling resulted in detectable characteristic variations of the odor profile (*Table 2*). In average, more than 65% of samples were classified correctly in the cross-validations in both types of silages.

Samples were ranked according to their quality based on the pH or the lactic acid/ acetic acid ratio. The range of pH was narrow, and 4.4 seemed to be median value dividing the sample set into two quality parts. Thus, two classes were defined according to the pH of the samples: samples having pH lower than 4.4 ( $n=32$ ) and samples having pH equal to or higher than 4.4 ( $n=28$ ). The acid ratio had wide range over the 60 samples, therefore, three classes were defined according to the lactic acid / acetic acid ratio: acid ratio equal to or higher than 10 ( $n=25$ ), acid ratio lower than 10 and higher than or equal to 5 ( $n=14$ ), acid ratio lower than 5 ( $n=21$ ).

Supervised DFA classifications were performed to evaluate the possibility of identifying the different quality groups based on the odor profiles. *Table 3* and *Table 4* show the cross-validation results of the developed models for the pH and



Table 2.

**Modelling and cross-validation results of the odor-based classification of silages and haylages according to the applied harvest technologies**

	Alfalfa silages and haylages (3)			Rye silages (7)		
	Processing groups (4)	(A)	(B)	Phenological phase groups (8)	(C)	(D)
Model (1)	(A) Direct-cut (5)	68.1%	31.9%	(C) Before heading (9)	78.0%	22.0%
	(B) Wilted (6)	28.3%	71.7%	(D) Heading (10)	41.7%	58.3%
Cross-validation (2)	(A) Direct-cut (5)	66.7%	33.3%	(C) Before heading (9)	77.4%	22.6%
	(B) Wilted (6)	30.0%	70.0%	(D) Heading (10)	41.7%	58.3%

2. táblázat Szilázsok és szenázsok illat alapján végzett, betakarítási mód szerinti osztályozásának eredménye a modellkészítés és a keresztvalidáció során

modell (1); keresztvalidáció (2); lucernaszilázs és -szenázs (3); előkezelés szerinti csoport (4); fonyasztás nélkül (5); fonyasztott (6); rozsszilázs (7); fenológiai fázis szerinti csoport (8); kalászhányás előtt (9); kalászhányáskor (10)

acid ratio, respectively. In the case of rye silages, 64.5% of the cross-validation (CV) samples were classified correctly according to the pH groups, while the classification of alfalfa silages was less accurate (average hit rate in CV: 60.3%). The overall average performance of the classifications based on the acid ratio was weaker, but the identification of the low-quality group (ratio < 5) of rye silages was highly successful (75% hit rate in CV). Results of alfalfa samples were less accurate, but good identification (75% hit rate in CV) of the group with high ( $\geq 10$ ) lactic acid / acetic acid ratio was experienced.

Table 3.

**Modelling and cross-validation results of the odor-based classification of silages and haylages according to the quality groups defined by the pH values**

	pH groups (3)	Alfalfa silages and haylages (4)		Rye silages (5)	
		< 4.4 (n=6)	$\geq 4.4$ (n=16)	< 4.4 (n=26)	$\geq 4.4$ (n=12)
Model (1)	< 4.4	73.3%	26.7%	67.3%	32.7%
	$\geq 4.4$	42.2%	57.8%	35.2%	64.8%
Cross-validation (2)	< 4.4	66.7%	33.3%	66.0%	34.0%
	$\geq 4.4$	46.1%	53.9%	37.0%	63.0%

3. táblázat Szilázsok és szenázsok illat alapján végzett, pH-alapú minősítés szerinti osztályozásának eredménye a modellkészítés és a keresztvalidáció során

modell (1); keresztvalidáció (2); pH csoportok (3); lucernaszilázs és -szenázs (4); rozsszilázs (5)

Table 4.

**Modelling and cross-validation results of the odor-based classification of silages and haylages according to the quality groups defined by the lactic acid/ acetic acid ratios**

	Lactic acid/ acetic acid groups (3)	Alfalfa silages and haylages (4)			Rye silages (5)		
		≥ 10 (n=4)	≥ 5; < 10 (n=4)	< 5 (n=14)	≥ 10 (n=21)	≥ 5; < 10 (n=10)	< 5 (n=7)
Model (1)	≥ 10	75.0%	20.8%	4.2%	38.9%	20.6%	40.5%
	≥ 5; < 10	12.5%	37.5%	50.0%	30.0%	45.0%	25.0%
	< 5	16.7%	27.4%	56.0%	3.3%	16.7%	80.0%
Cross- validation (2)	≥ 10	75.0%	20.8%	4.2%	37.3%	21.4%	41.3%
	≥ 5; < 10	25.0%	25.0%	50.0%	33.3%	41.7%	25.0%
	< 5	17.9%	32.1%	50.0%	6.7%	16.7%	76.7%

4. táblázat Szilázsok és szenázsok illat alapján végzett, tejsav/ecetsav arányra alapozott minősítés szerinti osztályozásának eredménye a modellkészítés és a keresztvalidáció során

modell (1); keresztvalidáció (2); tejsav/ecetsav csoportok (3); lucernaszilázs és -szenázs (4); rozsszilázs (5)

## CONCLUSIONS

The time of harvesting (phenological phase of the crop) and the applied harvest technology (inclusion of wilting) causes significant odor changes in the case of rye silages and alfalfa silages, respectively. The quality groups defined by pH or acid ratio are distinguishable based on the measured odor patterns. On average, 60.3% of alfalfa and 64.5% of rye silage samples were classified in the correct pH groups. The average hit rates of alfalfa and rye silages were 50% and 51.9%, when classification was performed by the lactic acid / acetic acid ratios. In the case of rye silages, the identification of the low-quality samples was the most successful (76.7% hit rate) while in the case of alfalfa silages, the identification of the good-quality samples was suitable (75% hit rate). According to our results, the electronic nose technology proved to be applicable to classify the rye and alfalfa silage samples by their quality, even when quality groups are defined by NIR predicted values, causing double prediction error. The accuracy may be increased with the expansion of the sample set and application of wet chemical reference data.

## REFERENCES

- Alemayehu, W. – Tóthi, R. – Orosz, S. – Kacsala, L. – Bázár, G. – Tóth, T. (2019):* Contents of nutrition and fermentation characteristics of ensiled Italian ryegrass and winter cereal mixtures for dairy cows. *Krmiva: Review for animal feeding, production and feed technology*, 61. <https://doi.org/10.33128/k.61.1.6>
- Alemayehu, W. – Tóthi, R. – Orosz, Sz. – Fébel, H. – Tossenberger, J. – Húth, B. – Tóth, T. (2020):* Nutritive value of ensiled Italian ryegrass and winter cereal mixture. *Acta Fytotechnica et Zootechnica. Scientific Journal for phytotechnics and zootechnics. Future perspectives in animal production*, 23. <https://doi.org/10.15414/afz.2020.23.mi-fpap.7-14>
- Avasi, Z. – Szűcsné, P. J. – Seale, D. (2008):* Ensilage of wilted lucerne treated with different types of biological preservatives. 13th ICFC, 138-139.
- B. Kissné Kelemen, G. – Bana, B. (2002):* Zöldlucerna silózása enzimtartalmú biológiai tartósítószerrel. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 51. 6. 635-345.
- Baintner, F. – B. Kissné Kelemen, G. (1989):* A celluláz (Phylacell) kezelés hatása a szilázsok minőségére és emészthetőségére. *Acta Ovariensis*, XXXI. 5. 3-11.
- Ball, D. M. – Collins, M. – Lacefield, G. D. – Martin, N. P. – Mertens, D. A. – Olson, K. E. – Putnam, D. H. – Undersander, D. J. – Wolf, M. (2001):* Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation Publication, IL, USA, 17.
- Cheli, F. – Campagnoli, A. – Dell'Orto, V. (2013):* Fungal populations and mycotoxins in silages: From occurrence to analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 183. 1–16.
- Di Natale, C. – Macagnano, A. – D'amico, A. – Paolesse, R. (2001):* Artificial olfaction systems: Principles and applications to food analysis. *Biotechnology, Agronomy, Society Environ.*, 5. 159–165.
- Di Rosa, A. R. – Leone, F. – Cheli, F. – Chiofalo, V. (2017):* Fusion of electronic nose, electronic tongue and computer vision for animal source food authentication and quality assessment – A review. *J. Food Eng.*, 210. 62–75.
- Fulgueira, C. – Amigot, S. – Gaggiotti, M. – Romero, L. – Basílico, J. (2007):* Forage quality: Techniques for testing. *Fresh Produce*, 1. 121–131.
- Gardener, J. W. – Philip, N. B. (1994):* A brief history of electronic noses. *Sensors and Actuators B*, 18. 211–220.
- Jiang, H. – Chen, Q. (2014):* Development of electronic nose and near infrared spectroscopy analysis techniques to monitor the critical time in SSF process of feed protein. *Sensors*, 14. 19441–19456.
- Keady, T. W. J. – Marley, C. M. – Scollan, N. D. (2012):* Grass and Alternative Forage Silages for Beef Cattle and Sheep: Effects on Animal Performance. In: *Proceedings XVI International Silage Conference*. Ed.: Kuoppala, K., Rinne, M., Vanhatalo, A.; MTT Agrifood Research Finland and University of Helsinki Press, Helsinki, Finland, 152–165.
- Kung, L. – Shaver, R. D. – Grant, R. J. – Schmidt, R. J. (2018):* Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *J. Dairy Sci.*, 101. 4020–4033.
- Lehel, L. – Orosz, S. – Tóthné Polner, A. – Sümeghy, L. – Hajda, Z. – Sipiczki, B. – Várhegyi, J. – Fébel, H. (2011):* The rye grass silage apparent digestibility, rumen protein degradability, content of metabolizable protein and net energy. *Animal welfare etiology and health*. *AWETH*, 7. 149 -157.
- Magan, N. – Evans, P. (2000):* Volatiles as an indicator of fungal activity and differentiation between species, and the potential use of electronic nose technology for early detection of grain spoilage. *J. Stored Prod. Res.*, 36. 319–340.
- Næs, T. – Isaksson, T. – Fearn, T. – Davies, T. (2002):* *Multivariate Calibration and Classification*. NIR Publications, Chichester, UK, 344.
- Orosz, Sz. (2009):* A szilázsfüvek új generációja: az „édes füvek”. *Takarmányozás*, 12. 4-10.
- Orosz, Sz. – Horváthné, K. B. – Kruppa, J. – Kruppa, J. – Iván, F. – Hoffmann, R. (2017):* Húshasznú tehének, növendék- és hízó marhák hazai tömegtakarmány-ellátása a klímaváltozás tükrében. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 66. 365-382.

- Reynolds, S. G. – Frame, J. (2006): Grasslands: developments, opportunities, perspectives. CRC Press, FL, USA, 539.
- Schmidt, J. (2001): Korszerű módszerek a zöldlucerna erjesztéses tartósítására. Takarmányozás, 4, 12-16.
- Schmidt, J. – Szakács, Gy. – Cenkvári, É. – Sipőcz, J. – Urbánszky, K. – Tengerdy, R. P. (2001): Enzyme assisted ensiling of alfalfa with enzymes by solid substrate fermentation. Biores. Technol. 76. 207-212.
- Schroeder, J. W. (2004): Forage nutrition for ruminants. North Dakota State University. USA, 15.
- Szűcsné, P. J. – Avasi, Z. – Kovács, T. (2005): Biológiai tartósítószer hatása a lucerna erjedésdinamikájára és a szenázs aerob stabilitására. Holstein Magazin, 26-28.

Érkezett: 2020. október

Szerzők címe: Yakubu H. G. – Bázár Gy. – Radó-Nyiczky É.  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani  
Intézet, Élettani és Állategészségügyi Tanszék

Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Physiology  
and Animal Nutrition, Department of Physiology and Animal Health  
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.  
bazar@agrilib.hu

Orosz Sz.  
Állattenyésztési Teljesítményvizsgáló Kft.  
Livestock Performance Testing Ltd.  
H-2100 Gödöllő, Dózsa György út. 58.

Tóth T.  
Adexgo Kft.  
H-8230 Balatonfüred, Lapostelki út 13.  
Széchenyi István Egyetem, Agrár és Élelmiszeripari Kutató Központ  
Széchenyi István University, Agricultural and Food Research Centre  
H-9026 Győr, Egyetem tér 1.

## DRENCS KÉSZÍTMÉNYEK ALKALMAZÁSÁNAK HATÁSA A BENDŐFERMENTÁCIÓ ALAKULÁSÁRA TEHENEKNÉL

TÓTHI RÓBERT – KACSALA LÁSZLÓ – PÓSA ROLAND – HÚTH BALÁZS – VIDA SÁNDOR  
– KOMLÓSI BALÁZS – TÓTH TAMÁS

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők a modellvizsgálatban, rostforrásokban gazdag takarmányozási körülmények mellett, három, bendőkanüllel ellátott nem termelő Holstein-fríz tehénnel, több komponensű (kalcium-propionát, nátrium-hidrogénkarbonát, vitaminok, aminosavak, élesztő) drencs készítmény alacsony (500 g/tehen/nap) és nagy dózisu (1000 g/tehen/nap) alkalmazásának hatását értékelték a bendőfermentáció néhány paraméterére. Az alkalmazott drencs készítményeket langyos vízben feloldva közvetlenül a kanülon keresztül a bendőbe juttatták, míg a kontroll kezelés során csak langyos vizet alkalmaztak. Naponta három alkalommal, közvetlenül a reggeli etetés előtt, majd utána 3 és 6 órával a bendőkanülon át kb. 150 ml mintát vettek a bendőfolyadékából, majd mérték annak pH-ját, továbbá illózsírsav- és ammóniakoncentrációját. A bendőfermentációs vizsgálatok során tesztelt alacsony és nagy dózisu készítmény hatására az etetést követő 3 és 6 órával vett bendőfolyadék-mintákban a kontroll kezeléshez viszonyítva a bendőfolyadék pH-ja szignifikánsan nőtt ( $p < 0,05$ ), az ammónia koncentráció szignifikáns mértékben csökkent ( $p < 0,05$ ). A nagy dózisu kiegészítés az etetést követően a kontroll és az alacsony dózisu kezelésekhöz képest szignifikánsan növelte a bendőfolyadék ecetsav moláris arányát ( $p < 0,05$ ). Ezzel ellentétben, a kontrollhoz viszonyítva az etetést követően a drencs készítmények szignifikáns mértékben ( $p < 0,05$ ) csökkentették a propionsav és a vajsav moláris arányát. A szerzők szerint a drencs készítményekkel végzett vizsgálatokat célszerű lenne az ellés körüli időszakban alkalmazni, abrakban gazdag takarmányozás mellett is elvégezni.

### SUMMARY

*Tóthi, R. – Kacsala, L. – Pósa, R. – Húth, B. – Vida, S. – Komlósi, B. – Tóth, T.: EFFECTS OF DRENCH SUPPLEMENTATION ON RUMEN FERMENTATION OF COWS*

In the model experiment three non-lactating, rumen cannulated Holstein Frisian cows in fibre-rich diets were used to study the effect of a drench supplement (incl. Ca-propionate, sodium-bicarbonate, vitamins, amino acids, yeast-*Saccharomyces cerevisiae*) with low (500 g/cow/day) and high doses (1000 g/cow/day) on some parameters of rumen fermentation. During the experimental phases, the drench supplements were dissolved in warm water and drenched via the rumen cannula, while only warm water was used during the control treatment. Three times a day, just before the morning feeding, and then 3 and 6 hours after that, about 150 ml of rumen fluid was collected via rumen cannula and pH, volatile fatty acid and ammonia concentrations were measured. The low and high dose drench supplements in the samples taken 3 and 6 hours after feeding, increased the pH of the rumen fluid significantly ( $p < 0.05$ ) compared to control treatment and reduced the ammonia concentration ( $p < 0.05$ ). High-dose drench supplement significantly increased the molar proportions of acetic acid in the rumen fluid compared to control and low-dose drench treatments after feeding ( $p < 0.05$ ). In contrast, after feeding, the drench supplements significantly reduced the molar proportions of propionic acid and butyric acid compared to the control ( $p < 0.05$ ). The results of the rumen fermentation study should be evaluated under operating conditions in addition to the concentrate rich feeding in postpartum period.

## BEVEZETÉS

Az ellés körüli, vagy tranzíciós időszak, amely az előkészítő és a fogadó szakaszt foglalja magában, a tejelő tehen termelési ciklusában a legtöbb kihívással együtt járó periódus (Grummer, 1995). Ezen időszak alatt a tehenek jelentős hányada szenved egy, vagy akár több klinikai, vagy szubklinikai anyagforgalmi problémától. Ez túl korai laktációs csúcshoz, gyenge perzisztenciához és akár későbbi termékenyítéshez is vezethet (Ingvarsen, 2006). Az ellést megelőző 17 napban a tehenek szárazanyag-felvétele mintegy 28%-kal csökken (Bertics és mtsai, 1992), ami az ellés előtt két nappal 40% is lehet elsősorban a magzat gyors növekedése, valamint hormonális és egyéb élettani tényezők változása miatt (Vazquez-Anon és mtsai, 1994). A vemhesség utolsó napjaiban a tehenek szárazanyag-felvétele a testsúlyuknak már csak egy százaléka. Mindemellett az állatok energia- és fehérjeigénye fokozódik, főleg a vehem növekedése miatt, így ez a fokozott energia- és táplálóanyag igény már ellés előtt beindítja a zsírmobilizációt. A vérplazma inzulin-koncentrációja folyamatosan csökken, míg a vérplazma szabadzsírsav-koncentrációja (amely a testzsír mobilizációjából származik) fokozatosan emelkedik, főleg az utolsó három napban (Robinson és Garrett, 1999). Ebből következően már az ellés előtt negatív energiamérleg alakul ki, melynek mértéke változó lehet. Az ellés előtt közvetlenül, valamint az ellés során a tehen nem vesz fel takarmányt és nem iszik akár 8 órán keresztül, ugyanakkor hozzávetőleg 50 liter vizet és elektrolitokat is veszít.

A helyes takarmányozási menedzsment kialakításán túl azok a takarmánykiegészítők, amelyek közvetlenül az ellést követően könnyen felhasználható energiaforrást vagy táplálóanyagokat nyújtanak a tehenek számára, lehetőséget teremtenek az önkéntes takarmányfelvétel növelésére, a bendőműködés serkentésére, a negatív energiamérleg és a táplálóanyag-hiány enyhítésére, a megfelelő méhinvolúció és a perzisztencia javítására, valamint az anyagcsereforgalmi betegségek kialakulásának mérséklésére. E tekintetben a glükoneogenezist serkentő prekursorok (propilén-glikol, Na- és a Ca-propionát, glicerin) és a metil donorok (metionin, kolin, folsav) a leginkább tanulmányozott, specifikus táplálóanyagok (DeFrain és mtsai, 2005; McFadden és mtsai, 2010; Lomander és mtsai, 2012; Kass és mtsai, 2013; White és mtsai, 2016; Arshad és mtsai, 2020; Capel és mtsai, 2021; El-Kasrawy és mtsai, 2020; Jackson és mtsai, 2020; Kupczynski és mtsai, 2020; Zhang és mtsai, 2020).

A magyarországi gyakorlatban, az utóbbi években, elterjedten használnak közvetlenül az ellés után, valamint a laktáció első szakasza alatt szilárd és folyékony drencs készítményeket, elsősorban a szárazanyag-felvétel fokozására, az elektrolit-veszteség pótlására és az energiahiány mérséklésére (Tóth, 2014; Lénárt és mtsai, 2018a). Ezek a kereskedelmi forgalomban kapható drencs készítmények, amelyeket langyos vízben oldva, egy szondán keresztül, az állatok bendőjébe juttatnak, több komponensűek. Glükóz prekuzort, metil donort, valamint a bendőmikrobák számára könnyen fermentálható energiaforrást (pl. egyszerű cukrok) és a mikrobiális működést segítő egyéb adalék- és ásványianyagokat (pl. élesztő, Mg-szulfát, K-klorid, retard pufferanyagok) is tartalmaznak. Míg a főbb glükóz prekuzoroknak a bendőfermentációra gyakorolt hatása (a bendőfolyadék pH-jának csökkenése, megnövekedett illózsírsav termelődés és változatlan ammónia

koncentráció mellett) a szakirodalomból ismert (*Christensen és mtsai, 1997; Nielsen és Ingvarsen, 2004*), addig a több összetevőből álló drencs készítményeknek közvetlenül a bendőfermentációra kifejtett hatására vonatkozóan kevés releváns szakirodalmi adat áll rendelkezésre. Modell kísérletünkben ezért több komponensű drencs készítmény alkalmazásának hatását vizsgáltuk a bendőfermentáció néhány paraméterére (pH, ammónia- és az illózsírsavak koncentrációja) vonatkozóan.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus, Tan- és Kísérleti üzemének fészkerlaki 100 férőhelyes szarvasmarha telepén végeztük, három, a kísérletet megelőzően bendőkanüllel ellátott (Állatkísérlet engedély száma: SOI/31/01044 – 3/2017) nem termelő, Holstein-fríz tehénnel. Az életfenntartó szükségletnek megfelelő napi takarmányadagot *NRC (2001)* két részletben (reggel 7 és délután 13.30 órakor) etettük meg a tehennel (*1. táblázat*). A kísérlet alatt az állatok az ivóvízhez és a nyalósóhoz korlátozás nélkül hozzáfértek.

A vizsgálati szakaszokban a következő kezeléseket alkalmaztuk: kontroll (drencselés nélkül, K), alacsony dózisú drencs készítmény (500 g/tehen/nap, A-kezelés), nagy dózisú drencs készítmény (1000 g/tehen/nap, B-kezelés). Az alkalmazott drencs készítményeket reggel 7 órakor közvetlenül az etetés előtt 2-3 liter langyos vízben ( $36 \pm 1^\circ\text{C}$ ) feloldottuk és a kanülon keresztül a bendőbe juttattuk, míg a kontroll kezelés során csak langyos vizet (3 liter) alkalmaztunk, kiegészítés nélkül (*2. táblázat*). A drencs készítmény komponenseit a *3. táblázatban* adtuk meg. A kísérleti kiegészítő takarmányokat az ADEXGO Kft. (Balatonfüred) biztosította.

A napi takarmányadagot a mintavételezés során a drencs alkalmazását követően osztottuk ki az állatoknak. Kísérleti szakaszonként (K, A-kezelés és B-kezelés) 12 napos előetetés és 3 nap mintavételezés, majd ismét 7 nap előetetés és újabb 3 nap mintavételezés történt.

A vizsgálati szakaszok során naponta három alkalommal (közvetlenül a reggeli drencselés előtt, majd az etetést követően 3 és 6 óra elteltével) a kanülon át speciális mintavevő eszközzel (Bar-Diamond Inc., Parma, Idaho, USA) kb. 150 ml bendőfolyadékot gyűjtöttünk. A laboratóriumi vizsgálat során a bendőfolyadék kémhatását Metrohm 744 típusú (Metrohm AG, Herisau, Svájc) digitális pH-mérővel mértük. Az ammóniatartalom meghatározásához Orion 4 Star pH és iontartalom mérő készüléket használtunk, ammóniaszelektív elektróddal (Thermo Scientific, Beverly, USA). A rövid szénláncú zsírsavakat (ecetsav, propionsav, i- és n-vajsav, i- és n-valeriánsav) gázkromatográfiás vizsgálattal határoztuk meg. Az első lépésben a mintákat centrifugáltuk 10 percig 6000 fordulat/perc sebességen. Ezt követően a felülúszókból 0,5 ml-t mértünk 0,5 ml 85%-os orto-foszforsavat tartalmazó 10 ml-es mérőlombikokba, majd a mérőlombikokat ultra tiszta vízzel jelre töltöttük. A lombikok tartalmából 1,7 ml-t 4 ml-es, csavaros tetejű fiolákba mértünk és ehhez 2 ml dietil-étert adtunk. Az üveg tartalmát kézzel, 40 másodpercig ráztuk, majd a felső, éteres fázisból megfelelő mennyiséget 1,5 ml-es, szeptumos üvegbe mértünk. Az éteres fázis rövid szénláncú zsírsav tartalmát GC-FID készülékkel, 5 pontos standardsorral szemben mértük. A méréshez Shimadzu gyártmányú GC-2010 gázkromatográfot használtunk lángionizációs detektorral. Az injektor hőmérséklete: 160 °C, injektálási mód: Split. Split arány: 20. Injektált térfogat: 3  $\mu\text{l}$ .

