

Animal welfare, etológia és tartástechnológia



Animal welfare, ethology and housing systems

Volume 18

Issue 1

Gödöllő
2022



Tartalomjegyzék

<i>Lili Dóra Brassó, István Komlósi, Csaba Szabó, Zsófia Várszegi: The environmental effects on the quality parameters and chemical composition of ostrich eggs</i>	1-16
<i>Fűrész Attila, Balogh Dániel, Pajor Ferenc, Péter Norbert, Kiss Tímea, Penksza Károly: Adatok a Duna menti Festuca dominálta homoki gyepek biomassza és beltartalmi értékeihez</i>	17-34
<i>Libis-Márta Krisztina, Bócsi Balázs, Szalai Szilvia, Varga Ferenc Bence, Pajor Ferenc, Kovács Levente, Bodnár Ákos: A hőtűrés javítására irányuló egyes szarvasmarha keresztezések és jelentőségük a világ szarvasmarhatartásában</i>	35-50
<i>Tarr Bence, Katona Balázs, Szabó István, Tőzsér János: Precíziós eljárások és a mesterséges intelligencia technológia alkalmazása a szarvamarha-tenyésztésben különös tekintettel a húshasznú szarvasmarhák azonosítására</i>	51-63
<i>Tőzsér János, Fazekas Natasa, Szűcs Márton: Evaluation the body conformation of limousin candidate bulls in farm performance test</i>	64-80

Table of contents

<i>Lili Dóra Brassó, István Komlósi, Csaba Szabó, Zsófia Várszegi: The environmental effects on the quality parameters and chemical composition of ostrich eggs</i>	1-16
<i>Fűrész Attila, Balogh Dániel, Pajor Ferenc, Péter Norbert, Kiss Tímea, Penksza Károly: Data of biomass and content values of sandy grasslands dominated by Festuca along the Danube</i>	17-34
<i>Libis-Márta Krisztina, Bócsi Balázs, Szalai Szilvia, Varga Ferenc Bence, Pajor Ferenc, Kovács Levente, Bodnár Ákos: Introducing of some cattle crossbreeds to improve heat tolerance, and their significance in world cattle breeding</i>	35-50
<i>Tarr Bence, Katona Balázs, Szabó István, Tőzsér János: Precision procedures and the application of artificial intelligence in cattle breeding with special reference to the identification of beef cattle</i>	51-63
<i>Tőzsér János, Fazekas Natasa, Szűcs Márton: Evaluation the body conformation of limousin candidate bulls in farm performance test</i>	64-80

THE ENVIRONMENTAL EFFECTS ON THE QUALITY PARAMETERS AND CHEMICAL COMPOSITION OF OSTRICH EGGS

Lili Dóra Brassó^{1,3}, István Komlósi¹, Csaba Szabó², Zsófia Várszegi¹

¹Department of Animal Husbandry, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary

²Department of Animal Nutrition and Physiology, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary

³Doctoral School of Animal Science, University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary
brasso.dora@agr.unideb.hu

Received – Érkezett: 16.03.2022.

Accepted – Elfogadva: 12.05.2022.