**A kísérlet során etetett takarmányadag komponensei, számított energiatartalma és vizsgált kémiai összetétele**

Tétel (1)	
<i>A takarmányadag komponensei, kg/nap (2)</i>	
Réti széna (3)	10,0
Búzaszalma (4)	1,0
Tejelő abrakkeverék <sup>1</sup> (5)	0,5
<i>Kémiai összetétel, g/kg szárazanyag (6)</i>	
Nyersfehérje (7)	116,0
Nyerszsír (8)	29,2
Nyersrost (9)	298
Neutrális detergens rost (10)	592
Savdetergens rost (11)	365
Keményítő (12)	36,5
Cukor (13)	45,7
Nyershamu (14)	76,6
NE <sub>l</sub> , MJ/kg szárazanyag <sup>2</sup> (15)	5,47

<sup>1</sup>Vitafort Zrt., Dabas ("533-614", szárazanyag: 88,00%; nyersfehérje: 16,00%; NE, MJ/kg: 6,74; nyersrost: 5,00%; nyerszsír: 2,90%; hamu: 8,30%; keményítő tartalom: 42,71%, cukor (összes): 2,34%, Ca: 1,71%, P: 0,57%, Na: 0,66%, Mg: 0,37%, A-vitamin: 22.800 NE/kg, D-vitamin: 4.500 NE/kg, E-vitamin: 128 mg/kg)

<sup>2</sup>számított érték

<sup>1</sup>Vitafort Co., Dabas ("533-614", dry matter: 88.00%, crude protein: 16.00%, NE, MJ kg<sup>-1</sup>: 6.74, crude fibre: 5.00%, ether extract: 2.90%, ash: 8.30%, starch: 42.71%, sugar: 2.34%, calcium: 1.71%, phosphorus: 0.57%, sodium: 0.66%, magnesium: 0.37%, vitamin A: 22,800 NE kg<sup>-1</sup>, vitamin D: 4,500 NE kg<sup>-1</sup>, vitamin E: 128 mg kg<sup>-1</sup>)

<sup>2</sup>calculated value

Table 1. Ration ingredients, calculated energy content and analysed nutrient composition of the diet

item (1); ingredient composition, kg/nap (2); meadow hay (3); wheat straw (4); concentrate for dairy cows (5); chemical composition, g/kg of DM (6); crude protein (7); ether extract (8); crude fibre (9); neutral detergent fibre (10); acid detergent fibre (11); starch (12); sugar (13); ash (14); net energy for lactation MJ kg<sup>-1</sup> DM (15)

Vivőgáz típusa: hélium (5.0-s tisztaságú). Fejnyomás: 75 kPa. Lineáris sebesség: 43,3 cm/sec. Oszlop típusa és adatai (hossz, belső átmérő, filmvastagság): Varian FFAP-CB (25 m, 0,32 mm, 0,3 μm). Hőfok program: 70 °C (0 percig), 10 °C/perc emelés 150 °C-ig. Detektor hőmérséklete: 220 °C.

A heti rendszerességgel gyűjtöttünk takarmánymintákat és meghatároztuk azok szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost-, neutrális detergens rost-, savdetergens rost-, hamu-, keményítő- és cukortartalmát a Magyar Takarmányködében (2004) javasolt módszerekkel.



2. táblázat

**A kísérletben alkalmazott kezelések**

	Drench készítmény (1)	Előzetési szakasz (2)	Mintagyűjtési szakasz (3)	Előzetési szakasz (2)	Mintagyűjtési szakasz (3)
Kezelés (4)		<i>nap (5)</i>			
Kontroll (6)	-	12	3	7	3
A (kísérleti) (7)	500 g				
B (kísérleti) (8)	1000 g				

Table 2. Trial design

drench (feed supplements) (1); adaptation period (2); experimental period (3); treatment (4); day (5); control (6); A (experimental) (7); B (experimental) (8)

3. táblázat

**A kísérleti drench készítmény komponensei**

Komponensek (1)	
Alapkomponensek (2)	kalcium-propionát (3), dextróz (4), tejsavó permeátum (5) maltodextrin (6), tejsavó-fehérje koncentrátum (7), NaCl (8), nátrium-hidrogénkarbonát (9), kukorica-keményítő (10), zselatin (11), szacharóz (12)
Vitaminok (13)	E vitamin (5 000 mg/kg) (14), β-karotin (500 mg/kg) (15) niacin (5 000 mg/kg) (16), biotin (4 mg/kg) (17)
Aminosavak (18)	L-lizin-HCl (60 000 mg/kg) (19), DL-metionin (20 000 mg/kg) (20)
Antioxidánsok (21)	aszkorbil-palmitát (22)
Csomósodást gátló adalékanyag (23)	szilícium-dioxid (24)
Bélfóra stabilizáló (25)	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (15×10 <sup>6</sup> CFU/g) (26)
Aromaanyag (27)	aromaanyagok keveréke (28)

Table 3. Ingredient of the experimental drenches

ingredients (1); main components (2); Ca-propionate (3); dextrose (4); permeate (5); maltodextrin (6); milk protein concentrate (7); sodium-chloride (8); sodium-bicarbonate (9); maize starch (10); gelatine (11); saccharose (12); vitamins (13); vitamin E (14); beta-carotene (15); niacin (16); biotin (17); amino acids (18); L-lysine-HCL (19); DL-methionine (20); antioxidants (21); ascorbyl palmitate (22); anti-caking agent (23); silicon-dioxide (24); gut flora stabilizer (25); yeast-*Saccharomyces cerevisiae* (26); aroma (27); aroma mixture (28)

Az eredmények statisztikai értékelését az SPSS 26.0 for Windows programmal (IBM, Armonk, NY) végeztük (Kolmogorov-Smirnov teszt, Levene-teszt, egytényezős varianciaanalízis, nem-paraméteres próbák). A választott szignifikancia szint valamennyi statisztikai elemzés esetében  $p \leq 0,05$  volt.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A kísérletben alkalmazott drenecs készítmény hatása a bendőfolyadék pH-jára, ammónia- és illózsírsav-koncentrációjára (összes illózsírsav, ecetsav, propionsav, i- és n-vajsav, i- és n-valeriánsav) az etetés előtt, az etetés után 3, illetve 6 órával vett mintákban a 4-6. táblázatban látható.

A bendőfolyadék pH értéke a kísérlet során 6,85 és 7,46 között ingadozott. Ez a szubklinikai bendőacidózisra jellemző pH érték (<5,5) felett van (Nocek, 1997) és elsősorban a szalastakarmányokban gazdag takarmányadagnak köszönhetően, magasabb, mint a pH 6,8-as referenciaérték (Hofirek és Haas, 2001). A kontroll szakaszban a bendőfolyadék minták pH értéke az etetés után 3 órával 7,30-ról 6,85-re csökkent az intenzív illózsírsav termelődés miatt (Nielsen és Ingvarsen, 2004), majd az etetés után 6 órával emelkedett és neutrális közeli tartományban maradt. Az A-kezelés során a nátrium-hidrogénkarbonátot is tartalmazó drenecs készítmény hatására a reggeli etetés előtt, a kontrollhoz képest a pH növekedett, majd az etetést követő 3. órában a pH csökkenés mérsékeltebbé vált. A nátrium-hidrogénkarbonátnak a bendőfolyadék pH növekedésére gyakorolt szignifikáns hatását más bendőfermentációs modellvizsgálatokban is igazolták (Mao és mtsai, 2016).

4. táblázat

**A bendőfolyadék paramétereinek változása az etetés előtt vett mintákban**

Paraméter (1)	Kezelés (2)			SEM
	Kontroll (3)	A	B	
pH	7,30 <sup>b</sup>	7,38 <sup>ab</sup>	7,46 <sup>a</sup>	0,12
Ammónia, mg/l (4)	65,4 <sup>a</sup>	29,4 <sup>bc</sup>	18,9 <sup>c</sup>	10,71
Összes illózsírsav, mmol/l (5)	94,2 <sup>b</sup>	61,4 <sup>c</sup>	117,6 <sup>a</sup>	11,45
Ecetsav, % (6)	72,6 <sup>b</sup>	66,9 <sup>c</sup>	77,6 <sup>a</sup>	0,56
Propionsav, % (7)	17,2 <sup>b</sup>	20,9 <sup>a</sup>	15,1 <sup>c</sup>	0,30
Vajsav, % (8)	8,8 <sup>b</sup>	11,4 <sup>a</sup>	7,2 <sup>c</sup>	0,05
Izovajsav, % (9)	0,45 <sup>a</sup>	0,56 <sup>a</sup>	0,03 <sup>b</sup>	0,23
Valeriánsav, % (10)	0,33	nd	nd	0,02
Izovaleriánsav, % (11)	0,53 <sup>a</sup>	0,21 <sup>b</sup>	0,03 <sup>c</sup>	0,04

Kontroll (3)=drencs kiegészítés nélkül/control, without drench supplementation

A=drencs (500 g/tehén/nap)/drench (500 g/cow/d)

B=drencs (1000 g/tehén/nap)/drench (1000 g/cow/d)

<sup>abc</sup>Vízszintes sorokon belül a különböző betűvel jelzett értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ( $p < 0,05$ )

<sup>abc</sup>Means with different superscripts on the same row are different ( $p < 0,05$ )

SEM=standard error of mean; nd = nem detektálható/not detectable

Table 4. Rumen fermentation parameters before feeding

item (1); treatment (2); control (3); ammonium, mg/L (4); total volatile fatty acids, mmol/L (5); acetic acid, % (6); propionic acid, % (7); n-butyric acid, % (8); i-butyric-acid, % (9); n-valeric acid, % (10); i-valeric acid, % (11);

A vizsgálatban alkalmazott drencs készítményekben nemcsak a nátrium-hidrogénkarbonátnak lehet kedvező hatása a bendőfolyadék pH-jára, hanem az élesztőnek (*Saccharomyces cerevisiae*) is. *Thrune és mtsai* (2009) Holstein-fríz fajtájú bendőkanüllel ellátott tehennel végzett vizsgálatukban naponta és egyedenként 0,5 g *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell SC20, Lallemand Animal Nutrition) etetés hatására a bendőfolyadék pH-érték szignifikáns ( $p < 0,05$ ) növekedését tapasztalták a kezeletlen, kontrollhoz képest. Vannak más olyan kutatások is, amelyek leírták, hogy az élesztő növelheti a bendőfolyadék pH-ját, illetve stabilizálhatja azt (*Miller-Webster és mtsai*, 2002; *Jouany*, 2006). Ezzel ellentétben, más vizsgálatokban a szárított élesztő kiegészítés nem volt hatással a bendőfolyadék kémhatására (*Erasmus és mtsai*, 2005). Az etetést követő 6. órára A-kezelés esetében a bendőfolyadék pH-szintje kiegyenlítettebbé vált, mint a kontrollnál. A drencs készítmény mennyiségét B-kezelés során 500 g-ról 1000 g-ra növeltük, így valószínűleg a nagyobb mennyiségű nátrium-hidrogénkarbonát és élesztő hatására, a közvetlenül az etetés előtt vett mintákban, a nagyobb dóziszú drencs kiegészítésben részesült állatok esetében, a bendőfolyadék pH-ja szignifikánsan nagyobb volt a kontrollhoz képest ( $p < 0,05$ ). A csökkenés 3, majd 6 órával az etetés után a kontrollhoz képest mérsékeltebb marad, akár csak az A-kezelés során. A kapott adatok alapján, *Lénárt és mtsai* (2018b) következtetéseivel egyetértve lehetséges, hogy a drencs-készítmény élesztőtartalma a kezelés után képes rövid időre stabilizálni a reticuloruminalis pH-t.

5. táblázat

**A bendőfolyadék paramétereinek változása az etetés után 3 órával vett mintákban**

Paraméter (1)	Kezelés (2)			SEM
	Kontroll (3)	A	B	
pH	6,85 <sup>b</sup>	7,14 <sup>a</sup>	7,11 <sup>a</sup>	0,11
Ammónia, mg/l (4)	116,3 <sup>a</sup>	30,6 <sup>b</sup>	14,7 <sup>b</sup>	12,72
Összes illószírsav, mmol/l (5)	124,1 <sup>b</sup>	74,0 <sup>c</sup>	142,3 <sup>a</sup>	14,46
Ecetsav, % (6)	60,2 <sup>c</sup>	65,4 <sup>b</sup>	73,7 <sup>a</sup>	0,69
Propionsav, % (7)	25,9 <sup>a</sup>	21,3 <sup>b</sup>	16,8 <sup>c</sup>	0,44
Vajsav, % (8)	12,8 <sup>a</sup>	13,1 <sup>a</sup>	9,4 <sup>b</sup>	0,25
Izovajsav, % (9)	0,14	0,13	nd	0,01
Valeriánsav, % (10)	0,74	nd	nd	0,04
Izovaleriánsav, % (11)	0,15	nd	nd	0,01

Kontroll (3)=drencs kiegészítés nélkül/control, without drench supplementation

A=drencs (500 g/tehén/nap)/drench (500 g/cow/d)

B=drencs (1000 g/tehén/nap)/drench (1000 g/cow/d)

<sup>abc</sup>Vízszintes sorokon belül a különböző betűvel jelzett értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ( $p < 0,05$ )

<sup>abc</sup>Means with different superscripts on the same row are different ( $p < 0.05$ )

SEM=standard error of mean; nd = nem detektálható/not detectable

Table 5. Rumen fermentation parameters after 3 hours feeding (1)-(11) as in Table 4

A bendőben keletkező ammónia az aminosavakból és a különböző NPN (nem-fehérje nitrogén) anyagok bendőbeli mikrobiális lebontásából származhat. Kísérletünkben a bendőmikrobák által termelt ammónia mennyisége, a kontroll minták esetében, az etetés után 3 órával hirtelen megnövekedett 65,4 mg/l-ről 116,3 mg/l-re, majd a 6 órás mintában jelentősen lecsökkent 44,8 mg/l-re. A drenchselés hatására kisebb ammóniakoncentrációt mértünk a bendőfolyadékban, az etetés előtti és az etetés utáni 3 és 6 órás mintákban egyaránt. A bendőfolyadék ammóniatartalma a 3 órás kontroll mintákban 116,3 mg/l volt, míg a B-kezelés hatására 14,7 mg/l-re csökkent ( $p < 0,05$ ). Az etetést követően 6 órával vett mintákban a kontroll esetében az ammóniatartalom 44,8 mg/l volt, ugyanakkor az A-kezelés során 9,0 mg/l-re, a B-kezelésben 5,6 mg/l-re csökkent, ami jelentős különbségnek tekinthető ( $p < 0,05$ ). A szakirodalom szerint a bendőbeli átlagos ammóniakoncentráció alacsonyabb értéket mutat élesztő etetését követően (Harrison és mtsai, 1988; Erasmus és mtsai, 1992), amit a szerzők azzal magyaráznak, hogy a serkentett mikrobaaktivitás közvetlen hatásaként megnő az ammónia felhasználás és az ammónia mikrobiális fehérjébe való beépítése (Williams és Newbold, 1990). A mikrobafehérje szintézishez szükséges ammónia mennyiséget illetően igen különböző adatok találhatóak az irodalomban. Tamminga (1980) szerint legalább 60 mg/l ammónia szükséges a bendőfolyadékban a mikrobafehérje szintézishez, mivel az alacsony ammónia-szint esetében az obligát ammóniahasznosító baktériumok (pl. cellulózbontók) növekedése kisebb, ami a szénhidrátbontás és a takarmányfelvétel csökkenését idézheti elő.

A szerves anyagok fermentációja során keletkező illózsírsavak koncentrációja a bendőben elsősorban a mikrobák szaporodásától és anyagcsere intenzitásától függ, melyekre jelentős hatással van a bendőfolyadék kémhatása, amit – többek között – a drencs készítmény összetevői közül a bendőpuffer (nátrium-hidrogén-karbonát) és az élesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) is befolyásolhat.

Az A-kezelés hatására az összes illózsírsav mennyisége szignifikánsan ( $p < 0,05$ ) alacsonyabb értéket mutatott a kontroll mintákhoz viszonyítva, mind az etetés előtti mintákban, mind az etetés után 3 órával és az etetés után 6 órával is, míg B-kezelés esetében ez a paraméter minden mintavételi időpontban szignifikánsan ( $p < 0,05$ ) nagyobb volt, mint a kontroll, vagy az A-kezelés esetében. Növekvő mennyiségű élesztőt (*Saccharomyces cerevisiae*, strain 47) etetve Dolezal és mtsai (2005) szintén a bendőfolyadék összes illózsírsav tartalmának növekedéséről számoltak be. A drencs kiegészítésben részesülő tehenek bendőfolyadék mintáinak összes illózsírsav tartalma az etetést követő 3 és 6 óra időpontban alig változott, vagyis a mikrobiális aktivitás kiegyensúlyozottabb volt, mint a kontrollnál.

Az ecetsav a bendőben a legnagyobb mennyiségben képződő illózsírsav. A gyakorlatban a szárazonállás időszaka alatt a tehenek rendszerint olyan takarmányadagot fogyasztanak, amely alapvetően tömegtakarmányokból áll, következésképp rosttartalma (nyersrost, NDF-, ADF-frakció) nagyobb, mint a tranzíciós időszakban (előkészítő és fogadó csoport), illetve a laktáció első szakaszában etetett adagnak. Így a szárazonállás időtartama alatt a bendő mikrobaflórája adaptálódik a kevés keményítőt és cukorszerű szénhidrátokat tartalmazó adaghoz. Ennek következtében főleg a rostbontó (cellulolitikus) baktériumok szaporodnak el és ecetsavat termelnek. A baktériumpopulációban a keményítőt bontó (amilolitikus) baktériumok száma kevés. Mivel az amilolitikus baktériumok tejsavat is termelnek,

a számuk csökkenésével azoknak a baktériumoknak a száma is csökken, amelyek a tejsavat képesek hasznosítani (Goff, 1999). Vizsgálatunkban az etetést követően 3 órával vett bendőfolyadék mintákban az ecetsav moláris aránya a drencs kiegészítés hatására szignifikáns mértékben növekedett ( $p < 0,05$ ) a kontrollhoz képest. Az A-kezelés esetén, azaz az alacsonyabb részarányú (500 g drencs/tehén/nap) kiegészítés következtében az ecetsavtermelés az etetést követően 3 órával szignifikánsan alacsonyabb volt a B-kezeléshez viszonyítva. A B-kezelés esetén az etetés után 6 órával az ecetsav tartalom a kontrollhoz képest szignifikánsan növekedett. A bendőfolyadék ecetsav moláris aránya az etetés után 6 órával 65,1% volt a kontroll szakaszban, míg a nagyobb részarányú (1000 g drencs/tehén/nap) kiegészítés következtében 74,6% volt ( $p < 0,05$ ).

Az ecetsavval ellentétben a bendőfolyadék propionsav moláris aránya az etetés előtt vett mintákban a kontroll szakaszhoz képest, az A-kezelés hatására szignifikánsan növekedett, míg a nagy részarányú drencs kiegészítés hatására szignifikáns csökkenést tapasztaltunk ( $p < 0,05$ ). Az etetés után 3 órával vett bendőfolyadék mintákban a kontroll szakaszhoz képest az alkalmazott drencs kiegészítések statisztikailag igazolhatóan csökkentették a propionsav moláris arányát ( $p < 0,05$ ). Az etetés után 6 órával vett mintákban a B-kezelés eredményezett a kontrollhoz képest szignifikánsan alacsonyabb értékeket.

A ketogén hatású vajsav moláris aránya az etetés előtt vett mintákban a kontroll szakaszhoz képest, az A-kezelés hatására szignifikánsan növekedett, míg a nagy részarányú drencs kiegészítés hatására szignifikáns csökkenést tapasztaltunk ( $p < 0,05$ ). Az etetés után 6 órával is szignifikánsan alacsonyabb maradt a vajsav moláris aránya a B-kezelésben, a kontroll minta átlagértékéhez viszonyítva. A bendőfolyadék vajsavtartalmának csökkenése a nagyobb részarányú (1000 g drencs/tehén/nap) kiegészítés következtében kedvező folyamatként értékelhető, hiszen a vajsav a bendő falában  $\beta$ -hidroxi-vajsavvá (BHB) alakul, amely anyagról ismert, hogy ketonanyag és hozzájárulhat a ketózis kialakulásához (Sun és mtsai, 2017). Pechová és Necasová (2018) szerint a vajsav-eredetű ketózis leginkább akkor fordul elő, ha az etetett takarmányadagban nagyobb a vajsav mennyisége, vagy amennyiben a napi takarmányfelvétel visszaesik. A nagyobb vajsav koncentráció leginkább az etetett tartósított tömegtakarmányoknál a nedves szilázsokban (<30% szárazanyag-tartalom), a nem stabil szilázsokban (>pH 4,8) illetve földszennyeződés (>11% hamutartalom) és megnövekedett vajsav-termelő klosztridiumfajok jelenléte esetén fordulhat elő. Említett szerzők vizsgálatukban a bendőben képződő vajsav és a vérplazma BHB-koncentrációja között szignifikáns korrelációt állapítottak meg, amit a ketózissal diagnosztizált teheneknél (a más kórfejlődés és az egyéb anyagforgalmi problémák, pl. szubakut-bendőacidózis jelenléte miatt) már nem igazoltak.

Ismert tény, hogy a bendőben lévő mikrobapopuláció hatására képződő rövid szénláncú illózsírsavak, SCFA (<C6) a kérődző állatok legfontosabb energiaforrásai. Az egyes illózsírsavak koncentrációja jelentős mértékben függ az etetett adag és a mikrobapopuláció összetételétől, a strukturális és nem strukturális szénhidrátok egymáshoz viszonyított arányától, a bendőben uralkodó egyéb tényezőktől (pl. pH, hőmérséklet stb.). Az egyes illózsírsavak (főleg ecetsav, propionsav és vajsav) koncentrációja és egymáshoz viszonyított aránya különösen fontos, mivel azok a kérődző állatok anyagcsere folyamataiban eltérően hasznosulnak (Morvay és

**A bendőfolyadék paramétereinek változása az etetés után 6 órával vett mintákban**

Paraméter (1)	Kezelés (2)			SEM
	Kontroll (3)	A	B	
pH	6,99 <sup>b</sup>	7,14 <sup>ab</sup>	7,28 <sup>a</sup>	0,15
Ammónia, mg/l (4)	44,8 <sup>a</sup>	9,0 <sup>b</sup>	5,6 <sup>c</sup>	6,98
Összes illózsírsav, mmol/l (5)	109,8 <sup>b</sup>	74,9 <sup>c</sup>	141,7 <sup>a</sup>	11,82
Ecetsav, % (6)	65,1 <sup>b</sup>	66,1 <sup>b</sup>	74,6 <sup>a</sup>	0,55
Propionsav, % (7)	21,2 <sup>a</sup>	20,7 <sup>a</sup>	15,8 <sup>b</sup>	0,31
Vajsav, % (8)	12,9 <sup>a</sup>	13,1 <sup>a</sup>	9,6 <sup>b</sup>	0,27
Izovajsav, % (9)	0,08	0,09	nd	0,11
Valeriánsav, % (10)	0,49	nd	nd	0,03
Izovaleriánsav, % (11)	0,20	nd	nd	0,02

Kontroll (3)=drencs kiegészítés nélkül/control, without drench supplementation

A=drencs (500 g/tehén/nap)/drench (500 g/cow/d)

B=drencs (1000 g/tehén/nap)/drench (1000 g/cow/d)

<sup>abc</sup>Vízszintes sorokon belül a különböző betűvel jelzett értékek szignifikánsan eltérnek egymástól ( $p < 0,05$ )

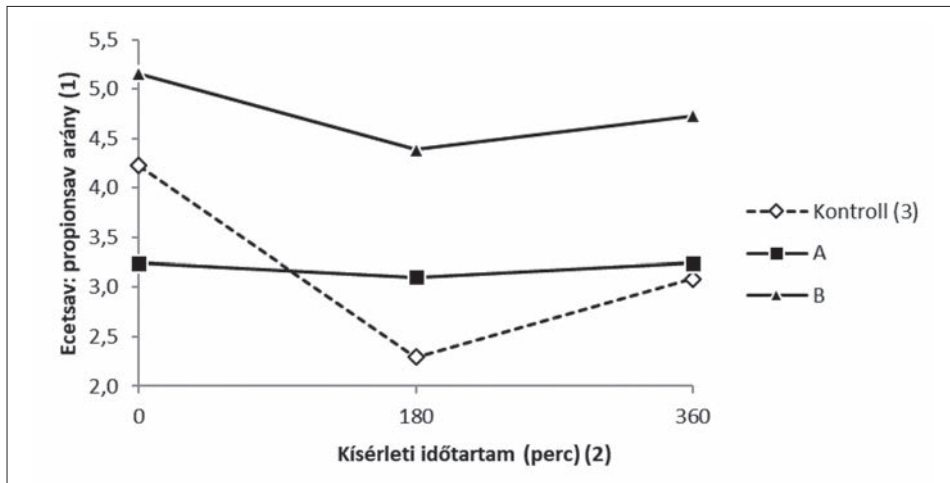
<sup>abc</sup>Means with different superscripts on the same row are different ( $p < 0.05$ )

SEM=standard error of mean; nd = nem detektálható/not detectable

Table 6. Rumen fermentation parameters after 6 hours feeding (1)-(11) as in Table 4

mtsai, 2011). A glükogenikus hatású propionsav (C3) a glükoneogenezis legfontosabb szubsztrátja és így pl. a nagy tejtermelésű tehének glükóz ellátásában alapvető szerepet játszik. A nem-glükogén hatású ecetsav (C2) és vajsav (C4) a hosszú szénláncú zsírsavszintézis fontos vegyületei. Ismert az is, hogy az egyes illózsírsavak részarányának alakulása a bendőben befolyásolja a tejhozamot és a tej összetételét. Így pl. a növekvő ecetsav javítja a tej zsírtartalmát (továbbá számos közepes és hosszú szénláncú zsírsav részarányát a tejben), míg a nagyobb propionsav koncentráció az inzulinszekréció fokozásán keresztül javítja a nagy tejtermelésű tehének szárazanyag-felvételét a laktáció első szakaszában (Allan, 2000). Éppen ezért a kapott adatok alapján számított ecetsav:propionsav (C2:C3) arány további információkat szolgáltat a kezelések anyagcsere folyamatokra gyakorolt esetleges hatásaira vonatkozóan.

Az etetés előtt, majd azt etetést követő 3 és 6 órával vett bendőfolyadék minták ecetsav:propionsav arányának (C2:C3) alakulását az 1. ábrán szemléltetjük. Megállapítható, hogy a kontroll szakaszban az etetés követően a C2:C3 arány 4,2-ről 2,3-ra szűkül, majd 3,1-re nő. Ezzel ellentétben a növekvő drencs kiegészítés a C2:C3 arányt egyértelműen tágítja, és az etetést követően csak kisebb mértékben változtatja meg. Ez azt jelzi, hogy a kísérletünkben alkalmazott, rostban gazdagabb alaptakarmányozás mellett a drencs kiegészítések a bendőbeli propionsavtermelés mértékét csökkentették.

1. ábra Ecetsav:propionsav ( $C_2:C_3$ ) arány

Kontroll (3)=drencs kiegészítés nélkül/control, without drench supplementation

A=drencs1 (500 g/tehén/nap)/drench1 (500 g/cow/d)

B=drencs1 (1000 g/tehén/nap)/drench1 (1000 g/cow/d)

Figure 1. Acetate: propionate ratio ( $C_2:C_3$ )

acetate:propionate ratio (1); time relative to treatment (2); control (3)

## KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

A rostforrásokban gazdag takarmányozási körülmények mellett végzett modelvizsgálatban az alkalmazott drencs-készítmény hatással volt a bendőmikróba populáció tevékenységére, emelt dózisa (naponta és egyenként 500 g-ról 1000 g-ra) szignifikánsan növelte és a drencselést követő 6. óráig stabilan tartotta a bendőfolyadék pH értékét. A fehérjében szegényebb, rostfűs takarmányozásból és az intenzív mikrobiális tevékenységből adódóan szignifikánsan csökkent az ammónia mennyisége, a ketogén anyagok moláris koncentrációja (vajsav, valerián-sav) és növekedett az ecetsavtermelés. A bendőfermentációs vizsgálatban kapott eredményeket célszerű lenne az ellés körüli (tranzíciós) időszakban alkalmazott, abrakban gazdag takarmányozás mellett, üzemi vizsgálatokban is értékelni, pl. a vérplazma béta-hidroxi-vajsav szintjének vizsgálatán keresztül, ez ugyanis az anyagforgalmi zavarok (pl. szubklinikai és klinikai ketózis) megelőzésében nagy jelentőséggel bír. A drencs készítmények bendőfolyadék pH-jára kifejtett pozitív hatását a tranzíciós időszakban szintén érdemes lehet tanulmányozni, mivel a nagyobb adagú abrakvetetés negatív hatásai ekkor fokozottabban jelentkezhetnek.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A modellvizsgálat elvégzésében nyújtott technikai segítségüket köszönjük a MATE Kaposvári Campus munkatársainak (Nagy Gergely, Bukovics Ildikó, Horváth Szabolcs, Rábai Ildikó, Gura Tamás).

Az elvégzett kísérlet a GINOP-2.1.1.-15-2015-00560 projekt támogatásával készült. A projekt Európai Unió támogatásból, a Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program keretében valósult meg.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Allan, M. S. (2000): Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 83. 1598-1624.
- Arshad, U. – Zenobi, M. G. – Staples, C. R. – Santos, J. E. P. (2020): Meta-analysis of the effects of supplemental rumen-protected choline during the transition period on performance and health of parous dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 103. 282-300.
- Bertics, S. J. – Grummer, R. R. – Cadorniga-Valino, C. – Stoddard, E. E. (1992): Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *J. Dairy Sci.*, 75. 1914-1922.
- Brydl, E. (1987): A szarvasmarha anyagforgalmi betegségei és mérgezései, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Capel, M. B. – Bach, K. D. – Mann, S. – McArt, J. A. A. (2021): A randomized controlled trial to evaluate propylene glycol alone or in combination with dextrose as a treatment for hyperketonemia in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 104(2):2185-2194. doi: 10.3168/jds.2020-19111.
- Christensen, J. O. – Grummer, R. R. – Flemming, E. R., - Bertics, S. J. (1997): Effect of method of delivery of propylene glycol on plasma metabolites of feed-restricted cattle. *J. Dairy Sci.*, 80. 563-568.
- DeFrain, J. M. – Hippen, A. R. – Kalscheur, K. F. – Patton, R. S. (2005): Effects of feeding propionate and calcium salts of long-chain fatty acids on transition dairy cow performance. *J. Dairy Sci.*, 88. 983-993.
- Dolezal, P. – Dolezal, J. – Trinacty, J. (2005): The effect of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation in dairy cows. *Czech J. Anim. Sci.*, 50. 503-510.
- El-Kasrawy, N. – Swelum, A. A. - Abdel-Latif, M. A. – Alsenosy A. El-W. – Beder, N. A. – Alkahtani, S. - Abdel-Daim, M. M. - Abd El-Aziz, A. H. (2020): Efficacy of different drenching regimens of gluconeogenic precursors during transition period on body condition score, production, reproductive performance, subclinical ketosis and economics of dairy cows. *Animals*, 10. 937. <https://doi.org/10.3390/ani10060937>.
- Erasmus, L. J. – Botha, P.M. – Kistner, A. (1992): Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 75. 3056-3065.
- Erasmus, L. J. – Robinson, P. H. – Ahmadi, A. – Hinders, R. – Garrett, J. E. (2005): Influence of prepartum and postpartum supplementation of a yeastculture and monensin, or both, on ruminal fermentation and performance of multiparous dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 122. 219-239.
- Goff, J. P. (1999): The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *The Vet. J.*, 176. 50-57.
- Grummer, R. R. (1995): Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *J. Anim. Sci.*, 73. 2820-2833.
- Harrison, G. A. – Hemken, R. W. – Dawson, K. A. – Harmon, R. J. – Barker, K. B. (1988): Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. *J. Dairy Sci.*, 71. 2967-2975.



- Hofirek, B. – Haas, D. (2001): Comparative studies of ruminal fluid collected by oral tube or by puncture of the caudoventral ruminal sac. *Acta Vet. Brno*, 70. 27-33.
- Ingvartsen, K. L. (2006): Feeding- and management-related diseases in the transition cow. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 126. 175-213.
- Jackson, T. D. – Carmichael, R. N. – Deter, E. L. – Messersmith, E. M. – VanValin, K. R. – Loy, D. D. – Hansen, S. L. (2020): Comparison of multiple single-use, pulse-dose trace mineral products provided as injectable, oral drench, oral paste, or bolus on circulating and liver trace mineral concentrations of beef steers. *Appl. Anim. Sci.*, 36. 26-35.
- Jouany, J. P. (2006): Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows. *Anim. Reprod. Sci.*, Special Issue: Nutrition and Fertility in Dairy Cattle, 96. 250-264.
- Kass, M. – Ariko, T. – Samarütel, J. – Ling, K. – Jaakson, H. – Kaart, T. – Arney, D. – Kart, O. – Ots, M. (2013): Long-term oral drenching of crude glycerol to primiparous dairy cows in early lactation. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 184. 58-66.
- Kupczyński, R. – Szumny, A. – Wujcikowska, K. – Pachura, N. (2020): Metabolism, ketosis treatment and milk production after using glycerol in dairy cows: A review. *Animals*, 10. 1379. <https://doi.org/10.3390/ani10081379>.
- Lénárt, L. – Horváth, A. – Szenci, O. (2018a): A drench alkalmazása tejelő szarvasmarháknál: korábbi eredmények, lehetőségek és korlátok. *Holstein Magazin*. XXVI. 3. 52-53.
- Lénárt, L. – Horváth, A. – Buják, D. – Dobi, P. – Kís, T. – Szenci, O. (2018b): A bendőfolyadék pH és a drenchelés kapcsolatának vizsgálata az ellés körüli időszakban. *Magyar Állatorvosok Lapja*, 140. 74-77.
- Lomander, H. – Frössling, J. – Ingvartsen, K.L. – Gustafsson, H. – Svensson, C. (2012): Supplemental feeding with glycerol or propylene glycol of dairy cows in early lactation – Effects on metabolic status, body condition, and milk yield. *J. Dairy Sci.*, 95. 2397-2408.
- Magyar Takarmánykódex (2004): Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest.
- Miller-Webster, T. – Hoover, W. H. – Holt, M. – Nocek, J. E. (2002): Influence of yeast culture on ruminal microbial metabolism in continuous culture. *J. Dairy Sci.*, 85. 2009-2014.
- Mao, S. – Huo, W. – Liu, J. – Zhang, R. – Zhu, W. (2016): In vitro effects of sodium bicarbonate buffer on rumen fermentation, levels of lipopolysaccharide and biogenic amine, and composition of rumen microbiota. *J. Sci. Food and Agric.*, 97. 1276-1285.
- Mcfadden, J. W. – Wallace, R. L. – Drackley, J. K. (2010): Effects of a drinkable drench in primiparous Holstein cows. *Professional Animal Scientist*, 26. 159-166.
- Morvay, Y. – Bannink, A. – France, J. – Kebreab, E. – Dijkstra, J. (2011): Evaluation of models to predict the stoichiometry of volatile fatty acid profiles in rumen fluid of lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, 94. 3063-3080.
- Nielsen N. I. – Ingvartsen K. L. (2004): Propylene glycol for dairy cows: A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 115. 191-213.
- Nocek, J. E. (1997): Bovine acidosis: implications on laminitis. *J. Dairy Sci.*, 80. 1005-1028.
- NRC (2001): National research council nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington (DC): National Academy press.
- Pechová, A. – Necasová, A. (2018): The relationship between subclinical ketosis and ruminal dysfunction in dairy cows. *Ann. Anim. Sci.*, 18. 955-971.
- Robinson, P. H. – Garrett, J. E. (1999): Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to postpartum diets and on lactational performance. *J. Anim. Sci.*, 77. 988-999.
- SPSS (2004-2020): SPSS version 26.0. IBM, Armonk, Chicago, Illinois, USA; publisher.
- Sun, H. – Wu, Y. – Wang, Y. – Wang, C. – Liu, J. (2017): Effects of addition of *Aspergillus oryzae* culture and 2-hydroxyl-4-(methylthio) butanoic acid on milk performance and rumen fermentation of dairy cows. *Anim. Sci. J.*, 88. 602-609.

- Tamminga, S.* (1980): Protein degradation in the forestomachs of ruminants. *J. Dairy Sci.*, 49. 1615-1630.
- Throne, M. – Bach, A. – Ruiz-Moreno, M. – Stern, M. D. – Linn, J. G.* (2009): Effects of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal pH and microbial fermentation in dairy cows. Yeast supplementation on rumen fermentation. *Livest. Sci.*, 124. 261-265.
- Tóth, T.* (2014): Az ellés körüli időszakban alkalmazott kiegészítő takarmányok (drencsek) hatékonyságának ellenőrzése telepi körülmények között. *Agronapló*, 18. 101-102.
- Vazquez-Anon, M. – Bertics, S. – Luck, M. – Grummer, R. R. – Pinheiro, J.* (1994): Peripartum liver triglyceride and plasma metabolites in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77. 1521-1528.
- White, H. M. – Carvalho, E. R. – Koser, S. L. – Schmelz-Roberts, N. S. – Pezzanite, L. M. – Slabaugh, A. C. – Doane, P. H. – Donkin, S. S.* (2016): Short communication: Regulation of hepatic gluconeogenic enzymes by dietary glycerol in transition dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 99. 812-817.
- Williams, P. E. V. – Newbold, C. J.* (1990): Rumen probiosis: the effects of novel microorganisms on rumen fermentation and ruminant productivity. *Recent Adv. Anim. Nutr.*, 19. 211-227.
- Zhang, F. – Nan, X. – Wang, H. – Zhao, Y. – Guo, Y. – Yiong, B.* (2020): Effects of propylene glycol on negative energy balance of postpartum dairy cows. *Animals*, 10. 1526. <https://doi.org/10.3390/ani10091526>.

Érkezett: 2021. február

Szerzők címe: *Tóthi R. – Kacsala L. – Pósa R. – Húth B.*  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus  
Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus  
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor utca 40.

*Vida S. – Komlósi B.*  
Solum Zrt.  
Solum Ltd.  
H-2900 Komárom, Városmajor u. 30.

*Tóth T.*  
Adexgo Kft.  
H-8230 Balatonfüred, Lapostelki út 13.  
Széchenyi István Egyetem, Agrár és Élelmiszeripari Kutató Központ  
Széchenyi István University, Agricultural and Food Research Centre  
H-9026 Győr, Egyetem tér 1.

## A FEKETE KATONALÉGY (*HERMETIA ILLUCENS*) NAGYÜZEMI TENYÉSZTÉSE

HETÉNYI NIKOLETTA

### ÖSSZEFOGLALÁS

A fekete katonalégy (*Hermetia illucens*) a legnagyobb mennyiségben előállított tenyésztett rovar. A többi, nagyüzemi körülmények között előállított rovarral összehasonlítva speciálisabb környezeti igényei vannak. A kifejlett legyek és a lárvák számára optimális a 25-27°C-os hőmérséklet és 60-70%-os relatív páratartalom. A kifejlett legyek párzásának megindulásához nélkülözhetetlen a mesterséges megvilágítás vagy a természetes napfény. Megvilágításra leginkább a halogén izzó vagy még inkább a LED-fény alkalmas, ami fluoreszcens izzóval kombinálható. A különböző hullámhosszú LED fények együttes alkalmazása (365 nm, 450 nm és 515 nm, 1:1:3 arányban) kedvezőbb, mint a fehér LED fény önmagában. A legyek termékegységi mutatóit és élettartamát elsősorban takarmányozással lehet javítani, ami lehet cukros víz, de kedvezőbb hatású a cukor-tejpor-pepton 3:1:1 arányú keveréke. Különlegességnek számít, hogy a fekete katonalégy száraz helyre rakja a petéket és vizsgálatok alapján a hullámpapír ehhez megfelelő közeg. A lárvákat 50-70% nedvességtartalmú takarmánykeveréken érdemes tartani, jó választás a csirketáp vagy ehhez hasonló összetételű takarmány. A lárvák és előbábok testösszetételére takarmányozásuk jelentős hatással van, emiatt kedvező testösszetételt, ezen belül nagy laurinsav-tartalmat eredményez a csirketáp használata.

### SUMMARY

Hetényi, N.: MASS PRODUCTION OF BLACK SOLDIER FLY (*HERMETIA ILLUCENS*)

This article summarizes the most important technical requirements of the mass production of black soldier fly (*Hermetia illucens*). Black soldier fly is native in tropical, subtropical, and warm temperate zones of America, but in recent decades has spread across all continents. It has a unique 1-2.5 cm long wasp-like black body. For decades, it has been used for waste management, and currently, it is the most important farmed insect species. The black soldier fly — with certain restrictions — is authorised as animal feed in the European Union, United States, and Canada. Larvae can consume a wide range of substrates such as organic waste and agricultural by-products. Both larvae and adults can be kept at 25-27°C ambient temperature with a relative humidity of 60-70%. Indoor housing is recommended to ensure the constant ambient temperature and air humidity. In an artificial environment, mating and oviposition requires quartz-iodine lighting or LED artificial lightening. The combination of different LED lights (365 nm, 450 nm, and 515 nm, in 1:1:3) seems to be more efficient than white LED light. Females deposit a single clutch containing 200-700 eggs, and they prefer to oviposit in a dry area. An optimal oviposition site can be the corrugated cardboard. This should be changed over some organic substrate that attracts the females. As female flies are larger and have a longer development time than males, they emerge approximately 2 days earlier. The optimal larval density is 4-6 ind/cm<sup>2</sup>. If a chicken feed is used as a substrate, its recommended moisture content is 60%. The larval development has a sigmoid curve, and it is followed by the prepupal stage. The prepupae are self-harvesting which means that they climb out to the surface before pupation. The growth rate, survival rate, body weight, performance, and nutritional value depend on the quality of substrate but is also influenced by the age of the larvae or prepupae. The performance of larvae is much better on chicken feed than on low-quality organic waste or manure. The antimicrobial lauric acid content of larvae can also be maximised (61% of fatty acids) by using the chicken feed. There is a common myth that adult flies do not have functioning mouthparts. It is true that they can rely on their body fat reserves and survive for approximately 8-10 days. The life span and reproduction rate of adult flies can be increased by providing water and sugar or the mixture of water, milk powder, and peptone.

## BEVEZETÉS

A fekete katonalégy (FKL, *Hermetia illucens*) Közép- és Dél-Amerikában őshonos, de ma már világszerte elterjedt faj. Már több mint 30 éve tanulmányozzák, felhasználási területe a kezdetben csak a szerves hulladékgazdálkodásra szorítkozott (Sheppard és mtsai, 2002; van Huis és Tomberlin, 2017). Az Európai Unióban évi 37 millió tonna biohulladék keletkezik az élelmiszerszektorban, amelynek megsemmisítéséhez felhasználhatók a katonalegyek. Az utóbbi években takarmányként való hasznosítása került előtérbe és a takarmányozási célú rovartenyésztés legnagyobb mennyiségben előállított, legfontosabb faja (Tomberlin és van Huis, 2020). A FKL felhasználható — a jogszabályi tiltások figyelembevételével — egyes haszonállatok és a társállatok takarmányozásában nem csak az Európai Unióban, hanem az Egyesült Államokban és Kanadában is (2017/893 EU rendelet; AAFCO: 60.117 and T60.117(C); CFIA Feeds Regulations). A FKL nagyüzemi előállítása több szempontból is eltér az egyéb tenyésztett rovarokétól és a sikeres szaporításhoz nélkülözhetetlen egyes speciális igények (pl.: fény, hőmérséklet, páratartalom, peterakó közeg) ismerete.

## EGYEDFEJLŐDÉS

A katonalégyfélék (*Stratiomyidae*) családja a rovarok osztályán belül a kétszárnyúak (*Diptera*) rendjébe tartozik és 1500 fajuk ismert. A jellegzetesen hosszúkás, darázszerű kinézettel rendelkező légy testhossza 1-2,5 cm. Teljes átalakulással fejlődik. Egy nőstény 200-700 db petét rak le, amelyekből 4 napon belül (27°C-on) kikelnek a lárvák. A petékből frissen kikelt lárvák 1 mm-nél kisebbek, testsúlyuk 0,015 mg körüli. A bebábozódás előtt, a 7. fejlődési stádiumban a lárvák az alomanyagból a felszínre másznak („önbegyűjtők”), ami jelentősen megkönnyíti nagyüzemi termelésüket. A lárvák fejlődési üteme szigmoid görbét ír le, tehát az első 5 vedlés után lelassul (Gligorescu és mtsai, 2019). A lárvaállapot a felhasznált takarmánytól függően 18-36 napig tart és ekkora elérhetik akár a 3,5 cm testhosszt és a 0,5 g testsúlyt is. Az előbáb állapot 5-8 napig tart, amelyet az 1-2 hetes bábállapot követ.

A legyek a bábból való kikelést követően 2-4 nappal kezdik meg a párzást, majd további 2 nap szükséges a nőstényeknek a peterakásig. A kifejlett legyek a saját zsírtartalékaikból csupán 8-10 napig képesek túlélni, de a táplálékkal és vízzel ellátott egyedek akár 47-73 napig is életképesek. A nőstények a villaszerű tojócsőről beazonosíthatók (Tomberlin, és mtsai, 2002, Holmes és mtsai, 2013; Nakamura és mtsai, 2016; van Huis és Tomberlin, 2017).

## ZÁRTTÉRI TENYÉSZTÉS

A felnőtt legyek elhelyezésére leginkább 2-3x1-2x1-2 m-es fakeretes, szúnyoghálóból készített ketreceket használnak (van Huis és Tomberlin, 2017). A legyek telepítési sűrűségének nincs jelentős hatása a peterakás előtti időszak hosszára, a peték súlyára vagy a kelési arányra (Park és mtsai, 2016, Hoc és mtsai, 2019). A nagy egyedsűrűség (8500 légy/m<sup>3</sup>) azonban csökkentheti a kelési arányt, de ezen mutató és az egyedsűrűség között nem egyértelmű az összefüggés (Hoc és mtsai, 2019).

A kifejlett legyek számára, a legtöbb tanulmány szerint optimális a 25-27°C-os hőmérséklet és a 60-70%-os relatív páratartalom (Nakamura és mtsai, 2016; Meneguz és mtsai, 2018; Bartinetti és mtsai, 2019). A pázás megindulásához nélkülözhetetlen a speciális mesterséges megvilágítás vagy a természetes napfény (Huis és Tomberlin, 2017; Heussler és mtsai, 2018). Mivel a kültéri elhelyezés esetében nehézségekbe ütközik az optimális páratartalom és hőmérséklet állandó biztosítása, ezért mindenképpen zárt elhelyezés és mesterséges megvilágítás alkalmazása javasolt. Erre a célra használható halogén izzó, de még jobb választás a LED-fény, illetve ezek mellé fluoreszcens izzó is tehető (Zhang és mtsai, 2010; Oonincx és mtsai, 2016; Heussler és mtsai, 2018). Macavei és mtsai (2020) szerint a különböző hullámhosszú LED fények együttes alkalmazása (365 nm, 450 nm és 515 nm, 1:1:3 arányban) jobb szaporodási mutatókat eredményez, mint a fehér LED fény kizárólagos használata. Ennek hátterében az állhat, hogy a legyek retinájának fotoreceptorai a 440 (indigó/kék) és 540 (zöld) nm-es fényre a legérzékenyebbek. A fényerő is számít, aminek 0,92 W/m<sup>2</sup>-ről 431 W/m<sup>2</sup>-re emelése szignifikánsan

1. táblázat

**A peték %-os lerakási aránya különböző peterakó közegek használatakor**  
(Boaru és mtsai, 2019)

Peterakó hely alapanyaga (1)	Peterakás pontos helye (6)	Lerakott peték %-a (16)
Fából készült (2)	falapok közötti rész (7)	93,50
	műanyag edény teteje (8)	3,90
	műanyag edény és benne lévő szerves anyag találkozási pontja (9)	2,60
Üvegből készült (3)	az üveglapok fa elválasztó elemei (10)	48,57
	műanyag edény teteje (8)	15,71
	fa és üveglap találkozási pontja (11)	7,15
	üveglapok (12)	2,86
	szerves anyag és a műanyag doboz találkozási pontja (9)	25,71
Hullámpapírból készült (4)	hullámpapír (13)	80,26
	műanyag edény teteje (8)	1,31
	szerves anyag és a műanyag doboz találkozási pontja (9)	14,47
	szerves anyag (14)	3,96
Műanyagból készült (5)	műanyag doboz belseje (15)	15,39
	műanyag edény teteje (8)	51,92
	szerves anyag és a műanyag doboz találkozási pontja (9)	32,69

Table 1. The effect of oviposition material on egg production rate (%)

oviposition material (1), wood (2), glass (3), corrugated cardboard (4), plastic (5), oviposition site (6); wooden structure (7); plastic lid (8); contact area of plastic box and organic material (9); wooden spacers for glass plates (10); glass-wood contact surface (11); glass plates (12); corrugated cardboard structure (13); organic substrate (14); inside the plastic ball (15); distribution (16)

növeli a párási aktivitást (Schneider, 2019). A napi 2 órás megvilágítással szemben a 18 óra növeli a peték súlyát (Hoc és mtsai, 2019), de összességében a 12-16 óra/nap megvilágítás megfelelő.

A peterakásra alkalmas felületet valamilyen szerves anyagot (pl.: sörtörköly, csirketáp) tartalmazó edény fölé kell helyezni, ami odavonzza a nőstényeket (Liu és mtsai, 2017; Heussler és mtsai, 2018; Boaru és mtsai, 2019). A peterakó közeget érdemes lefedni, mert a peterakáshoz a sötét környezetet jobban kedvelik a legyek (Boaru és mtsai, 2019). Különlegességnek számít, hogy a FKL száraz helyre rakja a petéket. Vizsgálatok alapján a legmegfelelőbbnek (a fával, üveggel vagy műanyaggal szemben) a hullámpír bizonyult (Boaru és mtsai, 2019). A FKL nőstények a petéket legszívesebben összeragasztott hullámpapír rései közé rakták. A nagyobb résekbe (2x5 mm) több petét raktak, mint a kisebb (1x3 mm) méretűekbe (Tomberlin és mtsai, 2002). Az 1. táblázat adatai alapján összehasonlíthatók a fából, hullámpapírból, műanyagból és üvegből készült peterakó helyek. Mindegyiket szerves anyaggal töltött, fedővel részben letakart edény fölé függesztették. Megfigyelhető volt, hogy a műanyagot, és különösen az üvegfelületet, nem kedvelték a legyek (Boaru és mtsai, 2019).