Összefoglalás

A kutatás célja a tojóév hónap és a környezeti hőmérséklet (május: 20 °C; július: 27 °C) hatásának vizsgálata volt a strucctojás minőségi paramétereire és kémiai összetételére. A takarmány összetétele mindkét időszakban megegyezett. Az elemzésbe májusban öt, júliusban hat db tojást vontunk be, melyek ugyanazon telepről származtak. A vizsgált külső minőségi tulajdonságok közé tartozott a tojássúly (g), hossz (cm), szélesség (cm), alakindex (%), tojástérfogat (g/cm³), fajsúly (g/cm³), héjszín (L*, a*, b*), héjvastagság (mm), héjfelszín (cm²) és héjsűrűség (g/cm³). A belső minőségi tulajdonságok a héjsúlyt (g) és héjarányt (%), a fehérjesúlyt (g) és fehérjearányt (%), a sárgájásúlyt (g) és sárgájarányt (%), a sárgájaátmérőt (cm), a sárgája színét (L*, a*, b*), valamint a fehérje és sárgája pH-ját foglalták magukba. A tojás összetételét a fehérje és sárgája kevert, homogenizált mintájából állapítottuk meg. Az összetevők kémiai elemzése a következőkre terjedt ki: szárazanyag-tartalom (%), nyersfehérje- (%) és nyerszsírtartalom (%), ásványianyag-összetétel (Ca, Mg, P, Zn, Cu, Fe, K, Na, S, Mn; mg/kg), telített (%), egyszeresen telítetlen (%) és többszörösen telítetlen zsírsav-tartalom (%), telített/telítetlen zsírsavarány és a héj ásványianyag összetétele. Az eredmények azt mutatták, hogy májusról júliusra, a havi átlaghőmérséklet 20 °C-ról 27 °C-ra emelkedésével a minőségi tulajdonságok közül a tojáshéjvastagság, a sárgája átmérő és a sárgája pH csökkent. A kémiai összetételt tekintve, a tojás nyersfehérje- és aminosav-tartalma csökkent. A telített zsírsav-tartalom, valamint telített/telítetlen zsírsavaránya nőtt, míg az egyszeresen és többszörösen telítetlen zsírsavak aránya csökkent. A tojás ásványianyag-tartalma csökkent vagy nem változott, Mg-tartalma nőtt. A tojáshéj Ca-, K-, Mg- és S-tartalma nőtt. A vizsgált tényezők hatása a héjvastagság, a sárgája átmérő és a sárgája pH-jának csökkenésében, de legfőképpen a tojás kémiai összetételének változásában nyilvánult meg.

Kulcsszavak: strucc, termelési hónap, hőmérséklet, tojásminőségi paraméterek, tojásösszetétel

Abstract

The study aimed to investigate the effects of laying month and environmental temperature (May: 20 °C; July: 27 °C) on ostrich egg quality and chemical composition. The diet components were the same in the examined period. In May, five eggs, in July, six eggs were involved in the study from the same farm. The outer egg quality parameters included egg weight (g), length (cm), width

(cm), shape index (%), egg volume (g/cm^3), specific gravity (g/cm^3), shell colour (L^* , a^* , b^*), shell thickness (mm), shell surface (cm^2) and shell density (g/cm^3). The inner quality characteristics were shell weight (g) and ratio (%), albumen weight (g) and ratio (%), yolk weight (g) and ratio (%), yolk diameter (cm), yolk colour (L^* , a^* , b^*) and the pH of albumen and yolk. Egg composition was measured from a mixed and homogenised sample of albumen and yolk. The chemical composition comprehended dry matter (%), crude protein (%) and crude fat content (%), mineral composition (Ca, Mg, P, Zn, Cu, Fe, K, Na, S, Mn; mg/kg), the ratio of saturated (%), mono-unsaturated (%) and poly-unsaturated fatty acids (%) and saturated/unsaturated fatty acid ratio of egg and the mineral composition of eggshell. The results showed that shell thickness, yolk diameter and yolk pH were lower in July at 27 °C than in May at 20 °C. The crude protein and amino acid content of eggs were also lower in July compared to May. The egg saturated fatty acid content and saturated/unsaturated fatty acid ratio increased, while the content of mono-unsaturated and poly-unsaturated fatty acid content decreased in July. The mineral composition of the egg declined or remained unchanged, however the Mg content increased. The content of Ca, K, Mg and S of the eggshell increased in the examined period. The effect of the examined factors was the most obvious in the case of egg chemical composition but significant differences could be observed in egg quality parameters, as well.

Keywords: ostrich, laying month, environmental temperature, egg quality parameters, egg chemical composition

Introduction

Being aware of the outer and inner quality parameters and geometrical properties of ostrich eggs enables the characterisation of a population and also we can estimate egg hatchability, the quality of shell and the inner composition and the weight of chicks (*Nedomová et al.*, 2009; *Nedomová and Buchar*, 2013). The egg quality parameters and egg composition greatly impact the hatchability of eggs and the quality of chicks (*Narushin and Romanov*, 2002). The shell, albumen and yolk play a significant role in embryo development. The minerals are transported from the shell to the yolk sac ready to be absorbed by the embryo to enable its qualitative and quantitative development (*Schaafsma et al.*, 2000). The eggshell is made of protein in 2 % and CaCO_3 in 98 % (*Romanoff and Romanoff*, 1949). The main minerals of the eggshell include Ca, P, Cu, Zn, Mn and Fe (*Romanoff and Romanoff*, 1949; *Richards*, 1997). *Hudson et al.* (2004) stated that higher Zn deposition in eggs results in higher hatchability rates. The albumen is rich in proteins, amino acids, minerals and vitamins. The yolk is an optimal source of essential and non-essential fatty acids, proteins and serves as an energy resource for the anabolic processes (*Deeming*, 2002; *Noble et al.* 1996). The fatty acid content also determines embryo survival (*Angel*, 1993). Feed composition is in a positive correlation with egg composition (*Naber et al.*, 1978). Both egg production and hatchability are influenced by the quantity and quality of feed. As the breeding season proceeds, the nutritional reserves of birds are being depleted (*Ankney and Macinnes*, 1978). In ostrich, we can find differences in the quality and chemical composition of eggs as affected by the laying month (*Di Meo et al.*, 2003). A certain ratio of feed consumed by the birds is absorbed and occur in the eggs. The evaluation of egg and feed composition provides information on the depletion rate of nutritives and minerals from the eggs and organism. In this respect, the feeding should follow the needs of the animals. Environmental temperature indirectly influences egg composition through the absorption intensity of nutrients (*Tumová et al.*, 2014). It is reported that the higher than normal (28-32 °C) environmental temperature decreases the weight of the egg and egg contents, shell

thickness and changes the mineral composition of the eggshell (Tumová et al., 2014; Zhu et al., 2015). Heat stress can affect the endocrine system of birds through the excessive water and moderated feed intake required by thermoregulation (Ruuskanen et al., 2021). Changes in the endocrine system and feed consumption of birds can lead to some alterations in the egg parameters, too. The shell weight, shell strength and shell Mg content are significantly influenced by hen age (Tumová et al., 2014).

The study aimed to assess the quality parameters and composition of ostrich eggs laid at two different dates of the laying season. In this respect, we examined a cooler (May) and a warmer (July) month with a 7 °C difference between the mean temperatures. Our objective was to investigate the effects of laying month and environmental temperature on the quality and chemical composition of ostrich eggs. However, hatchability results were not available to draw further conclusions.

Materials and methods

Experimental eggs and measurements

The mean monthly temperature in May was around 20 °C and in July showed around 27 °C according to the weather archive.

In the pre-laying period, six weeks before the onset of laying 50 dkg of layer concentrate with 2 kg of alfalfa hay were provided/bird/day from the end of January increasing the amount of layer concentrate by 18 dkg/week. The quantity and chemical composition of feed provided for the birds in the breeding season are shown in *Table 1*. The composition of feed was the same during the examined period. However, we do not have information on the individual feed consumption and utilisation which could influence egg characteristics and composition.

A total of eleven eggs deriving from the same farm were investigated for quality parameters and composition. In the northern hemisphere, the breeding season starts in March and finishes in September. May is in the first, July falls in the second half of the laying season. Five eggs from May and six eggs from July were used in the study laid by 5-10 years old females. The origin of eggs was not linked to birds since they were unmarked. The eggs were maximum of two days old at examination and stored at 16 °C in the storage room for one day and 4 °C in the fridge for another day before the measurements. The eggs with weights within the normal weight range were chosen, randomly. The outer quality parameters included weight (g), length (cm), width (cm), shape index (%), egg volume (g/cm³), specific gravity (g/cm³), shell colour (L*, a*, b*), shell thickness (mm), shell surface (cm²) and shell density (g/cm³).