A lerakott petéket érdemes kisebb adagokban (nagyjából 1 g) külön műanyag edényekben elhelyezni. Egy 500 ml-es edényhez 50-100 g nedves takarmánnyal lehet számolni, ami 3-4 napra elegendő (van Huis és Tomberlin, 2017). Ezt követően a lárvákat nagyobb edénybe kell áthelyezni és napi 500-1000 g nedves takarmányt kell biztosítani a következő 7-10 napban, amikor a lárvák 40%-a eléri az előbáb állapotot. Az optimális környezet 25-27°C és 60-70% relatív páratartalom, de akár már 50% mellett is életképesek (Nakamura és mtsai, 2016; Meneguz és mtsai, 2018; Bertinetti és mtsai, 2019; Lupi és mtsai, 2019). A páratartalom további csökkenés jelentősen növeli a mortalitást, emiatt csökken a kelési arány (Holmes és mtsai, 2012). A dobozokat ajánlott lefedni, ezzel megakadályozható a kiszáradás, amire

2. táblázat

**Az egységsűrűség hatása a fekete katonalégység lárvák takarmányfelvételére, testsúlyára, fejlődési idejére és túlélési arányára (Dzepe és mtsai, 2019)**

Lárvasűrűség, lárva/cm <sup>2</sup> (1)	Alomanyag súlyának csökkenése, g/lárva (2)	Súly, g/friss lárva (3)	Fejlődési idő, nap (4)	Túlélési arány, % (5)
1	0,23±0,017 <sup>a</sup>	0,15±0,003 <sup>a</sup>	11,75±0,96 <sup>d</sup>	100,00±0,00 <sup>a</sup>
2	0,17±0,016 <sup>b</sup>	0,13±0,008 <sup>b</sup>	13,25±0,96 <sup>cd</sup>	100,00±0,00 <sup>a</sup>
4	0,14±0,006 <sup>c</sup>	0,12±0,003 <sup>cd</sup>	14,75±0,96 <sup>bc</sup>	98,33±1,36 <sup>ab</sup>
6	0,14±0,003 <sup>c</sup>	0,12±0,001 <sup>bc</sup>	15,50±1,29 <sup>b</sup>	96,67±0,91 <sup>bc</sup>
8	0,14±0,005 <sup>c</sup>	0,12±0,003 <sup>cd</sup>	16,25±0,50 <sup>ab</sup>	94,58±2,59 <sup>c</sup>
10	0,13±0,003 <sup>c</sup>	0,11±0,008 <sup>d</sup>	17,75±0,96 <sup>a</sup>	90,17±1,00 <sup>d</sup>

<sup>a,b,c,d</sup> Azonos oszlopokban eltérő betűvel jelzett adatok között szignifikáns különbség (p≤0,05) van (6)

Table 2. The effect of rearing density on the feed intake, wet weight, development time and survival rate of black soldier fly larvae

density of larvae (1); weight reduction of bedding material (2); wet weight (3); development time, day (4); survival rate (5); values within columns marked with different superscripts mean significant difference at p≤0.05 level (6)

a peték különösen érzékenyek. A nagyobb lárvasűrűség (10 lárva/ cm<sup>2</sup>) kisebb testsúlyhoz, hosszabb fejlődési időhöz és növekvő mortalitáshoz vezet (2. táblázat). A helykihasználás és a gazdaságosság szempontjából a 2-6 (maximum 8) lárva/cm<sup>2</sup> tekinthető megfelelőnek (Dzepe és mtsai, 2019).

A lárvák fejlődési szakaszában a nagyobb méretű edény (610 × 420 × 115 mm, 10 000 lárvával) jobb túlélési arányt, de kisebb lárvasúlyt eredményezett, mint a kisebb tárolóedény (155 × 155 × 75 mm, 614 lárva) használata (Yang és Tomberlin, 2020).

A kifejlett legyek csoportosításánál fontos figyelembe venni, hogy a hímek nagyjából 2 nappal hamarabb kelnek ki, mint a nőtények. Ennek oka, hogy a nőtények fejlődése tovább tart, mert testükben több zsírt raktároznak a peterakáshoz, ezért nagyobb méretűek, mint a hímek (Tomberlin és mtsai, 2009). A csoportok kialakítása során az 50-50%-os ivararány megfelelő (van Huis és Tomberlin, 2017). A kísérletek során a legyek egyedi ivarmeghatározásával alakítják ki a kívánatos ivararányt. Ez gyakorlati körülmények között nehezen kivitelezhető. Az ivarok elkülönítését lehetővé teszi, a hímek rövidebb fejlődési ciklusa. A felnőtt legyek kikelésének kezdete után a 3. napon a bábok áthelyezhetők egy másik tárolóedénybe, az itt kikelt legyek nagy százalékban már nőtények lesznek.

## TAKARMÁNYOZÁS

A lárvák rövid távú, 24 órás, éhezése megváltoztatja a metabolikusan aktív mikrobióta mennyiségét és összetételét, ami negatív hatással lehet a további fejlődési ütemre (Yang és mtsai, 2021). Emiatt esetleges szállítás vagy átcsoportosítás során is javasolt folyamatosan takarmány biztosítása. A lárvákat 50-70% nedvességtartalmú takarmánykeveréken érdemes tartani (Liu és mtsai, 2017; Meneguz és mtsai, 2018). Csirkeetetéskor a 40-80% víztartamú keverékek közül a 60%-os bizonyult a legkedvezőbbnek, ami a gyorsabb fejlődési időben,

3. táblázat

**A csirkeetetés nedvességtartalmának hatása a fekete katonalégy lárvák takarmányfelvételére, testsúlyára, fejlődési ütemére és túlélési arányára (Dzepe és mtsai, 2019)**

Takarmány nedvességtartalma, % (1)	Alomanyag súlyának csökkenése, g/lárva (2)	Súly, g/friss lárva (3)	Fejlődési idő, nap (4)	Túlélési arány, % (5)
40	0,15±0,003 <sup>c</sup>	0,15±0,002 <sup>c</sup>	12,25±0,50 <sup>c</sup>	86,75±10,24
50	0,20±0,008 <sup>b</sup>	0,17±0,012 <sup>b</sup>	12,75±0,96 <sup>c</sup>	94,75±2,63
60	0,26±0,005 <sup>a</sup>	0,19±0,005 <sup>a</sup>	13,25±0,96 <sup>c</sup>	99,25±0,96
70	0,14±0,005 <sup>cd</sup>	0,14±0,003 <sup>cd</sup>	16,00±0,82 <sup>b</sup>	94,25±0,96
80	0,12±0,008 <sup>d</sup>	0,12±0,006 <sup>d</sup>	18,75±0,50 <sup>a</sup>	89,00±9,59

<sup>a,b,c,d</sup> Azonos oszlopban eltérő betűvel jelzett adatok között szignifikáns (p<0,05) különbség van (6)

Table 3. Effect of moisture content of chicken feed on feed intake, wet weight, development time and survival rate of black soldier fly larvae

moisture content (1); weight reduction of bedding material (2); wet weight (3); development time, day (4); survival rate (5); <sup>a,b,c,d</sup> values within columns marked with different superscripts mean significant difference at p<0.05 level (6)

jobb túlélési arányban és a legjobb záró súlyban mutatkozott meg (Dzepe és mtsai, 2019, 3. táblázat).

A rovarok takarmányértékesítésének vizsgálatokor is használható a haszonállatoknál alkalmazott fajlagos takarmányhasznosítás (FCR = Feed Conversion Ratio). Entomológusok azonban inkább az elfogyasztott takarmány átalakításának hatékonyságával (ECI = Efficiency of Conversion of Ingested food) számolnak, ami a súlygyarapodás/elfogyasztott takarmány \* 100 (Waldbauer, 1986). Emellett használható még a nitrogén átalakítási hatékonyság is (N-ECI; Nitrogen Conversion Efficiency) is, amely rovar nitrogéntartalma \* rovar súlya/takarmány nitrogéntartalma \* elfogyasztott takarmány mennyisége. A lárvák FCR értéke jelentősen kedvezőbb (1,4 vs. 1,9) ha nagyobb fehérje (21,9%) és zsírtartalmú (9,5%) takarmányt kaptak, mint közel azonos fehérje (22,9%), de kisebb zsírtartalom esetén (1%). Az egyéb termelési mutatók alakulását a 4. táblázat mutatja (Oonincx és mtsai, 2015).

4. táblázat

**Különböző fehérje és zsírtartalmú takarmányok hatása a fekete katonalégy lárvá termelési mutatóira (Oonincx és mtsai, 2015)**

Takarmány (1)	Túlélési arány, % (2)	Fejlődési idő, nap (3)	FCR (4)	ECI (5)	N-ECI (6)
nF (21,9%) + nZS (9,5%) [7]	86 ± 18,0	21 ± 1,4	1,4 ± 0,12	24 ± 1,5	51 ± 3,2
nF (22,9%) + kZS (1%) [8]	77 ± 19,8	33 ± 5,4	1,9 ± 0,20	20 ± 1,3	51 ± 32,5
kF (12,9%) + nZS (14,6%) [9]	72 ± 12,9	37 ± 10,6	2,3 ± 0,56	18 ± 4,8	55 ± 14,6
kF (14,4%) + kZS (2,1%) [10]	74 ± 23,5	37 ± 5,8	2,6 ± 0,85	17 ± 5,0	43 ± 12,8
kontroll (19,3% fehérje, 3,5% zsír) [11]	75 ± 31,0	21 ± 1,1	1,8 ± 0,71	23 ± 5,3	52 ± 12,2

nF = nagy fehérje, nZS = nagy zsír, kF = kis fehérje, kZS = kis zsír, FCR= Feed conversion ratio (fajlagos takarmányhasznosítás); ECI = Efficiency of conversion of ingested food, (elfogyasztott takarmány átalakításának hatékonysága); N-ECI=Nitrogen conversion efficiency (nitrogén átalakítás hatékonysága)

Table 4. Effects of feeds with different protein and fat content on the performance of black soldier fly larvae

feed (1); survival rate (2); development time, day (3); Feed Conversion Ratio (4); Efficiency of Conversion of Ingested food (5); Nitrogen Conversion Efficiency (6); high protein, high fat (7); high protein, low fat (8); low protein, high fat (9); low protein, low fat (10); control (11)

Az FCR és N-ECI értékek hasonlóan alakultak a különböző takarmányok etetésekor, de megállapítható, hogy a kisebb fehérjetartalmúakat kevésbé hatékonyan hasznosították. Az N-ECI értékek minden esetben nagyobbak voltak, mint az ECI, ami azt jelzi, hogy a FKL nagyobb hatékonysággal építette be a nitrogént, mint az egyéb takarmány összetevőket. Emiatt a fehérjében gazdagabb takarmány kedvezőbb FCR-hez és fejlődési ütemhez vezetett, mint a kisebb fehérjetartalmúak.

A lárvák optimális fejlődéséhez szénhidrátot is biztosítani kell, mert a kizárólag húsliszttel etetett csoport mortalitása nagyobb (60%), fejlődési üteme pedig lassabb (33 nap) volt, mint a csirketáp + húsliszt (50-50%-os arányban; 27%-os mortalitás, 19 nap fejlődés) és kizárólag csirketáp alkalmazásakor (7±3%-os mortalitás, 15 nap



fejlődés; *Gobbi és mtsai, 2013*). A húsliszttel etetett lárvák mortalitása bábállapotban már elérte a 80%-ot. A húsipari melléktermékek kizárólagos etetése több paraméter (pl.: fejlődési idő, túlélési arány) esetében is kedvezőtlenebb volt, mint a csirketáp és a zöldségek (*Barragan-Fonseca és mtsai, 2017; 5. táblázat*) felhasználásakor. A táplálóanyag-tartalom mellett ezeknek a különbségeknek a kialakulásában a takarmány állaga is szerepet játszhat. Ezzel kapcsolatban fontos megjegyezni, hogy az EU-ban a húsipari melléktermékek felhasználása a rovartakarmányozásban csak korlátozásokkal, illetve nem engedélyezett (*767/2009, 1069/2009 és 2017/893 EU rendeletek*). Összességében elmondható, hogy a lárvák súlya és túlélési aránya szempontjából a csirketáp kedvezőbb, mint az egyéb szerves anyagok (*Gobbi és mtsai, 2013; Nguyen és mtsai, 2013; Liu és mtsai, 2017*).

5. táblázat

**Csirketáp, illetve azzal megegyező fehérje- és zsírtartalmú takarmány etetésének hatása a fekete katonalégy élettani paramétereire és termelési mutatóira**  
(*Barragan-Fonseca és mtsai, 2017*)

Paraméter (1)	átlag ± szórás (2)		
	Csirketáp, illetve azzal megegyező fehérje- és zsírtartalmú takarmány (17)	Zöldségmaradék (18)	Húsipari melléktermék (19)
Lárva fejlődési ideje, nap (3)	24,6±6,2	34±13,5	32,5±8,2
Báb fejlődési ideje, nap (4)	14,8±6,8	22,9±1,2	16,5±7,5
Teljes életciklus, nap (5)	40,2±6,4	—	—
Lárvák túlélési aránya, % (6)	89,4±9,4	78,9±13,2	48,2±8,7
Bábok túlélési aránya, % (7)	91	—	—
Lárvák súlya friss, g (8)	0,158±0,02	0,13±0,03	0,158
Előbáb súlya friss, g (9)	0,105±0,005	0,179±0,03	—
Báb súlya friss, g (10)	0,150±0,03	—	0,115±0,01
Légy súlya friss, g (11)	0,053±0,01	—	—
Légy hossza, mm (12)	15,8	—	—
Légy élettartama, nap (13)	9,4±0,2	—	—
ECl, % (14)	17,6±6,3	17,2±4,3	—
ECD, % (15)	32,1±4,3	—	—
FCR (16)	1,8	8,3±6,2	—

FCR = Feed conversion ratio (fajlagos takarmányhasznosítás); ECD = Efficiency of conversion of digested food (a megemésztett takarmány átalakításának hatékonysága); ECl = Efficiency of conversion of ingested food (elfogyasztott takarmány átalakításának hatékonysága)

Table 5. Effects of different feeds on the performance of black soldier fly larvae

parameter (1); mean ± standard deviation (2); larval developmental time, day (3); pupal developmental time, day (4); total cycle, day (5); larval survival rate (6); pupal survival rate (7); larval weight (8); prepupal weight (9); pupal weight (10); adult weight (11); adult length (12); adult longevity, day (13); efficiency of conversion of ingested food (14); efficiency of conversion of digested food (15); feed conversion ratio (16); chicken feed or diets of similar crude protein and fat contents (17); vegetable waste (18); meat industrial by-products (19)

A takarmány 4 feletti pH-értéke nem befolyásolta a lárvák és bábok végsúlyát, de 4 alatti pH esetében már szignifikáns csökkenést tapasztaltak (*Meneguz és mtsai, 2018*). A lárvák fejlődési ideje pH:8 értéknél volt a legkedvezőbb, míg savas takarmányon (pH:2) a leglassabb (*Ma és mtsai, 2018*). Érdemes tehát olyan takarmánykeveréket használni, amellyel maximalizálható a lárvák súlya, mert ez meghatározó paraméter a kifejlett legyek reprodukciója szempontjából. A nagyobb súlyú lárvákból kikelt nőtények ugyanis több petét raktak le (*Georgescu és mtsai, 2020*).

A kifejlett legyek termékegységi mutatóit és élettartamát elsősorban a takarmányozással lehet javítani (*Macavei és mtsai, 2020*). Erre a célra alkalmas a cukor-tejpor-pepton 3:1:1 arányú keveréke. Ezen módszerrel 10 nappal meghosszabbítható a peterakási időszak és háromszorosára növelhető a lerakott peték mennyisége, amely azonban a keltethetőséget nem befolyásolta (*Bertinetti és mtsai, 2019*). Az egyszerű cukros víz vagy fehérjetartalmú oldat keverék is javítja a termelési mutatókat, illetve növeli a legyek élettartamát a vizet vagy semmit sem fogyasztó legyekhez képest (*Lupi és mtsai, 2019; Macavei és mtsai, 2020*). Egy másik vizsgálat szerint a legyek szívesebben fogyasztották a mézet, mint a fehér- vagy barna cukrot. Táplálékfelvételük tovább növelhető, ha az etetőedény fehér háttér előtt van, míg a kék vagy rózsaszín háttérrel nem kedvelték (*Romano és mtsai, 2020*).

## TESTÖSSZETÉTEL

A lárvák és előbábok testösszetételét jelentősen befolyásolja a takarmányozás. Takarmányozási szempontból jóval kedvezőbb táplálóanyag tartalmat lehetett elérni csirkeetáppal, vagy ahhoz hasonló, takarmánnyal, mint egyéb, jellemzően alacsony táplálóanyag-tartalmú, szerves hulladékokkal. A FKL lárvák nyerszsírtartalma 6-38% között változik (*Marono és mtsai, 2015; Barragan-Fonseca és mtsai, 2017; Spranghers és mtsai, 2017*). Amennyiben csirkeetápot alkalmaztak, a lárvák zsírtartalma fejlődésük során fokozatosan nőtt és a maximumot (28,4%) 14 napos korban érte el. Egy fiatal előbáb 24,2% nyerszsírt tartalmaz, míg a báb csupán 8,2%-ot (*Liu és mtsai, 2017*).

A FKL lárva különlegessége, hogy zsírja gazdag az antimikrobiális hatású laurinsavban (*Makkar és mtsai, 2014; Liu és mtsai, 2017*). A lárvák takarmányozása jelentős hatással van a laurinsav mennyiségére, ami az összes zsírsav 21,4–49,3%-át teszi ki (*Makkar és mtsai, 2014; Liu és mtsai, 2017; Danieli és mtsai, 2019*). Búzakorpa (50%), lucernaliszt (30%) és kukoricaliszt (20%) keverékén nevelve például átlagosan csak 17,5%-ot lehetett elérni (*Montevecchi és mtsai, 2019*). Ezzel szemben csirkeetáp (21% nyersfehérje-tartalom) használatakor már 61%-ot tett ki, és a lárva zsírtartalma is ekkor volt a legkedvezőbb (*Liu és mtsai, 2017*). Ebből a szempontból a takarmány mellett a lárva életkora is meghatározó. A csirkeetáppal etetett egyedek laurinsav-tartalma 14 napos korban érte el a 61%-os maximumot (*Liu és mtsai, 2017*).

A FKL lárva nyersfehérje-tartalma 38-57% között mozog (*Marono és mtsai, 2015; Barragan-Fonseca és mtsai, 2017; Spranghers és mtsai, 2017*). A kitintartalommal korrigált nyersfehérje mennyisége 37,7-40,7% (*Spranghers és mtsai, 2017*). A lárva életkora hatással van a fehérjetartalomra is, ami csirkeetáp (21% fehérjetartalom) használatakor egynapos korban 56% volt, de 12 napos korban már csak 38%. Ezt követően ismét fokozatosan növekszik, végül az előbáb esetében 40%, míg a báboknál 43-46% körül alakult (*Liu és mtsai, 2017*). Ehhez képest kisebb fehérje-

tartalmú (10,6-13,8%) takarmányok felhasználásakor jelentősen kisebb volt a lárvák fehérjetartalma (34,0-34,7%). *Danieli és mtsai* (2019) vizsgálatában ugyanakkor a fehérjében gazdagabb takarmány etetése nem növelte szignifikáns mértékben a lárvák fehérjetartalmát és rosszabb fajlagos takarmányhasznosításhoz is vezetett. Összességében azonban látható, hogy takarmányozási célú FKL előállításakor a legkedvezőbb testösszetétel eléréséhez érdemes csirketápot vagy ahhoz hasonló táplálóanyag tartalmú takarmányt használni.

A lárvák sokféle biohulladékon (pl.: szőlőszár, paradicsomhép és mag, halmaradék, kenyértészta) nevelhetők és ezáltal alkalmasak ezen anyagok megsemmisítésére, amelyek felhasználásával zsirtartalmuk is kedvezően alakul (*Saadoun és mtsai*, 2020). Biohulladékkal etetett rovarok takarmányozási célú felhasználását ugyanakkor nem minden esetben teszik lehetővé a jelenleg érvényben lévő jogszabályok. A tenyésztett rovarokra ugyanis azonos takarmányozási tilalmak vonatkoznak, mint más élelmiszertermelő állatokra. Emiatt ételmaradékot, húst és halat tartalmazó élelmiszereket nem lehet felhasználni (999/2001 és 1069/2009 EU rendeletek). Az ilyen takarmányokon tartott rovarok emiatt csak talajjavításra, vagy a biodízel előállításban használhatók fel.

Végezetül elmondható, hogy a közelmúlt kutatási eredményei hatékonyabbá tehetik a FKL nagyüzemi előállítását. A gazdaságos termeléshez szükséges az állandó hőmérséklet és relatív páratartalom (25-27°C és 60-70%) biztosítása. A felnőtt legyek szaporodási mutatóinak maximalizálásához és élettartamuk növeléséhez nélkülözhetetlen takarmány biztosítása is (pl.: cukor-tejpor-pepton 3:1:1 arányú keveréke). A lárvák optimális takarmányozásával és meghatározott életkorban való felhasználással pedig maximalizálható antibakteriális hatású laurinsav tartalmuk, valamint nyersfehérje- és nyerszsírtartalmuk is.

## IRODALOMJEGYZÉK

- AAFCO: 60.117 and T60.117(C) dried black soldier fly larvae. AAFCO 2019 Official Publication. Association of American Feed Control Officials. Oxford, IN.
- Barragan-Fonseca, K. B. – Dicke, M. – van Loon, J. J. A.* (2017): Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed – a review. *J. Insects Food Feed*, 3. 105-120.
- Bertinetti, C. – Samayoa, A. C. – Hwang, S-Y.* (2019): Effects of Feeding Adults of *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*) on Longevity, Oviposition, and Egg Hatchability: Insights Into Optimizing Egg Production. *J. Insect Sci.*, 19. 1-7.
- Boaru, A. – Vig, A. – Ladoși, D. – Păpuc, T. – Struți, D. – Georgescu, B.* (2019): The use of various oviposition structures for the black soldier fly, *Hermetia illucens* L. (Diptera: *Stratiomyidae*) in improving the reproductive process in captivity. *ABAH Bioflux*, 11. 12-20.
- CFIA: Canadian Food Inspection Agency, Feeds Regulations, SOR/83-593, 1983. Schedule IV Part 2.
- Danieli, P. P. – Lussiana, C. – Gasco, L. – Amici, A. – Ronchi, B.* (2019): The effects of diet formulation on the yield, proximate composition, and fatty acid profile of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) prepupae intended for animal feed. *Animals*, 9. 178.
- Dzepe, D. – Nana, P. – Fotso, A. – Tchuinkam, T. – Djouaka, R.* (2019): Influence of larval density, substrate moisture content and feedstock ratio on life history traits of black soldier fly larvae. *J. Insects Food Feed*, 6. 133-140.
- 999/2001 EU rendelet: Az Európai Parlament és a Tanács 999/2001/EK rendelete (2001. május 22.) egyes fertőző szivacsos agyvelőbántalmak megelőzésére, az ellenük való védekezésre és a felszámolásukra vonatkozó szabályok megállapításáról.