Table 1: The composition and nutrient content of daily feed ration provided for the breeders as TMR (per bird per day, in DM)

Components (1)	Quantity (2)
Chopped alfalfa (3)	2.00 kg
Maize silage (4)	1.00 kg
Ostrich layer concentrate (5)	0.75 kg
Limestone (6)	0.07 kg
Molasses (7)	0.01 kg
Nutrient (8)	Concentration (9)
Dry matter (%) (10)	36.00
Metabolizable energy (MJ/kg) (11)	8.19
Crude protein (%) (12)	24.39
Crude fat (%) (13)	1.90
Ca (g/kg)	39.58
Na (g/kg)	3.49
P (g/kg)	6.49
K (g/kg)	16.21
Mg (g/kg)	2.78
Cu (mg/kg)	54.72
Fe (mg/kg)	215.28
Mn (mg/kg)	223.61
S (mg/kg)	3791.67
Zn (mg/kg)	153.06
ASP (%)	2.64
THR (%)	1.06
SER (%)	1.25
GLU (%)	5.14
PRO (%)	1.36
GLY (%)	1.17
ALA (%)	1.44
CYS (%)	0.22
VAL (%)	1.22
MET (%)	0.28
ILE (%)	1.11
LEU (%)	1.86
TYR ((%)	0.72
PHE (%)	1.19
HIS (%)	0.50
LYS (%)	1.25
ARG (%)	1.03
Saturated fatty acids (%) (14)	21.65
Mono-unsaturated fatty acids (%) (15)	20.65
Poly-unsaturated fatty acids (%) (16)	57.71
Saturated/unsaturated fatty acids (17)	35.78

* values are given on dry matter basis

* szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva

1. táblázat: A tojótakarmány összetétele és táplálóanyag tartalma

összetevők (1), mennyiség (2), szecskázott zöldlucerna (3), silókukorica szilázs (4), strucc tojókoncentrátum (5), grit (6), melasz (7), táplálóanyagok (8), koncentráció (9), szárazanyag-tartalom (%) (10), metabolizálható energiatartalom (MJ/kg) (11) nyersfehérje-tartalom (%) (12), nyerszsír-tartalom (%) (13), telített zsírsav-tartalom (%) (14), egyszerűen telítetlen zsírsav-tartalom (%) (15), többszörösen telítetlen zsírsav-tartalom (%) (16), telített/telítetlen zsírsav arány (17)

Some of the examined indices were calculated according to the following formulas:

$$\text{Shape index} = (\text{width}/\text{length}) * 100$$

$$\text{Volume} = \pi/6 * \text{length} * \text{width}$$

$$\text{Surface area} = \pi * \text{width}^2$$

$$\text{Circumference} = \pi * \text{width}$$

$$\text{Shell density} = 1.945 * \text{shell weight}^{0.014}$$

The inner characteristics involved shell weight (g) and ratio (%), albumen weight (g) and ratio (%), yolk weight (g) and ratio (%), yolk diameter (cm), yolk colour (L*, a*, b*) and the pH of albumen and yolk. Weights were measured with a two-decimal accuracy balance. A two-decimal-accuracy calliper was used to measure egg length, width, shell thickness and yolk diameter. The pH was examined with the Testo AG Germany 205 pH value gauge on homogenised samples by merging the measuring head into the homogenised egg content (the albumen and yolk separately). Shell and yolk colour were determined with a calibrated Chroma Meter (Y = 93.7, x = 0.3144, y = 0.3204), in which the L*, a* and b* coordinates indicate the lightness and colour shade of the egg parts according to the CIELAB colour paths (Hernández et al., 2019). Both pH and colour were determined in three replicates. Values are given as the mean of the three measurements.

Regarding the evaluation of egg chemical composition, mixed, homogenised samples of albumen and yolk were assessed. The dry matter (%), crude protein (%) and crude fat content (%), mineral composition (Ca, Mg, P, Zn, Cu, Fe, K, Na, S, Mn; mg/kg), the ratio of saturated (%), mono-unsaturated (%) and poly-unsaturated fatty acids (%) and the saturated/unsaturated fatty acid ratio were examined. The mineral composition (Ca, Mg, P, Zn, Cu, Fe, K, Na, S, Mn; mg/kg) of eggshell was also measured on emptied, dried samples, individually. The determination of both feed and egg composition was carried out by the Central Laboratory of Agricultural and Food Products, University of Debrecen, according to the MSZ ISO and ISO standards.

Statistical analysis

The basic calculations and the preparation of tables for statistical analysis were conducted in the Microsoft Office Excel program. The descriptive statistics and the assessment of significant differences between parameters by month were evaluated by SPSS 23.0 using analysis of variance.

Results and Discussion

Regarding external egg characteristics (Table 2), we could not find any difference between laying months. The mean egg weight was 1419 g which is by the results of other authors (Mushi et al., 2007; Brand et al., 2003; Brassó and Komlósi, 2021). However, Di Meo et al. (2003) found that ostrich eggs laid in the middle of the laying season (May and June) were about 40 to 50 grams heavier than eggs laid before (January) and after (July, August and September) that. The authors examined birds under the same climate conditions. The 30 °C environmental temperature resulted in a five-gram decrease in the weight of hen eggs compared to the 19 °C (Carmon and Huston, 1965). In our case, the 27 °C in July was not high enough to cause harm to the egg weight. The mean egg length and width showed 14.94 and 12.48 cm. The length is between 15 and 15.4 cm and the width ranges between 12 and 12.9 cm (Koutinhoun et al., 2014; Mushi et al., 2007; Brassó and Komlósi, 2021). The length of eggs showed an increasing tendency from January to September. However, egg width showed a curve revealing the lowest values in January and September (Di Meo et al., 2003). The mean shape index showed 83.60 %, the egg volume was 1204 cm³, and the specific gravity revealed 1.16 cm³. The shape index was between 82 and 84 % published by Moreki et al. (2016), Benoît et al. (2014) and Selvan et al. (2014). Di Meo et al. (2003) also stated a constant egg shape index during the breeding season. Kim et al. (2020) found that egg weight and egg shape index are not significantly influenced by the normal (22 °C) compared to the moderate (27 °C) environmental temperature. Moreki et al. (2016) declared that the egg volume is 1116 cm³ being lower than the one we experienced. The authors found the same specific gravity being 1.16 g/cm³.

Table 2: The external ostrich egg characteristics in May and July

Month and mean T° (1)	Weight (g) (2)	Length (cm) (3)	Width (cm) (4)	Shape index (%) (5)	Egg volume (cm ³) (6)	Specific gravity (g/cm ³) (7)
May (8)	1413.00±63.69	14.96±0.31	12.55±0.09	83.93±0.01	1219.67±51.92	1.16±0.01
July (9)	1424.17±53.82	14.91±0.29	12.41±0.08	83.36±0.01	1192.50±43.88	1.15±0.01
Mean (10)	1419.09±29.04	14.94±0.22	12.48±0.06	83.60±0.01	1204.85±33.99	1.16±0.01

1. táblázat: A strucctojás külső minőségi paramétereinek alakulása májusban és júliusban hónap és átlaghőmérséklet (1), tojássúly (g) (2), hossz (cm) (3), szélesség (cm) (4), alakindex (%) (5), tojás térfogat (cm³) (6), fajssúly (g/cm³) (7), május (20 °C) (8), július (27 °C) (9), átlag (10)