- 767/2009 EU rendelet: Az Európai Parlament és a Tanács 767/2009/EK rendelete (2009. július 13.) a takarmányok forgalomba hozataláról és felhasználásáról, az 1831/2003/EK rendelet módosításáról, valamint a 79/373/EGK tanácsi irányelv, a 80/511/EGK bizottsági irányelv, a 82/471/EGK, 83/228/EGK, 93/74/EGK, 93/113/EK és 96/25/EK tanácsi irányelv és a 2004/217/EK bizottsági határozat hatályon kívül helyezéséről
- 1069/2009 EU rendelet: Az Európai Parlament és a Tanács 1069/2009/EK rendelete (2009. október 21.) a nem emberi fogyasztásra szánt állati melléktermékekre és a belőlük származó termékekre vonatkozó egészségügyi szabályok megállapításáról és az 1774/2002/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről (állati melléktermékekre vonatkozó rendelet).
- 2017/893 EU rendelet: A Bizottság 2017/893 rendelete (2017. május 24.) a 999/2001/EK európai parlamenti és tanácsi rendelet I. és IV. mellékletének a 142/2011/EU bizottsági rendelet X., XIV. és XV. mellékletének a feldolgozott állati fehérjére vonatkozó rendelkezések tekintetében történő módosításáról.
- Georgescu, B. – Struti, D. – Pîpuc, T. – Ladosi, D. – Boaru, A. (2020): Body weight loss of black soldier fly *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) during development in non-feeding stages: Implications for egg clutch parameters. Eur. J. Entomol., 117. 216–225.
- Gligorescu, A. – Toft, S. – Hauggaard-Nielsen, H. – Axelsen, J. A. – Nielsen, S. A. (2019): Development, growth and metabolic rate of *Hermetia illucens* larvae. J. Appl. Entomol., 143. 875–881.
- Gobbi, P. – Martínez-Sánchez, A. – Rojo, S. (2013): The effects of larval diet on adult life-history traits of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). Eur. J. Entomol., 110. 461–468.
- Heussler, C. D. – Walter, A. – Oberkofler, H. – Insam, H. – Arthofer, W. – Schlick-Steiner, B. C. – Steiner, F. M. (2018): Influence of three artificial light sources on oviposition and half-life of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae): Improving small-scale indoor rearing. PLoS One, 13. e0197896.
- Holmes L. A. – Vanlaerhoven S. L. – Tomberlin J. K. (2012): Relative humidity effects on the life history of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). Environ. Entomol., 41. 971–978.
- Holmes, L. A. – Vanlaerhoven, S. L. – Tomberlin, J. K. (2013): Substrate effects on pupation and adult emergence of *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). Environ. Entomol., 42. 370–374.
- Hoc, B. – Noël, G. – Carpentier, J. – Francis, F. – Caparros Megido, R. (2019): Optimization of black soldier fly (*Hermetia illucens*) artificial reproduction. PLoS One, 14. e0216160.
- Liu, X. – Chen, X. – Wang, H. – Yang, Q. – Rehman, K. – Li, W. – Cai, M. – Li, Q. – Mazza, L. – Zhang, J. – Yu, Z. – Zheng, L. (2017): Dynamic changes of nutrient composition throughout the entire life cycle of black soldier fly. PLoS One, 12. e0182601.
- Lupi, D. – Savoldelli, S. – Leonardi, M. G. – Jucker, C. (2019): Feeding in the adult of *Hermetia illucens* (Diptera Stratiomyidae): reality or fiction? J. Entomol. Acarol. Res., 51. 8046.
- Ma, J. – Lei, Y. – Rehman, K. U. – Yu, Z. – Zhang, J. – Li, W. – Li, Q. – Tomberlin, J. K. – Zheng, L. (2018): Dynamic effects of initial pH of substrate on biological growth and metamorphosis of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae). Environ. Entomol., 8. 159–165.
- Macavei, L., Benassi, G. – Stoian, V. – Maistrello, L. (2020): Optimization of *Hermetia illucens* (L.) egg laying under different nutrition and light conditions. PLoS One, 15. e0232144.
- Makkar, H. P. S. – Tran, G. – Heuzé, V. – Ankers, P. (2014): State-of-the-art on use of insects as animal feed. Anim. Feed Sci. Technol., 197. 1–33.
- Meneguz, M. – Gasco, L. – Tomberlin, J. K. (2018): Impact of pH and feeding system on black soldier fly (*Hermetia illucens*, L.; Diptera: Stratiomyidae) larval development. PLoS One, 13. e0202591.
- Montevecchi, G. – Zanasi, L. – Masino, F. – Maistrello, L. – Antonelli, A. (2019): Black soldier fly (*Hermetia illucens* L.): effect on the fat integrity using different approaches to the killing of the prepupae. J. Insects Food Feed, 6. 121–131.
- Nakamura, S. – Ichiki, R. – Shimoda, M. – Morioka, S. (2016): Small-scale rearing of the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), in the laboratory: Low-cost and year-round rearing. Appl. Entomol. Zool., 51. 161–166.
- Nguyen, T. T. X. – Tomberlin, J. K. – Vanlaerhoven, S. (2013): Influence of resources on *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) larval development. J. Med. Entomol., 50. 898–906.

- Oonincx, D. G. A. B. – van Broekhoven, S. – van Huis, A. – van Loon, J. J. A. (2015): Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS One*, 10. e0144601.
- Oonincx, D. G. A. B. – Volk, N. – Diehl, J. J. E. – van Loon, J. J. A. – Belušič G. (2016): Photoreceptor spectral sensitivity of the compound eyes of black soldier fly (*Hermetia illucens*) informing the design of LED-based illumination to enhance indoor reproduction. *J. Insect Physiol.*, 95. 133-139.
- Park, K. – Kim, W. – Kim, E. – Choi, J. – Kim, S. (2016): Effect of adult population density on egg production in the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*). *Int. J. Indust. Entomol.*, 33. 92-95.
- Romano, N. – Fischer, H. – Egniew, N. (2020): Color and sugar preferences of adult black soldier fly (*Hermetia illucens*) (Diptera: *Stratiomyidae*) for feeding and oviposition. *J. Environ. Biol.*, 41. 1132-1137.
- Saadoun, J. H. – Montevicchi, G. – Zanasi, L. – Bortolini, S. – Macavei, L.I. – Masino, F. – Maistrello, L. – Antonelli, A. (2020): Lipid profile and growth of black soldier flies (*Hermetia illucens*, *Stratiomyidae*) reared on by-products from different food chains. *J. Sci. Food Agric.*, 100. 3648-3657.
- Sheppard, D. C. – Tomberlin, J. K. – Joyce, J. A. – Kiser, B. C. – Sumner, S. M. (2002): Rearing methods for the black soldier fly (Diptera: *Stratiomyidae*). *J. Med. Entomol.*, 39. 695-698.
- Schneider, J. C. (2019): Effects of light intensity on mating of the black soldier fly (*Hermetia illucens*, Diptera: *Stratiomyidae*). *J. Insects Food Feed*, 6. 111-119.
- Tomberlin, J. K. – Sheppard, D. C. – Joyce, J. A. (2002): Selected life-history traits of black soldier flies (Diptera: *Stratiomyidae*) reared on three artificial diets. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 95. 379-386.
- Tomberlin, J. K. – Adler, P. H. – Myers, H. M. (2009): Development of the black soldier fly (Diptera: *Stratiomyidae*) in relation to temperature. *Environ. Entomol.*, 38. 930-934.
- Tomberlin, J. K. – van Huis, A. (2020): Black soldier fly from pest to 'crown jewel' of the insects as feed industry: an historical perspective. *J. Insects Food Feed*, 6. 1-4.
- van Huis, A. – Tomberlin, J. K. (eds) (2017): *Insects as food and feed: from production to consumption*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 447.
- Waldbauer, G. P. (1986): The consumption and utilization of food by insects. *Adv. Insect Phys.*, 5. 229-88.
- Yang, F. – Tomberlin, J. K. (2020): Comparing selected life-history traits of black soldier fly (Diptera: *Stratiomyidae*) larvae produced in industrial and bench-top-sized containers. *J. Insect Sci.*, 20. 1-6.
- Yang, F. – Tomberlin, J. K. – Jordan, H. R. (2021): Starvation alters gut microbiome in black soldier fly (Diptera: *Stratiomyidae*) larvae. *Front. Microbiol.*, 12. 601253.
- Zhang, J. – Huang, L. – He, J. – Tomberlin, J. K. – Li, J. – Lei, C. – Sun, M. – Liu, Z. – Yu, Z. (2010): An artificial light source influences mating and oviposition of black soldier flies, *Hermetia illucens*. *J. Insect Sci.* 2010; 10. 1-7.

Érkezett: 2021. május

Szerző címe: Hetényi N.  
Állatorvostudományi Egyetem  
Állattenyésztési, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Intézet  
Takarmányozástani és Klinikai Dietetikai Tanszék

Author's address: University of Veterinary Medicine, Institute of Animal Breeding,  
Nutrition and Laboratory Animal Science Department for Animal Nutrition  
and Clinical Dietetics  
H-1078 Budapest, István u. 2.  
hetenyi.nikoletta@univet.hu

## A BALATONI SUDÁR PONTY (*CYPRINUS CARPIO MORPHA ACCUMINATUS*) INDUKÁLT SZAPORÍTÁSA ÉS INTENZÍV RENDSZERBEN TÖRTÉNŐ LÁRVANEVELÉSÉNEK VIZSGÁLATA

LÁNG LEVENTE ZETE - BERNÁTH GERGELY - BOKOR ZOLTÁN - CSORBAI BALÁZS -  
FODOR FERENC - SZÁRI ZSOLT - MOLNÁR JÓZSEF - NAGY BORBÁLA -  
CSENKI-BAKOS ZSOLT - URBÁNYI BÉLA - VÁRKONYI LEVENTE

### ÖSSZEFOGLALÁS

A szerzők balatoni sudár pontyon végeztek szaporítási és lárvanevelési vizsgálatokat zárt intenzív recirkulációs rendszerben. Kutatásukhoz az ikrás ( $N=5$ ) és a tejes ( $N=5$ ) állományt a fajtafenntartó (Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt.) biztosította. Munkájukban a ponty hagyományos keltetőházi indukált szaporítási módszerét követték. A kísérlet alatt 3 alkalommal (keléskor, a táplálkozó lárvaszakasz kezdetén és a kelést követő 10. napon) csoportonként 20 véletlenszerűen kiválasztott egyed testparamétereit (átlagos testhossz és nedves testtömeg) vették fel és alkalmanként további 10 egyeden lárvmorfológiai vizsgálatokat végeztek. Az intenzív rendszerben történő lárvanevelésnek köszönhetően egységes (testhossz értéke:  $10,5 \pm 0,7$  mm, testtömeg értéke:  $12,1 \pm 1,7$  mg) és életképes állományt állítottak elő (megmaradási arány:  $94 \pm 2\%$ ). Ezek az egyedek tógazdasági körülmények között jobb megmaradást érhetnek el a hagyományos módon neveltekhez képest. A lárvmorfológiai vizsgálataink során, az irodalmi adatokkal összevetve, nem tapasztaltak jelentős számú elváltozást.

### SUMMARY

Láng, L. Z. – Bernáth, G. – Bokor, Z. – Csorbai, B. – Fodor, F. – Szári, Zs. – Molnár, J. – Nagy, B. – Csenki-Bakos, Zs. – Urbányi, B. – Várkonyi, L.: ARTIFICIAL PROPAGATION AND LARVAE REARING IN RECIRCULATION AQUACULTURE SYSTEM (RAS) OF THE HUNGARIAN CARP LANDRACE (*CYPRINUS CARPIO MORPHA ACCUMINATUS*).

In the experiment, Hungarian carp landrace was propagated and reared in a closed intensive recirculation system. The female ( $N=5$ ) and male ( $N=5$ ) broodstock was provided by the owner of the breed (Balaton Fish Management Non-Profit Ltd). The traditional carp propagation method was followed. Body parameters (standard body length and wet body weight) of 20 randomly selected individuals from each group were recorded at 3 developmental stages (at hatching, at the beginning of the feeding larvae stage, and at the 10th day post hatching). Larvae malformations were examined by on an additional 10 individuals at each 3 sampling times. An uniform (body length:  $10.5 \pm 0.7$  mm, body weight:  $12.1 \pm 1.7$  mg) and stable feeding fingerling population was produced (survival rate:  $94 \pm 2\%$ ) in RAS. These fingerlings can achieve better survival rate in pond culture than the larvae reared at traditional conditions. A negligible number of malformations was observed at the 3 different sampling times. Based on the larval morphological studies, significant alterations compared to the literature data could not be observed.

## BEVEZETÉS

A ponty (*Cyprinus carpio*) Közép-Európa és hazánk egyik legfontosabb tenyésztett halfaja (MA-HAL, 2019), mely széles körben elterjedt és hasznosított (FAO, 2020). Környezeti igényekkel szemben tágtúrású és rendkívül jó növekedési eréllyel rendelkezik. A Balatonban és annak vízgyűjtőjén élő egyedi tájfajta a balatoni sudár ponty (*Cyprinus carpio morpha accuminatus*). Fenntartója a Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt. (Udvari, 2017). A horgászok körében kedvelt sporthal. Gazdasági jelentősége miatt kulcsfontosságú tenyésztésének technológiai fejlesztése (MA-HAL, 2017). A precíziós tenyésztési módszerek egyre nagyobb teret hódítanak mind hazánkban, mind világszerte (Urbányi, 2011). Ezen technológiák legnagyobb előnye, hogy az általuk biztosított környezeti paraméterek szabályozhatók, így nagyobb biztonsággal nevelhetők bennük akár áruhal méretig az egyedek (Urbányi és mtsai, 2015). A gazdaságos tenyésztés alapját képező előnevelt ponty előállítására hagyományos tavi viszonyok között erősen kitett a különböző ragadozó szervezeteknek, az időjárási tényezőknek, valamint a természetes táplálék kínálatnak (Horváth és mtsai, 2018). Kísérletünkben a tájfajta szaporítását és lárve-nevelését a tógazdasági körülményektől eltérően zárt intenzív recirkulációs rendszerben végeztük (Żarski és mtsai, 2011). A lárvamorfológiai vizsgálatok az első életszakaszokban nagy jelentőséggel bírnak (Ługowska és Sarnowski 2011). Kutatásunk eredményei hozzájárulhatnak egy hatékonyabb balatoni sudár ponty lárve-nevelési technológia kifejlesztéséhez. Eredményeink segítséget nyújthatnak a tóban élő természetes sudár ponty állomány fenntartásához, valamint az évről évre növekvő horgászkereslet kiszolgálásához.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Kísérletünkhöz a fajtafenntartó irmapusztai tógazdaságából biztosította az anyaállományt (♂  $N=5$ ; ♀  $N=5$ ). Az egyedeket a MATE Halgazdálkodási Tanszék infrastruktúrájához tartozó zárt intenzív recirkulációs rendszerében tartottuk. Az ikrásokat egy  $3 \text{ m}^3$ , a tejeseket pedig egy  $1 \text{ m}^3$  térfogatú, halnevelő egységbe telepítettük. A szaporítás előtt rögzítettük a halak tömegét (ikrás:  $2273 \pm 668 \text{ g}$ , tejes:  $1766 \pm 454 \text{ g}$ ) és sztenderd testhosszát (ikrás:  $44 \pm 4 \text{ cm}$ , tejes:  $42 \pm 4 \text{ cm}$ ). A rendszerbe történő telepítés előtt 15 perc időtartamú,  $25 \text{ mg/l}$  töménységű sófürdőt alkalmaztunk parazitamentesítés céljából. Az indukált szaporítást a keltetőházi gyakorlatnak megfelelően hajtottuk végre (Horváth és mtsai, 2018). A kezeléseket előtt a halakat 2-fenoxietanolos oldatban bódítottuk. Az ikrások esetében a teljes testtömegre számított hipofízis mennyiség ( $4 \text{ mg/ttkg}$ ) 10%-át elő-, majd 12 óra elteltével annak 90%-át döntő adagként injektáltuk. A második hormonkezelést követően az ivarnyílást Dafilon USP 3 típusú, fel nem szívódó sebészeti varróanyaggal bevarrtuk, hogy megakadályozzuk az ikra elszórását. A tejeseket egy adagban,  $2 \text{ mg/ttkg}$  ponty hipofízis dózissal kezeltük. Az anyákat (tejesek és ikrások)  $22^\circ\text{C}$ -on tartottuk. Mindkét ivar esetében az első hormonkezeléstől számított 24 óra után történt a fejés. A hímek ivartermékének gyűjtéséhez  $5 \text{ ml}$ -es fecskendőt használtunk, míg az ikrát száraz tálba fejtük, és a termékenyítésig  $21^\circ\text{C}$ -on tároltuk. A folyamat során igyekeztünk elkerülni a minták vizezettel és bélsárral történő szennyeződését (Bernáth, 2016). A kísérlet során egy ikrástól

332 g ikrát fejtünk, amelyet az öt tejes egyedtől származó, összesen 7,5 ml kevert spermával szárazon elkevertük. A termékenyítéshez rendszervíz, a duzzasztáshoz Woynarovich oldatot (10 l rendszervíz, 40 g konyhasó, 30 g karbamid) alkalmaztunk (Woynarovich, 1962). Egy óra elteltével 0,5 g/l töménységű tannin (csersav) oldattal kezeltük az ikratételt a ragadósság végleges megszüntetésének érdekében. A megtermékenyített ikra inkubációja 7 l-es Zuger-üvegben történt, amelyet a recirkulációs intenzív rendszerbe építettünk be (Csorbai és mtsai, 2020). Az ikratételt az inkubáció második napján a gombás fertőzések megelőzés érdekében 100 literenként 10 ml Saprostop-pal (Baska Ferenc, egyéni vállalkozó) kezeltük. Az inkubáció 23°C-on 72 óra alatt ment végbe. A lárvákat közvetlenül a kelés után kihelyeztük egy fizikai-, és biológiai szűrővel, illetve UV fényvel működő, csíraszám csökkentő eszközzel ellátott, automatizált PLC (Programmable logic controller – programozható logikai vezérlő) vezérlésű Rack rendszerbe. Közvetlen a kelés után, a kikelt lárvatömegből véletlenszerűen választottuk ki az első méréshez az egyedeket. A haltartó edényekbe (10 l) literenként 50 egyedet helyeztünk ki. A kísérlet során 6 tartályt használtunk. A lárvák a kelés után 72 órával kezdték meg exogén táplálkozásukat. Napi négy alkalommal *ad libitum* mennyiségben frissen keltetett sórák (*Artemia salina*) lárzával kezdtük meg etetésüket. A kísérlet időtartama a kelést követően 10 nap volt. A lárvák testparamétereit a kísérlet 10 napja során 3 alkalommal rögzítettük, a keléskor, a táplálkozó lárvaszakasz kezdetekor és a kelést követő 10. napon. A vizsgált egyedeket véletlenszerűen választottuk ki a mérésekhez. Mértük a halak nedves testtömegét és teljes testhosszát. A testtömeg méréséhez analitikai mérleget (Mettler Toledo AB204-S, Budapest, Magyarország) használtunk és a rögzített értékeket négy tizedesjegy pontossággal jegyeztük fel. A halak testhosszát vonalzóval mértük meg. Az egyedeket a vizsgálatok előtt 2-fenoxietanos (99%; 0,30 ml/l) oldatban altattuk. A méréseket minden medencéből véletlenszerűen kiválasztott 20-20 egyedden végeztük el. Emellett, 10-10 egyedden alaktani elváltozásokat kerestünk. A talált eltéréseket mindhárom alkalommal rögzítettük. A lárvamorfológiai vizsgálatok időpontja egybeesett a testparaméterek felvételezésével. Az egyedeken a szabályos fejlődéstől eltérő rendellenességeket (görbült test, torz farokfejlődés, szikdeformáció, fejdeformitás, ödéma, úszóhólyag torzulás, aneurizmás beverzés) rögzítettük (Bernáth és mtsai, 2018). Vizsgálatainkhoz Leica M205 FA típusú fluoreszcens sztereo mikroszkópot használtunk, amelyre Leica DFC 7000T kamerát csatlakoztattunk. A képek rögzítését a Leica Application Suite X szoftver segítségével végeztük (Leica Microsystems GmbH; Wetzlar, Németország). Minden esetben sötét háttér (dark filed) beállítást használtunk. Lárvamérettől függően változott a nagyítás és az expozíciós idő (frissen kelt lárva: 20-szoros nagyítás, 80 MS; táplálkozó lárvaszakasz kezdete: 15-szörös nagyítás, 80 MS; egy hetes táplálkozó lárva: 7,8-szoros nagyítás, 80 MS). A halak rögzítéséhez 3%-os metilcellulóz oldatot használtunk. A morfológiai elváltozások értékelése vizuálisan történt. Minden csoport esetében kiszámítottuk a megmaradást, amelyet a kihelyezett halak (500 db) száma alapján, a mintázáskor eltávolított (20+20+10 db), és a kísérlet zárásakor a medencében talált élő állatok számából határoztuk meg.



## EREDMÉNYEK

Eredményeink alapján a lárvák testhossza keléskor  $4,4 \pm 1$  mm (1. ábra), testtömegük pedig  $1,0 \pm 0,3$  mg volt (2. ábra). A következő mérést a táplálkozó lárvaszakasz kezdetén végeztük, ekkor az átlagos testhossz  $5,5 \pm 0,5$  mm-re (1. ábra), az átlagos testtömeg pedig  $1,5 \pm 0,1$  mg-ra (2. ábra) növekedett. A kelést követő 10. napon a testhossz értéke  $10,5 \pm 0,7$  mm (1. ábra), míg a testtömeg  $12,1 \pm 1,7$  mg (2. ábra) volt.

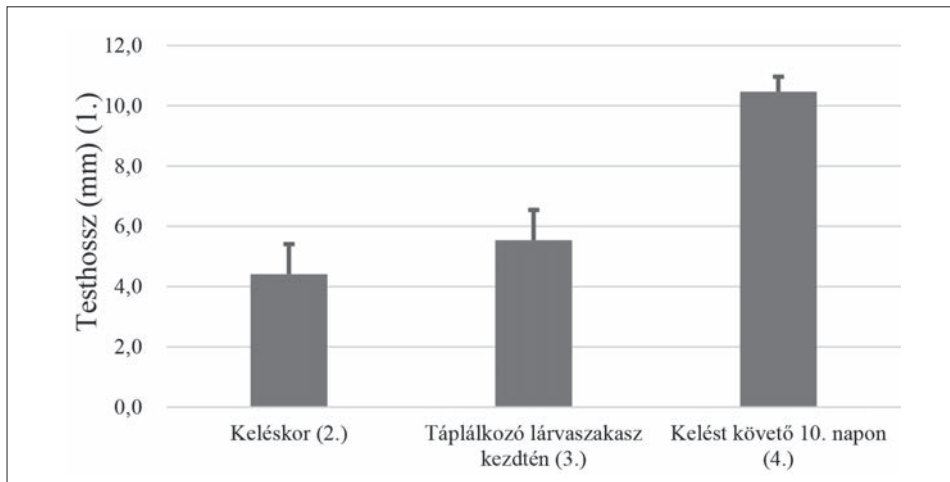
Vizsgálatunk során átlagosan  $94 \pm 2$  % megmaradást figyeltünk meg (3. ábra).

A morfológiai vizsgálatok során nem tapasztaltunk jelentős számú torzulást (1. táblázat), egy adott egyedben azonban egyszerre akár több is előfordult. A kísérlet során a lárvák morfológiai elváltozásai közül elsősorban ödémát és szikdeformitást találtunk (1. táblázat). Megfigyelhető volt továbbá még a fejet, úszóhólyagot, illetve farki részt érintő torzulás is (1. táblázat).

## KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Eredményeink alapján elmondhatjuk, hogy kísérletünk során sikeresen indukáltuk és végeztük el a balatoni sudár ponty szaporítását zárt intenzív rendszerben. Nagy biztonsággal hajtottuk végre továbbá az embriók inkubációját és keltetését egy kísérleti recirkulációs nevelőegységben. Tudomásunk szerint elsőként határoztuk meg az adott tájfajta lárváinak általános testhossz és testtömeg paraméte-

1. ábra A testhossz változása a kísérlet során



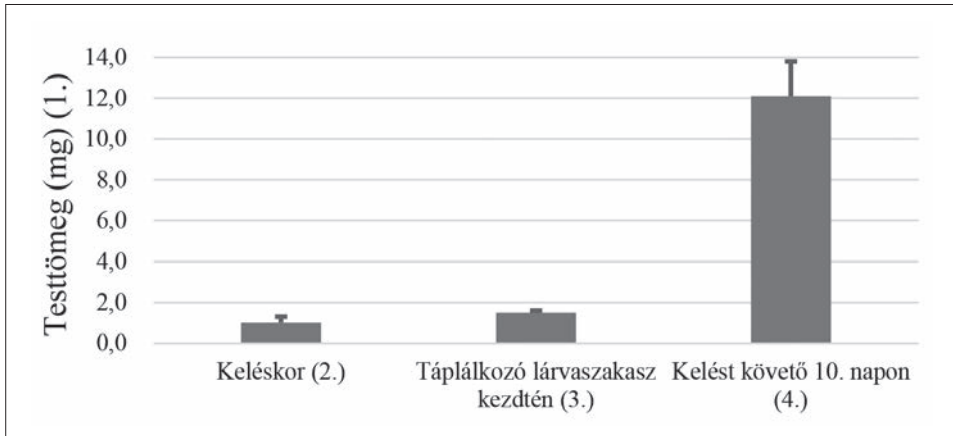
Három eltérő időpontban rögzítettük az egyedek standard testhossz értékeit ( $N=120-120$ ). Az ábrán az értékek átlaga, és a hozzájuk tartozó szórások láthatóak.

Figure 1. The change of body length during the experiment

The standard body length values of the individuals were recorded at three different times ( $N=120-120$ ). The figure shows the mean values and the standard deviations.

body length (1); at hatching (2); at the beginning of the feeding larval stage (3); on day 10 after hatching (4)

2. ábra A testtömeg változása a kísérlet során



Három eltérő időpontban rögzítettük az egyedek standard testtömeg értékeit ( $N=120-120$ ). Az ábrán az értékek átlaga, és a hozzájuk tartozó szórások láthatóak.