Except for shell thickness, the physical parameters of the eggshell (Table 3) did not change by month. The mean shell colour showed 80.29 for L*, 2.25 for a* and 20.78 for b*. There was no literature available on ostrich eggshell colour. The eggshell showed an increasing thickness from the blunt end to the pointed end and it was thinner in July than in May. Di Meo et al. (2003) measured eggshell thickness being 2.21 mm, 2.20 mm and 2.24 mm from the blunt end to the shape end of the egg. Eggshell thickness was fluctuating during the breeding season showing significantly the lowest value on the 150th day of laying season. Tumová et al. (2014) declared that the higher environment temperature (28 °C) in contrast with the lower temperature (20 °C) has a negative effect on eggshell thickness. This fact can explain that the egg thickness was lower in the warm July compared to the cooler May. Ebeid et al. (2012) found that the high environment temperature (30-32 °C) results in 0.03 mm thinner eggshell in laying hens compared to a lower temperature (20-

22 °C). However, *Kim et al.* (2020) revealed that there was not any difference in eggshell thickness between the optimal (22 °C) and moderate (27 °C) environmental temperatures. *Sales et al.* (1996) measured eggshell thickness between 1.82 and 1.84 mm which are much lower than the values we revealed. However, the authors did not have data on feeding and weather conditions. The authors did not find any difference between the thickness of each egg part. The mean egg surface was greater than the 464.97 cm² mentioned by *Nedomová and Buchar* (2013). The shell density was the same in both examined months.

Table 3: The physical parameters of the eggshell in May and July

Month and mean T° (1)	Shell colour (L*) (2)	Shell colour (a*) (3)	Shell colour (b*) (4)	Shell thickness at the blunt end (cm) (6)	Shell thickness at the equator (cm) (5)	Shell thickness at the pointed end (cm) (7)	Shell surface (cm ²) (8)	Shell density (g/cm ³) (9)
May (8)	79.95±1.13 ^a	2.19±0.47 ^a	21.02±1.73 ^a	2.24±0.04 ^b	2.29±0.03 ^b	2.29±0.04 ^b	494.34±7.09 ^a	2.10±0.01 ^a
July (9)	80.62±1.03 ^a	2.31±0.43 ^a	20.54±1.58 ^a	2.12±0.04 ^a	2.09±0.03 ^a	2.14±0.04 ^a	483.31±6.47 ^a	2.10±0.01 ^a
Mean (10)	80.29±0.77	2.25±0.32	20.78±1.17	2.18±0.03	2.19±0.03	2.22±0.03	488.82±4.79	2.10±0.01

^{a, b} Means in a column having a different superscript differ (P<0.05)

3. táblázat: A tojáshéj fizikai paramétereinek alakulása májusban és júliusban

hónap és átlaghőmérséklet (1), héjszín (L*) (2), héjszín (a*) (3), héjszín (b*) (4), héjvastagság a tojás tompa végén (cm) (5), héjvastagság az egyenlítőnél (cm) (6), héjvastagság a tojás hegyes végén (cm) (7), héjfelszín (cm²) (8), héjsűrűség (g/cm³) (9), május (20 °C) (10), július (27 °C) (11), átlag (12)

Table 4: The weight and ratio of egg components in May and July

Month and mean T° (1)	Shell weight (g) (2)	Shell ratio (%) (3)	Albumen weight (g) (4)	Albumen ratio (%) (5)	Yolk weight (g) (6)	Yolk ratio (%) (7)
May (8)	275.72±7.26	19.54±0.35	793.23±37.23	56.14±0.01	344.06±15.90	24.33±1.31
July (9)	256.67±6.63	18.68±0.32	795.00±34.03	57.64±0.01	323.33±14.52	23.68±1.19
Mean (10)	266.19±4.92	19.11±0.24	794.11±25.24	56.96±0.01	333.69±10.77	24.01±0.89

4. táblázat: A tojásalkotók súlyának és arányának alakulása májusban és júliusban

hónap és átlaghőmérséklet (1), héjsúly (g) (2), héjarány (%) (3), fehérjesúly (%) (4), fehérjearány (%) (5), sárgája súly (g) (6), sárgája arány (%) (7), május (20 °C) (8), július (27 °C) (9), átlag (10)