Figure 2. The change of body weight during the experiment

The standard body weight values of the individuals were recorded at three different times ( $N=120-120$ ). The figure shows the mean values and the standard deviations body weight (1); at hatching (2); at the beginning of the feeding larval stage (3); on day 10 after hatching (4)

3. ábra A lárvák megmaradási aránya kádanként (500 egyed/kád)

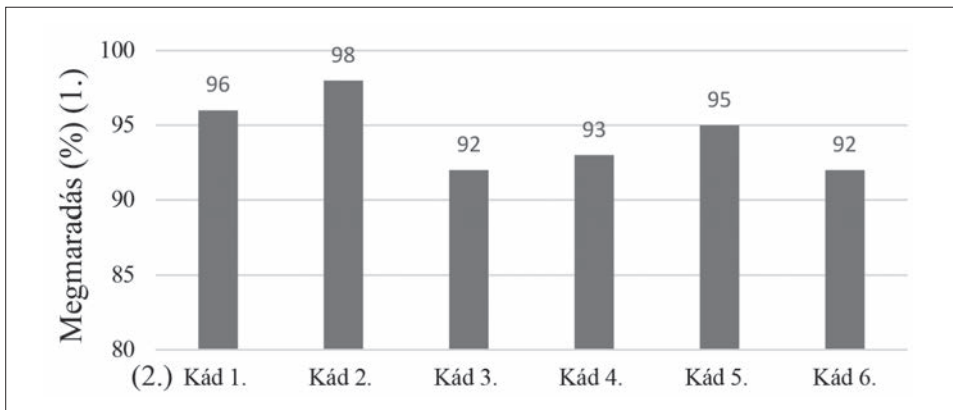


Figure 3. The survival rate per tanks (500 in each at hatching)

survival rate (1); number of tanks (2)

reit. A tíz napos nevelési időszak alatt magas növekedési értékeket rögzítettünk. A vizsgálat végén rögzített megmaradási arány  $94\pm 2\%$  volt. Összehasonlítva az irodalmi adatokkal, Horváth és mtsai (2018) tavi előnevelés esetében feljegyzett  $45\pm 21\%$ -os megmaradási eredményéhez képest jelentősen magasabb értékeket tapasztaltunk. Hasonlóan magas értékeket ( $>99\%$ -os megmaradás) tapasztalt

1. táblázat

**A három mintavétel alatt megfigyelt morfológiai elváltozások (N=150-150)**

Morfológiai elváltozás (1)	Keléskor (db) (2)	Táplálkozó lárvaszakasz kezdetén (db) (3)	Kelést követő 10. napon (db) (4)
Görbült test (5)	0	2	2
Torz farokfejlődés (6)	5	0	0
Szikdeformitás (7)	0	0	0
Fejdeformitás (8)	5	1	2
Ödéma (9)	5	0	0
Úszóhólyag torzulás (10)	0	1	1
Aneurizmás bevérzés (11)	0	1	0
<b>Összesen (12)</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

Table 1. The malformations observed at the three sampling times (N=150-150)

malformations (1); at hatching (2); at the beginning of the feeding larval stage (3); at the 10th day post hatching (4); curved body (5); deformed tail development (6); yolk-sac deformation (7); deformed head development (8); oedema (9); deformed swimming bladder development (10); hematoma (11); total (12)

nemesített pontyváltozat esetében *Jaanuska és Jaanuska (2017)*  $24\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ -os hőmérséklet mellett. *Jeziarska és mtsai (2000)*, illetve *Martins és mtsai (2009)* pontyokkal végzett vizsgálataikban hasonlóan kedvező megmaradási eredményeket értek el recirkulációs intenzív rendszerben. Feltételezésünk szerint kísérletünk során a tartási körülmények, valamint az étvágy szerinti sórák etetése egyaránt hozzájárultak a magas megmaradási arányhoz, amelyet *Briant és Matty (1980)*, *Jaanuska és Jaanuska (2017)* kutatásai is igazolták. Az elért magas megmaradási arányt elősegítette továbbá a kihelyezett optimális egyedszám is (*Jelkić és mtsai, 2012*). Az intenzív rendszernek köszönhetően a lárvanevelés korai szakaszában az egyedek nincsenek kitéve a kedvezőtlen tavi körülményeknek (baktériumok, vízi gombák, zooplankton szervezetek), ezért nagyobb biztonsággal állítható elő nagy mennyiségű, jól táplálkozó lárva. Eredményeink alapján az általunk javasolt lárvanevelési módszer alkalmazásával az aktuális évi kihelyezést követően feltehetően a lárvatömeg nagyobb túlélési eséllyel rendelkezhet. A vizsgált lárvmorfológiai elváltozások mértéke nem volt számottevő egyik mintavételi időpontban sem (*Martins és mtsai, 2009*; *Ługowska és Sarnowski 2011*; *Žarski és mtsai, 2011*). A morfológiai eltérések aránya azonban az általunk vizsgált balatoni sudárponty állomány esetében elmaradt más, a pontyfélék esetében leírt, szakirodalmi adatoktól (*Martins és mtsai, 2009*). Az intenzív rendszerben előnevelt lárvak, az általános tógazdasági körülmények között kihelyezett zsenge lárvánál nagyobbak, így jobb megmaradást érhetnek el (*Horváth és Tamás, 1981*). Jelentős méretékű szétnövést nem tapasztaltunk. Ezek az eredmények is hozzájárulhatnak a balatoni sudárponty lárwanevelési technológiájának fejlesztéséhez, ennek révén pedig a tavak, így a Balaton, évről évre növekvő horgász keresletének kiszolgálásához.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton köszönjük a Balatoni Halgazdálkodás Nonprofit Zrt-nek, különösképpen Fekete Áron tőegységvezetőnek, hogy anyaállományt biztosítottak számunkra a kísérleteinkhez. Kutatásainkat a GINOP-2.3.2-15-2016-00004, a Halászati Operatív Program III. tengelye és az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 számú projektek támogatták. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. Ezt a kutatást az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatta a Tématerületi Kiválósági Program 2020, Nemzeti Kihívások Alprogram (TKP2020-NKA-16) keretében.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Bernáth, G. (2016): A halsperma minősítési rendszerének gazdasági célú fejlesztése. Doktori (PhD) értekezés, SZIE, Gödöllő, 45.
- Bernáth, G. - Csenki, Zs. - Bokor, Z. - Várkonyi, L. - Molnár, J. - Szabó, T. - Staszny, Á. - Ferincz, Á. - Szabó, K. - Urbányi, B. (2018): The effects of different preservation methods on ide (*Leuciscus idus*) sperm and the longevity of sperm movement. *Cryobiology*, 81. 125-131.
- Briant, P. L. – Matty, A. J. (1980): Optimisation of artemia feeding rate for carp larvae (*Cyprinus carpio* L.). *Aquaculture*, 21. 203-212.
- Csorbai, B. - Urbányi, B. – Bernáth, G. – Szabó, T. – Várkonyi, L. – Molnár, J. - Csenki-Bakos, Zs. – Bokor, Z. (2020): Kisméretű recirkulációs keltetők felhasználásának lehetősége Magyarországon. *Halászat-Tudomány*, 6. 13-18.
- FAO (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. FAO, Rome
- Horváth, L. – Tamás, G. (1981): A tenyésztett halak szaporodásának és szaporításának irányszámai In *Ivadéknevelés*. Szerk.: Horváth, L. és Tamás, G. Mezőgazdasági könyvkiadó vállalat, Debrecen, 165.
- Horváth, L. - Bokor, Z. - Csorbai, B. (2018): A ponty szaporodásbiológiája és szaporítása In: A ponty (*Cyprinus carpio* L.) biológiája és tenyésztése. Szerk.: Csorbai, B. és Urbányi, B.: Szent István Egyetem Kiadó, Gödöllő, 36.
- Horváth, L. - Bokor, Z. - Csorbai, B. (2018): Tenyésztéstechnológia. In: A ponty (*Cyprinus carpio* L.) biológiája és tenyésztése. Szerk.: Csorbai, B. és Urbányi, B.: Szent István Egyetem Kiadó, Gödöllő, 86-87.
- Jaanuska, H. - Jaanuska, L. (2017): Test of different feeding regimes and diets for rearing *Cyprinus carpio* larvae in closed RAS. *Acta Biol. Univ. Daugavp.*, 17. 157-167.
- Jelkić, D. - Opačak, A. - Stević, I. - Ozimec, S. - Jug-Dujaković, J. - Safner, R. (2012): Rearing carp larvae (*Cyprinus carpio*) in closed recirculatory system (RAS). *Ribarstvo*, 70. 9-17.
- Jeziarska, B. - Lugowska, K. - Witeska, M. - Sarnowski, P. (2000): Malformations of newly hatched common carp larvae. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities (EJPAU) Fisheries*, 3. 2.
- Ługowska, K. – Sarnowski, P. (2011): Heads or tail fish hatching. *Acta Ichthyol. Piscat.*, 41. 13-17.
- MA-HAL (2017): Jelentés a Szervezet működésének 2016. évi eredményeiről. MA-HAL, Budapest, 1-53.
- MA-HAL (2019): Jelentés a Szervezet működésének 2018. évi eredményeiről. MA-HAL, Budapest, 1-53.
- Martins, C. – Marco, G. - Stephan, S. W. - Eding, E. - Verreth, J. (2009): The accumulation of substances in Recirculating Aquaculture Systems (RAS) affects embryonic and larval development in common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*. 291. 65-73.
- Udvari, Zs. (2017): Magyarországon elismert pontyfajták. Földművelésügyi Minisztérium, Horgászati és Halgazdálkodási Főosztály, Iktatószám: HHgF/268/2017. 1.
- Urbányi, B. (2011): Egyes gazdasági haszonhalaink hímivartermékeinek mélyhűtése, a technológia standardizálásának kidolgozása és gyakorlati alkalmazása. MTA Doktori értekezés, Gödöllő.

- Urbányi, B.* (2015): Az intenzív haltenyésztés története, definíciói. In: *Csorbai, B. – Péteri, A. – Urbányi, B.* (szerk.): Intenzív haltenyésztés. Vármédia-Print Kft., Gödöllő, 5-10.
- Woynarovich, E.* (1962): Hatching of carp eggs in zug glass and breeding of carp larvae until an age of 10 days. *Bamidgeh*, 14. 38-46.
- Žarski, D. - Targońska, K. - Krejszef, S. - Kwiatkowski, M. - Kupren, K. - Kucharczyk, D.* (2011): Influence of stocking density and type of feed on the rearing of crucian carp, (*Carassius carassius L.*), larvae under controlled conditions. *Aquaculture International*, 19. 1105-1117.

Érkezett: 2021. május

*A szerzők címe:* Láng L. Z. - Bernáth G. - Bokor Z. - Csorbai B. - Molnár J. - Nagy B. - Csenki-Bakos Zs. - Urbányi B. - Várkonyi L.  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék

*Authors' address:* Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Institute for Aquaculture and Environmental Safety, Department of Aquaculture H-2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.  
Lang.Levente.Zete@uni-mate.hu

*Fodor F. - Szári Zs.*  
Balatoni Halgazdálkodási Nonprofit Zrt.  
Balaton Fish Management Non-Profit Ltd.  
H-8600 Siófok, Horgony u. 1.

## **2021-BEN SIKERESEN MEGVÉDETT MTA DOKTORI ÉRTEKEZÉS ÖSSZEFOGLALÓJA – SUMMARY OF DSc DISSERTATION IN THE YEAR OF 2021**

### **MOLEKULÁRIS MARKERVIZSGÁLATOK MANGALICA, RACKA, MERINÓ, SZÜRKEMARHA ÉS SZARVAS ÁLLOMÁNYOKON**

ZSOLNAI ATTILA

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Gödöllő

Vizsgálatainkban kétféle markert és többféle meghatározási technikát alkalmaztunk. Az értekezésben a PhD fokozatszerzés óta eltelt tizennyolc évnyi kutatómunkám egy részét foglaltam össze, amelynek alanyai többségében hazai állatállományok voltak.

A mikroszatellit markerek ismétlődő szekvenciariészletek, tipizálásuk annak a néhány bázispár ismétlődésének számbeli változékonyságán alapul. E markereket populációgenetikai paraméterek meghatározására használtuk mangalicában, szürkemarhában, rackában és szarvasban.

Az SNP markerek (single-nucleotide polymorphism = egyszerű nukleotid polimorfizmus) kevésbé polimorfak a mikroszatelliténél, de a mikroszatellitéhez képest, sűrűbben helyezkednek el a genomban. Egy polimorf nukleotid pozícióban általában kétféle nukleotid mutatható ki. Ezt a markertípust használtuk a mangalica fajták egyszerűsített elkülönítésének fejlesztésére és a prion proteint kódoló változatok jellemzésére.

A mikroszatellitek és SNP-k sokszorosításához polimeráz láncreakciót alkalmaztunk. A mikroszatellitek hossz, illetve genotípus meghatározására kapilláris elektroforézist használtunk. Szintén kapilláris elektroforézis segítségével határoztuk meg a prion protein genotípusokat is.

- Mangalicában igazoltuk, hogy a mangalica, genetikai háttere alapján, három csoportba sorolható. A három csoport megfelel a szőke, vörös és feckehasú fajtáknak. Hat SNP lókusszal alternatív megoldást kínáltunk a fajták mikroszatellitekkel történő azonosításának felváltására. Élelmiszerek eredetvizsgálatában alkalmazható mangalicaspecifikus gyorsesztesztet fejlesztettünk.
- Racka esetében mikroszatellit vizsgálatokkal igazoltuk a fekete és fehér racka genetikai különbözőségét. A kapott genetikai távolságot más juh fajta-párok kontextusában is megvizsgáltuk.
- Magyar szürkemarha mikroszatellit vizsgálatokkal a magyar szürkemarha állomány tenyészetekre lebontott genetikai struktúráját mértük fel. Olyan tenyészeteket azonosítottunk, melyek különleges figyelmet érdemelnek diverzitás, génfenntartás szempontjából.
- Gímsszarvas származásellenőrzéshez egy 4-plex, egy 5-plex és egy 8-plex PCR csomagot hoztunk létre.

- A juh surlókór rezisztenciájával kapcsolt prion proteint kódoló gén változatainak meghatározására új vizsgálati eljárást alkalmaztunk. Német eredetű kos állományban detektáltuk a surlókór rezisztens genotípusra való szelekció negatív hatását.

## **MOLECULAR MARKER STUDIES ON MANGALICA, RACKA, MERINO, HUNGARIAN GREY CATTLE AND DEER**

ATTILA ZSOLNAI

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Gödöllő

In our studies, we used two types of markers, several techniques for their identification, and numerous algorithms for their analyses. In the dissertation, I summarized a part of our eighteen years of research work since my Ph.D. degree, most of which subjects were Hungarian livestock.

Microsatellite markers are repetitive elements in the genome, and their genotyping is based on their lengths. These markers were applied to determine population genetic parameters in Mangalitza pig, Hungarian Grey cattle, Racka sheep, and deer.

SNP markers (single-nucleotide polymorphism) are less polymorphic than microsatellites, but their abundance is much higher than microsatellites. Generally, two nucleotides can be detected at a given polymorphic nucleotide position. This marker was useful for developing a simplified determination of Mangalitza breeds from DNA samples and to characterize variants encoding the sheep prion protein.

PCR reactions were used to amplify microsatellites and SNPs. Capillary electrophoresis was utilised to determine the length and genotype of the microsatellites. Prion protein genotypes were also determined via capillary electrophoresis.

Achievements reported in the dissertation:

- We demonstrated that Mangalitza could be divided into three groups based on its genetic background. The three groups correspond to the Blond, Red, and Swallow-Belly breeds. With six SNP loci, we offered an alternative solution to replace the identification of species with microsatellites. A Mangalitza-specific rapid DNA test was also developed.
- In the case of Racka sheep, the genetic differences between Black and White Racka were confirmed by microsatellite studies. The revealed genetic distance was also examined in the context of other pairs of sheep breeds.
- The genetic structure of the Hungarian Grey cattle, broken down into breeding units, was measured via analysis of microsatellite markers. We have identified farms that deserve special attention in diversity and gene conservation programs.
- We developed a 4-, 5-, and an 8-plex PCR kit for pedigree control for red deer.
- A new assay was applied to determine the prion protein gene variants, which are associated with sheep scrapie resistance. A negative effect of selection for scrapie-resistant genotype was detected in rams imported abroad.

## 2021-BEN SIKERESEN MEGVÉDETT PhD DISSZERTÁCIÓK ÖSSZEFOGLALÓI SUMMARIES OF PhD DISSERTATIONS IN THE YEAR OF 2021

### HŐKEZELÉS NÉLKÜLI JUHTEJ MIKROBIOLÓGIAI ÁLLAPOTA

TONAMO TEMA ANDUALEM

Debreceni Egyetem, Debrecen

Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Témavezetők: Komlósi István DSc, Peles Ferenc PhD

A jelölt tőgyfelületi minták, egyedi és elegytej minták, valamint sajtminták mikrobiológiai állapotát (összcsíraszám, *Enterobacteriaceae* szám, *Escherichia coli* szám, *Staphylococcus aureus* szám, és tejsavbaktérium szám) vizsgálta. A mintákból izolált törzsek azonosítása után a gyűjtött sztafilokokusz és tejsavbaktérium törzsek fenotípusos (tellurit redukció, lecitináz aktivitás, koaguláz teszt, hemolízis, kataláz teszt, oxidáz teszt, és antibiotikum rezisztencia) és genotípusos (enterotoxin gének hordozása) tulajdonságait is vizsgálta.

Eredményei alapján a következő megállapításokat tette:

- A „California Mastitis Test” során negatívnak bizonyuló egyedi tejminták ( $n = 108$ ) átlag összcsíraszám  $2,9 \pm 1,0$  TKEU/ml, átlag *Enterobacteriaceae* száma  $1,5 \pm 0,5$  lg TKE/ml, az átlag *Staphylococcus aureus* száma pedig  $2,6 \pm 0,7$  lg TKE/ml volt. A „California Mastitis Test” által gyenge pozitívnak ( $n = 11$ ), valamint a pozitívnak ( $n = 5$ ) jelölt egyedi tejminták esetén az átlag összcsíraszám  $3,6 \pm 1,1$  és  $3,6 \pm 0,8$  lg TKE/ml, az átlag *Enterobacteriaceae* szám  $1,8 \pm 0,6$  és  $3,0 \pm 0,9$  lg TKE/ml, az átlag *Staphylococcus aureus* szám pedig  $2,8 \pm 0,3$  és  $3,4$  lg TKE/ml volt.
- A négy juhtelepről gyűjtött tőgyfelületi minták átlag összcsíraszám értéke  $2,5 \pm 0,8$  lg TKE/cm<sup>2</sup> ( $1,0$  és  $5,1$  lg TKE/cm<sup>2</sup> között változott). A tőgyfelületi minták átlag *Enterobacteriaceae* száma  $1,2 \pm 0,6$  lg TKE/cm<sup>2</sup> ( $0,1$  és  $2,6$  lg TKE/cm<sup>2</sup> között változott). A *S. aureus* a tőgyfelületi minták csupán 2,6%-a esetén ( $n = 2/77$ ) volt kimutatható.
- A négy telepről gyűjtött egyedi tejminták átlag összcsíraszám  $3,1 \pm 1,1$  lg TKE/ml ( $1,0$  és  $5,5$  lg TKE/ml között változott) volt. Az egyedi tejminták átlag *Enterobacteriaceae* száma  $1,9 \pm 0,8$  lg TKE/ml ( $0,0$  és  $3,9$  lg TKE/ml között változott) volt. A *S. aureus* hat egyedi tejminta (7,0%) esetén volt kimutatható, az átlag értéke pedig  $2,9 \pm 0,6$  lg TKE/ml volt.
- Hat (20,7%) *S. aureus* izolátum (öt a Farm III elegytej mintáiból, egy pedig a Farm III egyedi tejmintáiból származott) volt rezisztens a tetraciklinre. A sztafilokokusz enterotoxin gének jelenlétét 25 *S. aureus* izolátum esetén lehetett kimutatni. A sec enterotoxin gén jelenléte 17 *S. aureus* törzs esetén volt megfigyelhető. Az enterotoxin gének előfordulása a Farm I-ről ( $n = 11/17$ ) és Farm III-ról ( $n = 11/18$ ) származó törzsek esetén volt a legnagyobb, majd a Farm IV-ről ( $n = 2/4$ )



és végül a Farm II-ről ( $n = 0/2$ ) származó törzsek következtek. Az egyedi tejmintákból származó törzsek esetén ( $n = 17$ ) lehetett a leggyakrabban enterotoxin gének jelenlétét kimutatni, melyet az elegytej mintákból származó törzsek ( $n = 5$ ), a sajtmintából származó törzsek ( $n = 2$ ), végül a tőgyfelületi mintákból származó törzsek ( $n = 2$ ) követték.

- A tőgyfelületi és tejmintákból hat koaguláz-negatív *Staphylococcus* fajt (*S. auricularis*, *S. caprae*, *S. equorum*, *S. haemolyticus*, *S. simulans* és *S. xylosus*) sikerült azonosítani. Az izolált koaguláz-negatív sztafilokokkusok penicillinre, tetraciklinre, trimetoprim/sulfametoxazolera, és/vagy eritromicinre voltak rezisztensek. Az öt antibiotikum rezisztens koaguláz-negatív sztafilokokkusz közül három törzs a Farm III-ről (2 törzs egyedi tejmintából, 1 törzs pedig elegytej mintából származott), kettő pedig a Farm I egyedi tejmintájából származott. Egy koaguláz-negatív sztafilokokkusz (*S. auricularis*) esetén, mely a Farm I egyedi tejmintájából származott, *seg* és *sei* enterotoxin gének hordozása volt tapasztalható.
- A mintákból három tejsavbaktérium nemzetségbe (*Lactobacillus*, *Leuconostoc* és *Enterococcus*) tartozó fajokat azonosítottuk. Az izolált törzsek 72,7%-a (5 törzs sajt mintából, 3 törzs a Farm III tejmintájából származott) volt rezisztens a cefoxitinre. A nyolc törzs közül egy törzs a tetraciklinre is rezisztens volt.

## MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF UNPASTEURIZED SHEEP MILK

ANDUALEM TONAMO TEMA

University of Debrecen, Debrecen

Doctoral School of Animal Science

Supervisors: István Komlósi DSc, Ferenc Peles PhD

The microbiological status (total plate count, *Enterobacteriaceae* count, *Escherichia coli* count, *Staphylococcus aureus* count, and lactic acid bacteria count) of udder surface samples, individual and bulk tank milk samples, furthermore cheese samples were investigated in the thesis. After the identification, the phenotypic (tellurite production, lecithinase activity, coagulase test, hemolysis, catalase test, oxidase test and antibiotic resistance) and genotypic (enterotoxin gene presence) characteristics of the staphylococci and lactic acid bacteria strains were also investigated.

The following results were obtained:

- Total plate count was  $2.9 \pm 1.0$  lg CFU/mL, *Enterobacteriaceae* count:  $1.5 \pm 0.5$  lg CFU/mL and *Staphylococcus aureus* count:  $2.6 \pm 0.7$  lg CFU/mL in overall ( $n = 108$ ) California Mastitis Test negative udder halves milk samples. Individual raw milk samples with weak positive ( $n = 11$ ) and positive ( $n = 5$ ) CMT scores had TPC mean value of  $3.6 \pm 1.1$  and  $3.6 \pm 0.8$  lg CFU/mL, *Enterobacteriaceae* count:  $1.8 \pm 0.6$  and  $3.0 \pm 0.9$  lg CFU/mL, *Staphylococcus aureus* count:  $2.8 \pm 0.3$  and  $3.4$  lg CFU/mL, respectively.

- The overall mean value of total plate count of udder surface samples obtained from four sheep farms was  $2.5 \pm 0.8$  lg CFU/cm<sup>2</sup> (ranged from 1.0 to 5.1 lg CFU/cm<sup>2</sup>). *Enterobacteriaceae* count of udder surface samples was  $1.2 \pm 0.6$  lg CFU/cm<sup>2</sup> (ranged from 0.1 to 2.6 lg CFU/cm<sup>2</sup>). *S. aureus* was detected in only 2.6% (n = 2/77) of udder surface samples.
- Overall average value of total plate count of individual raw milk samples originated from four sheep farms was  $3.1 \pm 1.1$  lg CFU/mL (ranged from 1.0 to 5.5 lg CFU/mL). *Enterobacteriaceae* count of individual raw milk samples was  $1.9 \pm 0.8$  lg CFU/mL (ranged from 0.0 to 3.9 lg CFU/mL). *S. aureus* was detected in six (7.0%) individual raw milk samples with overall mean value of  $2.9 \pm 0.6$  lg CFU/mL.
- Six (20.7%) *S. aureus* isolates of Farm III (five isolates of bulk tank milk and one of individual raw milk) were resistant to tetracycline. Staphylococcal enterotoxin genes were detected in 25 *S. aureus* isolates in which *sec* was the most prevalent, being detected in 17 *S. aureus* strains. Higher occurrence of enterotoxins was observed in strains originated from Farm I (n = 11/17) and III (n = 11/18), followed by Farm IV (n = 2/4) and Farm II (n = 0/2). Enterotoxins detected more frequently in IRM (n = 17) followed by BTM (n = 5) and cheese (n = 2) and udder surface (n = 2) samples.
- Six coagulase-negative *Staphylococcus* (*S. auricularis*, *S. caprae*, *S. equorum*, *S. haemolyticus*, *S. simulans* and *S. xylosus*) were identified from either from udder surface and/or from raw milk samples. Penicillin G, tetracycline, trimethoprim/sulfamethoxazole, and erythromycin antibiotics resistance was detected in at least one of five resistant coagulase-negative staphylococci strains. Among the five resistant coagulase-negative staphylococci isolates, three were originated from Farm III (2 strains of individual raw milk and 1 of bulk tank milk) and two were from Farm I individual raw milk. Enterotoxin gene (*seg* and *sei*) was diagnosed in only one coagulase-negative *Staphylococcus* strain (*S. auricularis*) of Farm I individual raw milk.
- Three different lactic acid bacteria genera were identified namely *Lactobacillus*, *Leuconostoc* and *Enterococcus*. Eight (72.7%) lactic acid bacteria strains, five from cheese samples and three from Farm III milk samples, were resistant to cefoxitin. Out of the eight cefoxitin resistant isolates, one was also resistant to tetracycline.

## HAZAI SERTÉSFAJTÁK TELJES GENOM- ÉS KOMPLEX ANDROLÓGIAI VIZSGÁLATA A SZAPORODÁSBIOLOGIAI MUTATÓK JAVÍTÁSA ÉRDEKÉBEN

BALOGH ESZTER ERIKA

Debreceni Egyetem, Debrecen

Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Témavezetők: Rátky József DSc, Anton István PhD

A jelölt a magyarországi nagyfehér törzstenyészetek esetében egyes szaporodásbiológiai tulajdonságok genetikai hátterét (nagy felbontású Illumina Porcine SNP60K BeadChip - GeneSeek® Genomic Profiler™; genotipizálás - Neogen Europe Ltd., Skócia, Egyesült Királyság) vizsgálta a szaporodásbiológiai muta-

tók javítása érdekében. Elvégezte a kanok (magyar nagyfehér és magyar lapály) komplex andrológiai vizsgálatát, valamint ellenőrizte egy - a sertések termékenyítőanyagának motilitásvizsgálatára szolgáló - hordozható eszköz alkalmazhatóságát.

Eredményei alapján a következő megállapításokat tette:

- A magyar nagyfehér hússertés esetében három, az összesen született malacok számával (total number of piglets born, TNB) kapcsolságot mutató SNP-t (marker ss azonosító: rs80878088, rs336610321, rs326153933) azonosított (-log<sub>10</sub> p = 6,0, 7,86 és 6,22), az 1., 6. és 13. kromoszómán.
- A magyar nagyfehér hússertés esetében hét, a születéskori alomtömeggel (litter weight born alive, LWA) kapcsolságot mutató SNP-t (marker ss azonosító: rs81382693, rs340060083, rs345681434, rs81459332, rs80882327, rs81473286, rs319594780) azonosított (-log<sub>10</sub> P = 10,35, 5,87, 8,56, 7,76, 8,47, 10,46, 7,72) az 5., 6., 14., 16., 17. és az X kromoszómán.
- A magyar nagyfehér hússertés esetében hét, a holtan született malacok számával (number of piglets born dead, NBD) kapcsolságot mutató SNP-t (marker ss azonosító: rs81382693, rs340060083, rs80893810, rs80845657, rs329723588, rs338594773, rs333328959) azonosított (-log<sub>10</sub> p = 10,95, 5,43, 8,29, 6,72, 6,81, 5,90 és 5,15) az 5., 6., 13., 14., 15., 16. és 18. kromoszómán.
- A magyar nagyfehér hússertés esetében egy, a 21 napos átlagos alomtömeggel (mean litter weight on the 21st day, M21D) kapcsolságot mutató SNP-t (marker ss azonosító: rs699316219) azonosított (-log<sub>10</sub> p = 5,62) az 1. kromoszómán.
- A magyar nagyfehér hússertés esetében egy, a két fialás között eltelt idővel (interval between litters, IBL) kapcsolságot mutató SNP-t (marker ss azonosító: rs81301813) azonosított (-log<sub>10</sub> p = 7,56) a 8. kromoszómán.
- Elsőként hasonlította össze a Microptic (asztali) és az Ongo (hordozható) CASA rendszereket sertés (magyar nagyfehér, magyar lapály, danbred × duroc, duroc × pietrain) termékenyítőanyag elemzésében. A Bland-Altman módszerrel végzett összehasonlító vizsgálat (koncentráció: -3,85 M/ml; progresszív motilitás: 1,09%; motilitás: - 0,91%) nagy hasonlóságot mutatott a mérések között.

## **GENOME WIDE ASSOCIATION STUDY AND COMPLEX ANDROLOGICAL EXAMINATION OF HUNGARIAN SWINE BREEDS IN ORDER TO IMPROVE REPRODUCTIVE PARAMETERS**

ESZTER ERIKA BALOGH

University of Debrecen, Debrecen

Doctoral School of Animal Science

Supervisors: József Rátky DSc, István Anton PhD

The genetic background of some reproductive traits of Hungarian Large White was investigated in the thesis in order to improve reproductive parameters. Genotyping was performed by Neogen Europe Ltd. (Scotland, UK) using Illumina Porcine SNP60K BeadChip (GeneSeek® Genomic Profiler™ High-Density). Complex andrological examination of the males (Hungarian Large White and Landrace) was performed and a portable system applicability was verified for testing porcine semen.

The following results were obtained:

- Three SNPs (marker ss ID: rs80878088, rs336610321, rs326153933) on chromosomes 1, 6 and 13 were identified to be associated ( $-\log_{10} p = 6.0, 7.86$  and  $6.22$ ) with the total number of piglets born (TNB) of Hungarian Large White sows.
- Seven SNPs (marker ss ID: rs81382693, rs340060083, rs345681434, rs81459332, rs80882327, rs81473286, rs319594780) on chromosomes 5, 6, 14, 16, 17 and X were identified to be associated ( $-\log_{10} p = 10.35, 5.87, 8.56, 7.76, 8.47, 10.46, 7.72$ ) with the litter weight born alive (LWA) of Hungarian Large White sows.
- Seven SNPs (marker ss ID: rs81382693, rs340060083, rs80893810, rs80845657, rs329723588, rs338594773, rs333328959) on chromosomes 5, 6, 13, 14, 15, 16 and 18 were identified to be associated ( $-\log_{10} p = 10.95, 5.43, 8.29, 6.72, 6.81, 5.90$  and  $5.15$ ) with the number of piglets born dead (NBD) of Hungarian Large White sows.
- One SNP (marker ss ID: rs699316219) on chromosome 1 was identified to be associated ( $-\log_{10} p = 5.62$ ) with the average litter weight on the 21st day (M21D) of Hungarian Large White sows.
- One SNP (marker ss ID: rs81301813) on chromosome 8 was identified to be associated ( $-\log_{10} p = 7.56$ ) with the interval between litters (IBL) of Hungarian Large White sows.
- Strong correlation was found between the investigated (Microptic and Ongo) devices: Bland-Altman plot (concentration:  $-3.85$  M/ml; progressive motility:  $1.09\%$ ; total motility:  $-0.91\%$ ) at Hungarian Large White, Hungarian Landrace, Danbred  $\times$  Duroc, Duroc  $\times$  Pietrain swine breeds.

## **A MEZEI NYÚL (*LEPUS EUROPAEUS*, P. 1778) POPULÁCIÓDINAMIKÁJÁT MEGHATÁROZÓ ÉS AZ AZOKAT BEFOLYÁSOLÓ EGYES PARAMÉTEREK VIZSGÁLATA**

FARKAS PÉTER

Debreceni Egyetem, Debrecen

Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Témavezetők: Kusza Szilvia DSc, Majzinger István PhD

A jelölt a mezei nyúl állományok alakulását befolyásoló tényezőket vizsgálta, eltérő egyedsűrűségű alföldi élőhelyeken. Összesen 378 egyedből származó szervmintát vizsgált meg. A kutatás terepi adatgyűjtésből, mintagyűjtésből, laboratóriumi vizsgálatokból és számítógépes adatfeldolgozásból állt. Munkájában elemezte a terítékre került egyedek korösszetételét és szaporodási jellemzőit, mint az állománycsökkenés egyik lehetséges okát. Elemezte továbbá a korcsoportok relatív és abszolút hozzájárulását a populáció szaporodási teljesítményéhez.

Eredményei alapján a következő megállapításokat tette:

- A vizsgált vadászterületen belül változékonnyabb tulajdonság a testtömeg és a vese-zsír, kevésbé változékonny a vemhesülési arány. Kimutatta, hogy ezeken a területeken az állomány nagyobb részét az egy év alatti és az egy-kettő éves korcsoport egyedei alkották. Megállapította, hogy az évenkénti koreloszlás alapján az állományok nagyobb részét az említett korosztályok teszik ki.

- Kutatásával arra mutatott rá, hogy a vizsgált időtávban az egy évesnél idősebb egyedek termékenysége állandónak tekinthető. A nőstények szaporodási küszöbéletkora fél év, mert az ilyen korú egyedekben a placentahegek kimutathatók. Megállapította, hogy termékeny és terméketlen adult nőstények ugyanabba a korcsoportba tartoznak.
- Megállapította, hogy a két-, hároméves és az idősebb egyedek relatív szaporodási teljesítménye igen figyelemre méltó, de alacsonyabb részarányuk miatt a szaporulathoz való hozzájárulásuk abszolút értelemben kisebb. Magasabb abszolút szaporulati hozzájárulást az egy év alatti és az egy-, kétéves korcsoportok adják, éppen nagyobb állományon belüli létszám-arányuk miatt.

### **EXAMINATION OF PARAMETERS AND FACTORS AFFECTING AND INFLUENCING POPULATION DYNAMICS OF EUROPEAN BROWN HARES (*LEPUS EUROPAEUS*, P. 1778)**

PÉTER FARKAS

University of Debrecen, Debrecen

Doctoral School of Animal Science

Supervisors: Szilvia Kusza DSc, István Majzinger PhD

In the thesis the factors influencing changes in brown hare populations in different lowland habitats were examined where the species occurs in large numbers. From a total of 378 animals organ samples was examined. The work consisted of field data collection, sample collection, laboratory tests, and computerized data processing. In the thesis were analysed the composition of hunting bag particularly the age structure and the reproduction characteristics of animals as a possible cause of population decline of the species. It was examined the absolute and relative contribution of reproduction performance in different age groups as well.

The following results were obtained:

- In the hunting areas, were examined the most variable characteristics were body weight and kidney fat index, the least variable was pregnancy rate. The examination was demonstrated that in both areas, the majority of the population was composed of the age groups under 1 year and between 1-2 years. The thesis was established that based on the yearly age distribution, a larger part of the population belonged to these age groups.
- It was demonstrated that in both areas and in all the three years the fertility of individuals over 1 year of age can be considered constant on the basis of calculated values. I mentioned that the threshold age for the reproduction of females is around 6 months, as individuals of this age already had placental scars. It was established that adult females without signs of fertility belong to the same age group as fertile aged females.
- It was found that individuals of the age group 2-3 and above are the most remarkable in terms of relative reproduction performance, but as there are fewer of them, their absolute contribution is lower. The age groups under 1 year and 1-2 years provide higher absolute contribution, in spite of their lower relative contribution, due to their higher proportion in the population.

## KECSEGE SZAPORÍTÁSI ÉS IVADÉKNEVELÉSI TECHNOLÓGIÁK FEJLESZTÉSÉNEK ÚJ LEHETŐSÉGEI

FELEDI TIBOR

Debreceni Egyetem, Debrecen

Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Témavezetők: Nagy Sándor Alex PhD, Váradi László PhD

A jelölt a tokfélék ikra ragadósságának elvételére tej, keményítő és a Woynárovich II. oldatok hatását vizsgálta, illetve a nedves és félszáraz termékenyítési mód termékenyülésre és kelésre kifejtett eredményességét tesztelte. A kecsge ivadékok száraz tápra szoktatásának optimális idejét és módját, valamint az alkalmazott száraz táp optimális szemcseméretét próbálta meghatározni. Vizsgálta a keltetés különböző időpontjaiban kelt lárvák termelési mutatói között meglévő esetleges különbségeket. Összehasonlította a kecsge dunai és szibériai alfajának termelési potenciálját a száraz tápra szoktatás, a hőmérsékleti igények és a növedéknevelés tekintetében.

Eredményei alapján a következő megállapításokat tette:

- A valódi tokfélék esetében a nedves termékenyítési módszer hatékonysága meghaladja a félszáraz módszerét (ikrás 2. termékenyülési arány: 87,44% vs. 65,77%; ( $p \leq 0,05$ )). Amennyiben a fejt ikratételt a termékenyítést megelőzően tiszta vízzel öblítjük át, úgy csökkenteni tudjuk az ovuláris folyadék termékenyülést gátló hatását.
- A „Woynárovich-féle” módszerrel ragadósság mentesített ikrából később kel ki a zsenge ivadék (a termékenyítést követő 89-144. óra), mint a tej (84-122. óra), vagy keményítő (86-126. óra) oldattal kezelt ikrából.
- Habár kecsge esetében a láva közvetlenül az „exogén” táplálkozásának megkezdésekor képes felvenni és emésztetni a száraz tápot, a megfelelő túlélési arány eléréséhez (66,7 és 59,6 vs. 48,1%; ( $p \leq 0,05$ )) és a későbbi egészséges fejlődéshez szükséges egy néhány napos élő eleséggel történő táplálási időszak.
- A kecsge lárvák élő táplálékról száraz tápra történő átszoktatása azok 14-21. napos korában ajánlatos. Ekkor kedvezőbb megmaradás (7. napos: 36% vs. 14 és 21 napos: 76,1 és 89,9%; ( $p \leq 0,05$ )) és a termelési mutatók (lehalászási hozam: 7. napos: 5,30 g/L vs. 14 és 21 napos: 11,71 és 11,41 g/L; ( $p \leq 0,05$ )) elérése érdekében. Annak viszont, hogy az átszoktatás folyamatosan (4 napon keresztül) vagy hirtelen történik, igazolhatóan nem volt jelentősége.
- A kecsge-lárvák táplálására alkalmazott, azonos beltartalmú száraz starter-tápok szemcseméretét tekintve megállapítható, hogy a 0,2-0,4 mm-es frakciójú használatával kedvezőbb túlélési arány (50,0 vs. 36,0% és 81,3 vs. 76,1%; ( $p \leq 0,05$ )) érhető el. Ezzel szemben a 0,4-0,8 mm nagyságú alkalmazásával viszont jobb növekedési ütem (az elért testtömeg 0,95 vs. 0,63 g és 0,99 vs. 0,68 g; ( $p \leq 0,05$ )) figyelhető meg. A lehalászási hozamot tekintve azonban a kísérlethez használt, eltérő szemcseméretű száraz táp alkalmazásának nem volt jelentős befolyásoló hatása.
- A kelés kezdeti fázisában kelt lárvák megmaradási aránya (30,5%) jelentősen elmarad a 12 (39%) és a 24 (49,5%; ( $p \leq 0,05$ )) órával később kipattant fajtársaiétól. A túlélő kecsge-lárvák későbbi termelési mutatóira a kelés ideje nincs jelentős befolyásoló hatással.

- A szibériai alfaj kisebb elhullási veszteség mellett szoktatható át száraz tápra, mint a dunai alfaj (megmaradási arány: 66,7 vs. 35,4%; ( $p \leq 0,05$ )). A két alfaj egyéb termelési mutatói a nevelés ezen kezdeti szakaszában jelentősen nem különböznek egymástól.
- Mindkét alfaj számára a 23°C tartási hőmérséklet kedvezett legjobban, azaz ebben a hőfoktartományban volt a leggyorsabb a növekedési üteme (SGR: 7,55%/nap) és a takarmányértékesítési együttható értéke (FCR: 0,94%/%) is itt volt a legalacsonyabb. Mind a 20°C-on (SGR: 7,33%/nap; FCR: 0,99%/%), mind a 26°C-on (SGR: 7,17%/nap; FCR: 1,05%/%; ( $p \leq 0,05$ )) tapasztalt értékek elmaradtak ettől.

## **NEW POSSIBILITIES ON IMPROVEMENT OF PROPAGATION AND LARVAL NURSING TECHNOLOGY OF STERLET**

TIBOR FELEDI

University of Debrecen, Debrecen

Doctoral School of Animal Science

Supervisors: Sándor Alex Nagy PhD, László Váradi PhD

Milk, starch and Woynárovich II. solutions were investigated for elimination of adhesiveness of sturgeon eggs. Wet and semidry fertilisation methods also were tested on the fertilisation and hatching rates. Optimal time and method of the weaning to dry diet, and two different particle sizes of feed were determined in sterlet nursing. Performances of sterlet larvae hatched different times were examined. Production parameters of Danube and Siberian subspecies of sterlet were compared in terms of weaning to dry diet, temperature demands and nursing of juveniles.

The following results were obtained:

- In the case of genuine sturgeon the efficiency of the wet fertilization method exceeds that of the semi-dry method (fertilization rate in female 2.: 87.44% vs. 65.77%; ( $p \leq 0.05$ )). Rinsing the freshly stripped eggs with clean water before fertilization, the inhibiting effect of the ovarian fluid on the fertilization can be diminished.
- Eggs treated for egg adhesiveness elimination with "Woynárovich" method, hatch later (89-144 hours post-fertilization) than in case of milk- (84-122 hours post-fertilization) or starch-solution (86-126 hours post-fertilization) treated eggs.
- Sterlet larvae can ingest and digest the dry feed at the beginning of exogenous feeding, however for an appropriate survival rate (66.7 and 59.6 vs. 48.1%; ( $p \leq 0.05$ )) and later healthy development it requires several days period of feeding with live food.
- It was recommended that weaning of sterlet larvae from live to dry diets takes place in period 14-21 days post-hatch (DPH). In such case a greater survival (7-DPH-weaned - 36%, vs. 14- and 21-DPH-weaned - 76.1% and 89.9%, respectively; ( $p \leq 0.05$ )) and production parameters (yield in 7-DPH-weaned 5.30 g L<sup>-1</sup> vs. 14-DPH- and 21-DPH-weaned 11.71 g L<sup>-1</sup> and 11.41 g L<sup>-1</sup>, respectively; ( $p \leq 0.05$ )).

- Regarding the particle size of starter feeds with the same content used for feeding sterlet larvae, it can be stated that the use of the 0.2-0.4 mm size leads to a better survival rate compared to 0.4-0.8 mm (50.0% vs. 36.0% and 81.3 vs. 76.1%; ( $p \leq 0.05$ )). On the other hand, a greater mean weight (0.95 g vs. 0.63 g and 0.99 g vs. 0.68 g; ( $p \leq 0.05$ )) was observed using the 0.4-0.8 mm size. However, in terms of harvest yield, there was no effect of feed particle size.
- The survival rate of earlier hatched larvae (30.5%) is significantly lower than that of their siblings hatched 12 hours and 24 hours later (39.0% and 49.5%, respectively; ( $P \leq 0.05$ )). Likewise, I demonstrated that the time of hatching has no significant effect on the subsequent production parameters of sterlet larvae.
- The Siberian subspecies can be weaned to dry food with lower mortality than the Danube subspecies (66.7% vs. 35.4% survival; ( $p \leq 0.05$ )). The other production indicators of the two subspecies do not differ significantly at this initial stage of rearing.
- The most favourable rearing temperature for both sterlet subspecies is 23°C, as both the growth rate (7.55% day<sup>-1</sup> SGR) and the feed utilization (0.94 g g<sup>-1</sup> FCR) were the most favourable on this temperature. Both other tested temperatures of 20°C and 26°C led to inferior results (7.33% day<sup>-1</sup> and 7.17% day<sup>-1</sup> SGR and 0.99 g g<sup>-1</sup> and 1.05 g g<sup>-1</sup> FCR, respectively; ( $p \leq 0.05$ )).

## **A METHICILLIN-REZISZTENS *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* FERTŐZŐTTSÉG VIZSGÁLATA HASZONÁLLATOKBAN ÉS ÉLELMISZEREKBE MALDI-TOF MS TECHNIKA ALKALMAZÁSÁVAL**

HORVÁTH BRIGITTA

Debreceni Egyetem, Debrecen

Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Témavezetők: Peles Ferenc Árpád PhD, Micsinai Adrienn PhD

A jelölt különböző élelmiszerekből és haszonállatokból származó *S. aureus* törzseket azonosított MALDI-TOF MS technikával, továbbá ezzel a technikával végezte a törzsek antibiotikum rezisztenciájának meghatározását, melynek megerősítése korongdiffúziós módszerrel, szelektív differenciáló táptalaj használatával és a *mecA* gén kimutatásával történt. Járványügyi és epidemiológiai szempontból a *S. aureus* fajok klonális vonalainak elkülönítése nagy jelentőséggel bír ezért elvégezte a törzsek MLST és *spa* tipizálását is. A MALDI-TOF MS vizsgálatokhoz új minta-előkészítési módszert dolgozott ki, mely lehetővé teszi a törzsek magas log score értékkel történő azonosítását és a methicillin-rezisztencia valamint a szekvenca típus specifikus csúcsok meghatározását.

Eredményei alapján a következő megállapításokat tette:

- Módosított minta-előkészítési eljárást, hangyasavas szuszpendálást dolgozott ki, melynek alkalmazásával szignifikáns mértékben magasabb ( $P < 0,05$ ) log score értékkel azonosította az izolátumokat mint direkt mintafelvitellel és hangyasavas direkt mintafelvitellel.
- A „*Staphylococcus aureus* komplex” fajainak elkülönítésére 8 specifikus ion fragment értéket határozott meg a referencia törzsek tömegspektrumainak



- elemzése során (2641 m/z, 3453 m/z, 5032 m/z, 5286 m/z, 4911 m/z, 4942 m/z, 6818 m/z, 6908 m/z).
- Az MRSA és a MSSA elkülönítésére 3 methicillin-rezisztencia specifikus csúcspot (2453 m/z, 2718 m/z, 3885 m/z) határozott meg melyek lehetővé tették az MRSA törzsek gyors azonosítását az élelmiszerekből származó *S. aureus* izolátumok közül.
  - Az élelmiszerekből izolált 47 *S. aureus* törzs vizsgálata során 2 izolátum esetében methicillin-rezisztenciát határozott meg, melyek közül a sertésárjából izolált MRSA törzs t011 *spa* típusú és a 398 szekvencia típusba tartozik, mely Európában a leggyakrabban előforduló állattenyésztéssel összefüggő MRSA típus.
  - A szekvencia típusok alapján 7 specifikus markerszettet határozott meg MALDI-TOF MS módszerrel, melyek az ST7, ST15, ST1, ST5, ST12, ST97 és az ST398 típusú törzsek azonosítását és egymástól való elkülönítését segítik elő.

## INVESTIGATION OF METHICILLIN-RESISTANT *STAPHYLOCOCCUS AUREUS* INFECTION IN FARM ANIMALS AND FOOD USING MALDI-TOF MS TECHNIQUE

BRIGITTA HORVÁTH

University of Debrecen, Debrecen  
Doctoral School of Animal Science

Supervisors: Ferenc Árpád Peles PhD, Adrienn Micsinai PhD

*S. aureus* strains from different food and farm animal sources were identified by MALDI-TOF MS technique. The antibiotic resistance of the strains was primarily determined by MALDI-TOF MS technique and confirmed by confirmatory tests: disc diffusion method, selective differentiation medium and detection of the *mecA* gene. From an epidemiological point of view, the isolation of clonal lineages of *S. aureus* species is of great importance and therefore MLST and *spa* typing of strains was performed. A new sample preparation method was developed for MALDI-TOF MS studies, which allowed the identification of strains with high log scores value and the determination of methicillin resistance and sequencing type specific peaks.

The following results were obtained:

- A modified sample preparation procedure: formic acid suspension was developed, which resulted in significantly higher ( $P < 0.05$ ) log score values for isolates identified by modified sample preparation method compared to direct sample preparation method and formic acid direct sample preparation method.
- For the discrimination of "*Staphylococcus aureus* complex" species, 8 specific ion fragment values were determined by analysing the mass spectra of reference strains (2641 m/z, 3453 m/z, 5032 m/z, 5286 m/z, 4911 m/z, 4942 m/z, 6818 m/z, 6908 m/z).
- 3 methicillin resistance specific peaks (2453 m/z, 2718 m/z, 3885 m/z) were determined for the discrimination of MRSA and MSSA, which allowed rapid identification of MRSA strains from foodborne *S. aureus* isolates.
- During the examination, 2 isolates revealed methicillin resistance from the 47 *S. aureus* strains isolated from foodstuffs, of which the MRSA strain isolated from

- pigs' spare ribs belonged to the spa type t011 and the sequence type 398, which is the most common type of MRSA associated with animal production in Europe.
- Based on the sequence types, 7 specific marker sets were identified by MALDI-TOF MS to identify and distinguish between strains ST7, ST15, ST1, ST5, ST12, ST97 and ST398.