The weight and ratio of egg components did not change during the breeding season (Table 4). The albumen (794.11 g) was the greatest part of the egg, followed by the weight of yolk (333.69 g) and the shell weight (266.19 g). The shell made up about one-fifth (19.11 %) of the egg weight, the albumen was more than half (56.96 %) and the yolk ratio was one-fourth (24.01 %) of that. We did not reveal any difference in the weight and ratio of egg components. *Kim et al.* (2020) found that the weight of shell, albumen and yolk did not differ on optimal (22 °C) and moderate (27 °C) environmental temperatures. However, *Carmon and Huston* (1965) declared that the 30 °C environmental temperature in hen eggs decreased the weight of eggshell by one gram, the weights of the yolk and albumen by 2.2 and 1.6 grams compared to the 19 °C. Our results were closer to the 19.6 %, 57.1-59.4 % and 21-23.3 % (dry and rainy seasons) shell, albumen and yolk ratios declared by *Koutinhoun et al.* (2014) but higher than the 13.36 % for shell and lower than the 60.5 % and 26.04 % for albumen and yolk reported by *Moreki et al.* (2016). In the study of *Di Meo et al.* (2003), the yolk ratio decreased from 23.2 to 21.6 % and the ratio of albumen increased from

57.8 to 59.5 % from the onset to the end of laying season. The shell ratio remained unchanged. The authors explained the differences as being genetic effects or the effect of the laying month.

Table 5: Yolk characteristics in May and July

Month and mean T° (1)	Yolk diameter (cm) (2)	Yolk colour (L*) (3)	Yolk colour (a*) (4)	Yolk colour (b*) (5)	Yolk colour by yolk fan (6)	Albumen pH (7)	Yolk pH (8)
May (8)	13.66±0.38 ^b	62.26±1.26 ^a	7.25±0.73 ^a	56.45±1.88 ^a	10.40±0.27 ^a	8.16±0.15 ^a	6.21±0.03 _b
July (9)	12.53±0.35 ^a	61.36±1.15 ^a	7.87±0.67 ^a	54.76±1.72 ^a	12.00±0.24 ^a	7.93±0.14 ^a	6.08±0.03 _a
Mean (10)	13.09±0.26	61.81±0.85	7.56±0.49	55.61±1.28	11.20±0.81	8.04±0.10	6.15±0.02

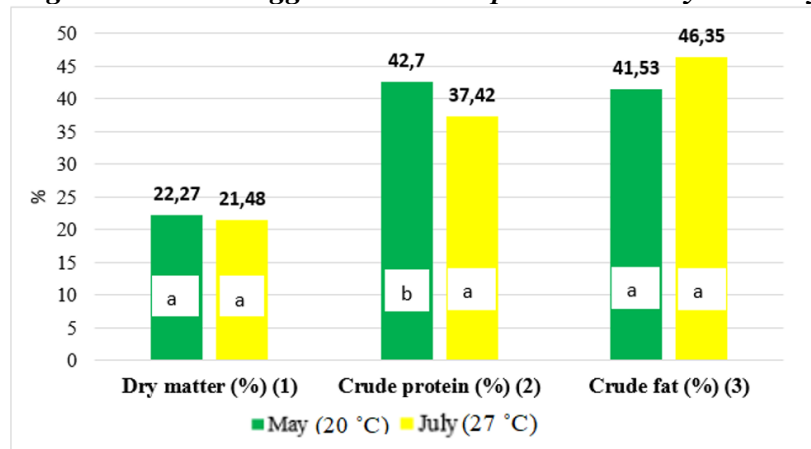
^{a, b} Means in a column having a different superscript differ (P<0.05)