## **A MÉHANYA ÉLETKORÁNAK HATÁSA A MÉHCSALÁDOK (*APIS MELLIFERA* L.) TAVASZI FEJLŐDÉSÉRE, A MÉZTERMELÉSÉRE ÉS A *VARROA* ATKA (*VARROA DESTRUCTOR*) TERHELTSÉGÉRE**

TAKÁCS MARIANNA

Debreceni Egyetem, Debrecen

Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Témavezető: Oláh János PhD

A jelölt a méhanya életkorának változása alapján vizsgálta a méhcsaládok tavaszi demográfiai felfutásának intenzitását, a serkentő etetés hatását is figyelembe véve a nemzedékváltás időpontját; az akác-és napraforgóméz mennyiségének alakulását, valamint a *Varroa destructor* elleni kezeléseket követő atkahullást. Vizsgálatait 150 méhcsaládos termelő méhészetben végezte Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében, Nyírmadán. A kutatási időszak négy évet ölelt fel (2016-2019), melynek során 0, 1, 2 és 3 éves méhanyás családokat vont be a vizsgálati csoportokba. Az eredmények kiértékelése során figyelembe vette a klimatikus tényezők hatását is (relatív légnedvesség, minimum, maximum és átlagos léghőmérséklet).

Eredményei alapján a következő megállapításokat tette:

1. A tavaszi serkentő etetés hatására a méhcsaládokban a nemzedékváltás két héttel korábban jelentkezhet. A nemzedékváltás időpontjában a fiatalabb méhanyás családban szignifikánsan ( $p < 0,05$ ) több a fedett fiasítást tartalmazó keretek száma. Közép–Boczonádi kaptárban többszöri lepény és cukorszirup kijuttatás hatására az egykorú fedett fiasítás az egy- és kétéves méhanyák méhcsaládjaiban átlagosan 6,9–7,2 keretre, míg a hároméves méhanyás családokban szignifikánsan kevesebb ( $p < 0,05$ ), átlagosan  $4,5 \pm 0,6$  keretre terjed ki.
2. A méhcsaládok tavaszi fejlődésének időszakában a márciusi hőmérséklet a legnagyobb jelentőségű. A szélsőségesen alacsony hőmérséklet ( $-15^\circ\text{C}$  alatti hőmérséklet) hatására a hároméves méhanyás családokban a nemzedékváltás időpontjában a fedett fiasítás kevesebb, mint 5 kereten figyelhető meg. A fiasítás kiterjedése nem éri el az  $1320 \text{ cm}^2$ -t, a több generáció későbbi megjelenése csökkent méztermelést eredményezhet.
3. A hároméves méhanyás családokban a *Varroa* atkák hullása lassabb ütemben valósul meg ( $p < 0,05$ ).

**THE EFFECT OF THE AGE OF QUEEN BEE ON THE SPRING  
DEMOGRAPHIC DEVELOPMENT, THE HONEY PRODUCTION AND THE  
VARROA MITE (*VARROA DESTRUCTOR*) BURDEN OF HONEY BEE  
(*APIS MELLIFERA* L.) COLONIES**

MARIANNA TAKÁCS

University of Debrecen, Debrecen  
Doctoral School of Animal Science  
Supervisor: János Oláh PhD

In the PhD research, the age of the queen bee played a significant role in the focus of the studies in each case. The aim of the study was to evaluate the intensity of spring development of honey bee colonies, the time of population shift, the honey production (acacia and sunflower), and the extent of Varroa mite infestation, which causes the greatest economic damage in Hungarian apiaries, based on the effect of the age of the queen bee. The other main line of the dissertation was the evaluation of the obtained results together with meteorological data (relative humidity, minimum, maximum and average temperature). The research was conducted in a professional apiary with 150 honey bee colonies in Szabolcs-Szatmár-Bereg county, Nyírmada. In each study year (2016-2019), honey bee colonies with new; one-, two- and three-year-old queen bee were included in the studies.

The following results were obtained:

1. As a result of spring stimulant feeding, the population shift in honey bee colonies may occur two weeks earlier. At the time of population shift the number of frames containing covered brood was significantly higher ( $p < 0,05$ ) in colonies with young queen bee. As a results of increased stimulation (application more sugar pies and sugar syrup) the contemporary covered brood covers an average 6.9–7.2 frames in honey bee colonies with one – and two – year old queen bee, while in colonies headed by three-year-old queen bee there is an average of  $4.5 \pm 0.6$  frame with covered brood experienced in the Middle-Boczonádi brood chamber.
2. During the spring demographic development of honey bee colonies, the March temperature has the greatest importance. Due to the extremely low temperature (below  $-15$  °C) in March during the spring population growth, in honey bee colonies with three-year-old queen bee the covered brood is concentrated in less than 5 Middle-Boczonádi frames at the time of population shift and the 1320  $\text{cm}^2$  is not achieved by contemporary covered brood. The later appearances of several generation in honey bee colony may result in reduced honey production.
3. In honey bee colonies with three-year-old queen bee the death and fallen of *Varroa destructor* mites occurs at slower rate ( $p < 0,05$ ).

## **A HŐ-STRESSZ KÁROS HATÁSÁNAK CSÖKKENTÉSE A PECSENYEKACSAK NÉHÁNY ANTIOXIDÁNS- ÉS TERMELÉSI PARAMÉTERÉRE A TAKARMÁNY E-VITAMIN, C-VITAMIN, SZELÉN ÉS CINK KIEGÉSZÍTÉSÉVEL**

HORVÁTH MÁRTA

Debreceni Egyetem, Debrecen

Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola

Témavezető: Babinszky László PhD

A jelölt azt vizsgálta, hogy a takarmány C- és E-vitamin, valamint a cink és szelén kiegészítése állandó magas környezeti hőmérséklet esetén ( $30 \pm 1^\circ\text{C}$  24 órán keresztül 28 napig) miképpen befolyásolja a pecsenye kacsák: néhány élettani paraméterét beleértve az antioxidáns védelmi rendszert; a táplálóanyagok átalakulását, az emészthetőség és energia valamint fehérje hasznosítást, továbbá a termelési paramétereket és az értékes kacsahús részek kémiai összetételét a nevelés 14 és 42 napja között. Ezen kívül bemutatta a hőstressz negatív hatásának csökkentését a takarmány vitamin és ásványi anyag kiegészítésével (C-vitamin, E-vitamin, cink, szelén) a kacsahús takarmányozásban.

Az eredmények alapján az alábbi megállapításokat tette:

- A szérumban az antioxidáns kapacitása (melyet az ACL=zsíroldékony antioxidáns vegyületek és ACW=vízoldékony antioxidáns vegyületek határoznak meg) szignifikánsan javult ( $p < 0,05$ ), a lipid peroxidáció (melyet az MDA=malondialdehid koncentráció jelez) szignifikánsan csökkent ( $p < 0,05$ ).
- Hőstressz során a termelési paraméterek (élő súly, súlygyarapodás, takarmány értékesítés) javultak ( $p < 0,05$ ) különböző mennyiségű E-vitamin, C-vitamin, szelén és cink kiegészítéssel a húskacsák esetében.
- A takarmány E-vitamin tartalma és a vér zsíroldékony antioxidáns vegyületei (ACL) továbbá a takarmány C-vitamin tartalma és a vér vízoldékony antioxidáns vegyületei (ACW) között pozitív korreláció áll fent.
- A testhőmérséklet továbbá a kacsahús (comb, mell) kémiai összetétele nem változik ( $p > 0,05$ ) hústípusú kacsák esetén,  $30 \pm 1^\circ\text{C}$ -os állandó hőmérsékleten az alábbi takarmány kiegészítés alkalmazásakor: E-vitamin: 1540 mg/kg tak., C-vitamin: 1996 mg/kg tak., szelén: 0,90 mg/kg tak. és cink: 148 mg/kg tak.

## ALLEVIATING THE ADVERSE EFFECT OF CHRONIC HEAT STRESS ON SELECTED ANTIOXIDANT PARAMETERS AND PERFORMANCE OF MEAT TYPE DUCKS BY DIETARY VITAMIN E, VITAMIN C, SELENIUM AND ZINC SUPPLEMENTATION

MÁRTA HORVÁTH

University of Debrecen, Debrecen  
Doctoral School of Animal Science  
Supervisor: László Babinszky PhD

The aim of the present thesis is to evaluate different levels of antioxidant supplementation such as Vitamin E, Vitamin C, Se and Zn in the growing period (14th day of age - 42nd day of age) of Cherry Valley meat type ducks exposed to constant (chronic) high environmental temperature ( $30 \pm 1^\circ\text{C}$  for 24h during 28 days) with consideration on some physiological trials including antioxidant defense mechanisms, nutrient utilization regarding digestibility and efficiency of energy and protein utilization as well as growth performance and chemical composition of valuable meat parts. Moreover, this study presents the elimination of the negative effects of heat stress using vitamin and micro mineral supplementation (Vitamin C, E, Se and Zn) in the diet of this species of duck.

Based on the results it can be concluded that

- The serum antioxidant capacity (reflected by ACL= lipid soluble antioxidant compounds and ACW=water soluble antioxidant compounds) improved, while the lipid peroxidation (indicated by MDA=malondialdehyde) significantly decreased in meat type ducks ( $p < 0.05$ ) under heat stress ( $30 \pm 1^\circ\text{C}$  between d14-42) if the feed is supplemented with 1540 mg Vitamin E, 998 mg Vitamin C, 0.60 mg Se and 97 mg Zn on kg feed basis.
- Different levels of Vitamin E, Vitamin C, selenium and zinc supplementation improved the performance parameters (live weight, weight gain, feed conversion) of meat type ducks exposed to chronic heat stress.
- There is a positive correlation ( $>0.9$ ) between Vitamin E supply of the diet-serum lipid soluble antioxidant compounds (ACL) and the Vitamin C supply of the diet – serum water soluble antioxidant compounds (ACW).
- The body temperature and the chemical composition of duck meat (thigh and breast) are not influenced ( $p > 0.05$ ) under constant environmental temperature due to antioxidant vitamin and mineral supplementation (Vitamin E: 1540 mg/kg diet, Vitamin C: 998 mg/kg diet, Se: 0.60 mg/kg diet and Zn: 97 mg/kg diet) of meat type ducks under heat stress ( $30 \pm 1^\circ\text{C}$ ).

## A GLICERINKIEGÉSZÍTÉS VIZSGÁLATA SZOPTATÓ KOCÁK TAKARMÁNYOZÁSÁBAN

VIDA ORSOLYA

Széchenyi István Egyetem

Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar Wittmann Antal Növény-, Állat-  
és Élelmiszertudományi Multidiszciplináris Doktori Iskola

Témavezetők: Egri Borisz DSc, Tóth Tamás PhD

Az állati eredetű termékek előállítására szempontjából komoly feladatot jelent a nagy genetikai potenciállal rendelkező sertéshibridek energia- és táplálóanyagigényének optimális kielégítése biológiai állapotuk függvényében, mindemellett napjainkban előtérbe került az ipari eredetű melléktermékek nagy arányú és biztonságos használata is.

A szoptató kocák takarmányozása mindkét aspektusból érintett, hiszen a laktáció alatti negatív energiamérleg mérséklése kulcsfontosságú a tenyészállatok reprodukciós- és egyben élettelszámára szempontjából. A megfelelő energiaellátás biztosítására intermedier anyagcserében betöltött szerepe miatt alternatívát jelenthet a biodízelgyártás melléktermékeként keletkező takarmányozási minőségű glicerint (min. 85% glicerintartalom). A glicerint takarmányozási célú felhasználásával kapcsolatban fontos azonban figyelembe venni, hogy minősége tételenként változó és nagyban gyártástechnológia-függő. Az etetett állományra állategészségügyi szempontból kockázatot jelenthetnek a technológiai folyamatokból visszamaradó metanol- és bizonyos ásványisó- (NaCl, KCl) maradványok. Ezeket, illetve az ehhez hasonló potenciális veszélyforrásokat a takarmányozási szempontból értékesnek talált melléktermékek alkalmazásával kapcsolatban minden esetben fel kell mérni, a lehetséges állategészségügyi kockázatokat ki kell zárni különösen a nagy genetikai értékkel rendelkező tenyészállatok esetében.

A doktori munka egyik célja volt a magyarországi forgalomban lévő különböző minőségű („feed grade” = 85%; food grade” = 99,5-99,7% glicerintartalmú) minták átfogó kémiai vizsgálata (n=9). A glicerintminták 44%-ánál a metanoltartalom meghaladta a termékleírásban megadott értéket, 33%-ánál pedig a jelenleg hatályban levő Európai Uniói rendeletben megállapított határértéknél (<0,5%) nagyobb mennyiség volt kimutatható. A gazdasági haszonállataink takarmányozásában alkalmazott glicerintben fellelhető metanolmaradványok tehát potenciális veszélyforrásként vannak jelen.

Ebből következik, hogy szükség van a klasszikus, relatíve lassú analitikai vizsgálatokon túlmenően olyan módszerek fejlesztésére, mellyel a gyakorlatban használt glicerintforrások metanolszennyezettsége megállapítható. Munkánk során az elektronikus orr ilyen irányú használatának lehetőségét értékeltük és megállapítottuk, hogy a 0,05-0,5% metanoltartalmú mintákra illesztett részleges legkisebb négyzetek regresszióján alapuló (PLSR) kalibráció analitikai tisztaságú minták esetében alkalmas lehet a glicerint metanolszennyezettségének kimutatására ( $R^2=0,91$ ).

Két etetési kísérletben különböző glicerintforrások hatását értékeltük a tenyészkocák teljesítményére a szoptatás időszaka alatt. Magyar nagyfehér × magyar lapály kocákkal ( $313 \pm 24,9$  kg; n=2×5) végzett vizsgálatban az 1% szilárd hordozóra vitt glicerintnek (71,92% glicerint, 0% metanol) nem volt hatása a szoptató

kocák teljesítményére (élő súlyvesztés, takarmányfelvétel, hátszalonna-vastagság, újramehesüléséhez szükséges napok száma) valamint a vér glükóz-, koleszterin- és triglicerid-koncentrációjára ( $p > 0,05$ ).

A folyékony glicerinkiegészítés (87% glicerin-, 0,02% metanoltartalom) 5%-ban alkalmazva nem befolyásolta a kocák (dán nagyfehér × dán lapály;  $323 \pm 17$  kg;  $n = 2 \times 12$ ) teljesítményét (élő súlyvesztés, takarmányfelvétel, hátszalonna-vastagság, újramehesüléséhez szükséges napok száma) és a malacok választási súlyát ( $p > 0,05$ ). A glicerinkiegészítés a kocatej mennyiségét a laktáció 21. napján növelte ( $p < 0,05$ ), viszont a vizsgált időszak (14-28. nap) tejtermelésére nem volt hatással ( $p > 0,05$ ). A glicerinkiegészítés a 14., a 21. laktációs napon, valamint a szoptatás vizsgált időszakában csökkentette a tej fehérje- és hamutartalmát ( $p < 0,05$ ). A glicerin etetésekor nem változott a kocatej szárazanyag-, zsír- és laktóztartalma ( $p > 0,05$ ).

A glicerin a laktáció csúcán (21. laktációs nap) a napi tejjel termelt zsír mennyiségét növelte ( $p < 0,05$ ), a többi paraméter (szárazanyag, fehérje, laktóz, bruttó energia) nem változott ( $p > 0,05$ ). A napi tejjel termelt szárazanyag, zsír, fehérje és bruttó energia a 21. laktációs napon statisztikailag igazolhatóan nagyobb volt a 14. és 28. laktációs napon mért eredményekhez képest ( $p < 0,05$ ). A laktációs napoknak a napi tejjel termelt laktóz mennyiségére nem volt hatása ( $p > 0,05$ ).

A glicerinkiegészítés a kontrollcsoporthoz képest csökkentette a kocatejben a telített zsírsavak (SFAs) részarányát, valamint a telített zsírsavakon belül a mirisztinsav (C14:0) és palmitinsav (C16:0) %-os mennyiségét ( $p < 0,05$ ). Az egyszeresen telítetlen zsírsavak (MUFAs) közül a glicerinkiegészítés növelte az olajsav (C18:1, n-9), a vakcénsav (C18:1, n-7) és az eikozénsav (C20:1) %-os mennyiségét ( $p < 0,05$ ) viszont az egyszeresen telítetlen zsírsavak (MUFAs) és a többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFAs) részarányára nem volt hatása ( $p > 0,05$ ).

Folyékony glicerinkiegészítés hatására a szoptató kocák vizsgált vérparaméterei (ALT, AST, GGT, glükóz, összfehérje, albumin, triglicerid, koleszterin) nem változtak ( $p > 0,05$ ).

5% folyékony glicerinkiegészítés nem befolyásolta a szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost tápcsatorna teljes hosszán mért látszólagos emészthetőségét ( $p > 0,05$ ).

A szoptató kocákkal végzett vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a szilárd hordozóra vitt glicerin 1%-ban, a folyékony glicerin 0,02% metanoltartalommal 5%-ban etethető a szoptató kocákkal teljesítményromlás nélkül. Újabb dózis kísérletek szükségesek azonban a glicerinkiegészítés szoptató kocák tejtermelésére és anyagcsere-folyamataira gyakorolt további hatásainak értékelésére.

## INVESTIGATION OF THE USE OF GLYCEROL SUPPLEMENTATION IN THE NUTRITION OF LACTATING SOWS

ORSOLYA VIDA

Széchenyi István University

Faculty of Agricultural and Food Sciences

Wittmann Antal Multidisciplinary Doctoral School of Plant, Animal and Food Sciences

Supervisors: Borisz Egri DSc, Tamás Tóth PhD

In terms of animal product manufacturing it is an important objective to meet the energy- and nutrient requirements of the swine hybrids with high genetic potential optimally, in addition, the high level and safe use of industrial by-products has become of great importance nowadays.

The nutrition of lactating sows is affected from both aspect, because moderating the negative energy balance during lactation has an important role considering the reproduction and lifetime performance of the breeding animals. Because of its role in the intermediary metabolism, glycerol (by-product from the biodiesel production, min. 85% glycerol content) could be an alternative for ensuring the appropriate energy supply.

Concerning the use of glycerol for animal nutrition, it is important to note that its quality may vary by production batch, and also largely depends on production technology. Methanol and mineral salt (NaCl, KCl) residues from the technological processes could be a potential source of risk to the health of the herd. All of these, as well as other potential risk sources concerning the use of by-products providing valuable feeding solutions, always have to be estimated and avoided, especially in case of breeding animals with high genetical value.

One of the aims of the PhD thesis was to clarify the quality of different glycerol sources ("feed grade" = 85%; „food grade" = 99.5-99.7% glycerol content) available in the Hungarian market (n=9). During the chemical analysis it was found that 44% of the glycerol samples had higher methanol content compared to the declared value on the product specification and by 33% of the samples the methanol content also exceeded the limit established by the current European Union regulation (<0.5%). Possible methanol residues in glycerol used for the nutrition of farm animals are therefore present as a potential source of risk.

Therefore, in addition to the classical, relatively slow analytical methods, it is also needed to develop methods which are able to determine the methanol contamination of glycerol quickly and accurately. In our study, it was evaluated the possibility of using the electronic nose in this field and concluded that PLSR (partial least squares regression) calibration fitted to samples with 0.05-0.5% methanol content may be suitable for detecting methanol contamination of pharma grade glycerol samples ( $R^2 = 0.91$ ).

In two trials, the effect of the different glycerol sources on the performance of the breeding sows was evaluated during lactation. In the trial conducted with Hungarian Large White × Hungarian Landrace sows ( $313 \pm 24,9$  kg; n=2×5), it was concluded that the glycerol source (72.92% glycerol, 0% methanol) on solid carrier applied in 1% of the compound feed did not affect the performance of lactating sows



(e.g weight loss, feed intake, backfat thickness, return to estrus interval), plasma glucose, cholesterol and triglyceride concentration ( $p > 0.05$ ).

By the addition of 5% liquid glycerol (87% glycerol, 0.02% methanol) the performance of sows (Danish Large White×Danish Landrace) did not change (e.g weight loss, feed intake, backfat thickness, return to estrus interval) and the weaning weight of the piglets was not affected ( $p > 0.05$ ). As a result, the amount of sow's milk increased on the 21<sup>st</sup> day of lactation ( $p < 0.05$ ), but the glycerol addition did not affect ( $p > 0.05$ ) the total milk production of the sows during the trial period (from 14<sup>th</sup> to 28<sup>th</sup> days of lactation). Glycerol supplementation reduced the milk protein and ash content during the trial period ( $p < 0.05$ ). The use of glycerol did not affect the dry matter, fat and lactose content of sow's milk ( $p > 0.05$ ).

On the top of the lactation (21<sup>st</sup> day of lactation) glycerol increased the daily amount of fat secreted with milk ( $p < 0.05$ ), the other parameters (dry matter, protein, lactose, gross energy) were not affected ( $p > 0.05$ ). The daily amount of dry matter, fat, protein and gross energy secreted with milk was significantly higher on the 21<sup>st</sup> day of lactation compared to the 14<sup>th</sup> and 28<sup>th</sup> days of lactation ( $p < 0.05$ ). The lactation days did not affect and daily amount of lactose secreted with milk ( $p > 0.05$ ).

Glycerol supplementation decreased the proportion of saturated fatty acids (SFAs) in sow's milk ( $p < 0.05$ ) compared to the control group. Within saturated fatty acids, the proportion of C14:0 (myristic acid) and C16:0 (palmitic acid) fatty acids decreased ( $p < 0.05$ ). Within monounsaturated fatty acids (MUFAs) glycerol supplementation increased the oleic (C18:1, n-9), vaccenic (C18:1, n-7) and eicosenoic acid (C20:1) proportion. The ratio of MUFAs and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) did not change ( $p > 0.05$ ).

Liquid glycerol supplementation did not affect the analysed blood parameters of lactating sows (ALT, AST, GGT, glucose, total protein, albumin, triglyceride, cholesterol,  $p > 0.05$ ).

Liquid glycerol supplementation had no effect on the apparent total tract digestibility of dry matter, crude protein, crude fat and crude fiber ( $p > 0.05$ ).

Based on the results conducted with lactating sows, it can be concluded that 1% of glycerol on solid carrier and 5% of the liquid glycerol with 0.02% methanol content can be fed to lactating sows without any negative effect on the performance. However, further dose-response experiments are needed to evaluate the additional effects of glycerol supplementation on milk production and metabolism in lactating sows.





## ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS

**Főszerkesztő (Editor-in-chief):** FÉBEL Hedvig (Herceghalom)

**Társfőszerkesztő (Co-editor):** MÉZES Miklós (Gödöllő)

**Technikai szerkesztő (Technical assistant):** SÍPICZKI Bojána (Herceghalom)

### **Szerkesztőbizottság (Editorial board):**

**Elnök (President):** HORN Péter (Kaposvár)

MANABE, N. (Japán),

ROSATI, A. (EAAP, Olaszország),

ANTON István (Herceghalom),

BALOGH Krisztián (Gödöllő),

BODÓ Imre (Szentendre),

DUBLECZ Károly (Keszthely),

HIDAS András (Gödöllő),

HOLLÓ István (Kaposvár),

HULLÁR István (Budapest),

HUSVÉTH Ferenc (Keszthely),

KOMLÓSI István (Debrecen),

KOVÁCSNÉ GAÁL Katalin

(Mosonmagyaróvár),

MIHÓK Sándor (Debrecen),

PÓTI Péter (Gödöllő),

RÁTKY József (Budapest),

SZABÓ Ferenc

(Mosonmagyaróvár),

URBÁNYI Béla (Gödöllő),

WAGENHOFFER Zsombor

(Budapest),

ZSARNÓCZAI Gabriella (Szeged)

**Szerkesztőség:** Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem Élettani és Takarmányozástani

**(Editorial office):** Intézet Takarmányozás-élettani csoport

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Institute of Physiology

and Nutrition Group of Nutrition physiology

2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

mobil: (+36) 30 714 87 65, e-mail: sipiczki.bojana.nora@uni-mate.hu

A cikkeket kivonatolja a CAB International (UK) a CAB Abstracts c. kiadványban

The journal is abstracted by CAB International (UK) in CAB Abstracts

**Felelős kiadó (Publisher):** Bózzay Péter ügyvezető, HOI Nonprofit Kft.

HU ISSN: 0230-1814

A lap az Agrárminisztérium tudományos folyóirata

This is a scientific quarterly journal of the Ministry of Agriculture founded in 1952

(„Állattenyésztés”) by Prof. József Czakó

**A kiadást támogatja (sponsored by):** Agrárminisztérium

MTA Könyv- és Folyóiratkiadó Bizottsága

---

### **Megjelenik évente négyszer**

A folyóiratokra a kiadónál fizethet elő az alábbiak szerint.

Előfizetési szándékát kérjük, jelezze az info@agrarlapok.hu címen, vagy az alábbi postacímen:

Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft., 1223 Budapest, Park u. 2.

A borítékra kérjük, írja rá: „Folyóirat-rendelés”.

Az előfizetési díjat a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. 10032000-00286662-00000017 számlaszá-

mára való utalással egyenlítheti ki. Az átutalás közlemény rovatában sziveskedjen a folyóirat és az

előfizető nevét feltüntetni. Előfizetési díj: 8500Ft/év

Bármely más információért forduljon bizalommal kollégáinkhoz a lenti elérhetőségek bármelyikén:

e-mail: info@agrarlapok.hu, telefon: 06-1/362-8100

Nyomta: Zemplén-Vektor Kft., 3900 Szerencs, Csalogány köz 5.