5. táblázat: A sárgája tulajdonságainak alakulása májusban és júliusban

hónap és átlaghőmérséklet (1), sárgája átmérő (cm) (2), sárgájaszín (L*) (3), sárgájaszín (a*) (4), sárgájaszín (b*) (5), sárgájaszín színskála alapján (6), fehérje pH (7), sárgája pH (8), május (20 °C) (9), július (27 °C) (10), átlag (11)

The yolk diameter and yolk pH decreased from May to July (Table 5). The mean yolk diameter showed 13.09 cm. However, *Elsayed* (2009) found a progressive increase in yolk diameter during the year but the egg weight also increased. The authors considered these changes as the effect of the month. However, *Islam et al.* (2001) reported that the season does not have a significant effect on yolk diameter. We did not have literature data on the effect of temperature on egg yolk diameter. *Kwang-Taek* and *Hong-Rock* (2002) determined 14.4 cm for yolk diameter. We did not find changes in yolk colour. Literature data on this parameter was not available. According to *Fernández-López et al.* (2006), the pH of albumen is 9.22 being far greater than the 8.04 we measured. Although *Kwang-Taek* and *Hong-Rock* (2002) measured 8.3 for albumen and 6.6 for yolk pH. The albumen pH is strongly alkaline compared to the yolk being acidic (6.15). Both pHs are effective against microorganisms. According to *Ayoola et al.* (2016), the higher environmental temperature increases egg pH. Storage period from 2 to 30 days and storage temperature (at 2 °C, 12 °C and 25 °C) increase albumen and yolk pH (*Lee et al.*, 2016) but eggs in both examined months were fresh eggs, stored at 16 °C.

Figure 1: Ostrich egg chemical composition in May and July



^{a, b} different letters indicate significant differences ($P < 0.05$)

* values are given on dry matter basis

* szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva

2. ábra: A strucctojás kémiai összetételének alakulása májusban és júliusban szárazanyag (%) (1), nyersfehérje (%) (2), nyerszsír (%) (3), május (20 °C) (4), július (27 °C) (5),

The mean dry matter content of the evaluated eggs was 21.88 % (Figure 1). The crude protein content decreased by 5.28 % from May to July and the mean protein content of eggs was 40.06 %. The egg yolk is rich in fat, so the total fat content of eggs was high (44.16 %). Although great changes could be demonstrated between the fat content of the two examined months, differences were not significant ($p = 0.051$). *Sinanoglou et al.* (2011) found the fat content of ostrich egg yolk to be 37.14 % which is lower than our result. *El-Shawaf et al.* (2011) measured a higher crude protein (44.59 %) and a lower crude fat content (36.95 %) in whole ostrich egg. *Abu Salem and Abou-Arab* (2008) demonstrated the protein and fat content of ostrich eggs to be 47.09 and 45.10 %. The protein content found by the authors was much higher and the fat content was higher than in our study. Differences could stem from the different feed compositions, however, no literature data was published on it. *Di Meo et al.* (2003) found that the dry matter content of albumen was increasing from the onset of the laying period to the end of that (from 11.1 to 12 %). The dry matter content of yolk was fluctuating during the breeding season, being the lowest (47.5 %) on the 110th day. The crude protein content remained unchanged (47.7-48.2 %) during the laying season and the crude fat was fluctuating to a small extent (from 43.8 to 44.2 %).

Table 6: The mineral composition of ostrich egg content in May and July

Minerals (mg/kg) (1)	May (20 °C) (2)	July (27 °C)(3)	Mean (4)
Ca	3843.74±107.46 ^a	3952.51±98.10 ^a	3898.13±72.75
Cu	8.59±0.21 ^a	8.95±0.19 ^a	8.77±0.14
Fe	85.87±6.56 ^a	100.95±5.99 ^a	93.41±4.44
K	5118.09±169.46 ^a	4918.53±154.70 ^a	5018.09±114.73
Mg	725.64±33.66 ^a	906.27±30.73 ^b	815.96±22.79
Mn	1.83±0.16 ^a	1.74±0.15 ^a	1.78±0.11
Na	6810.06±284.80 ^b	5661.86±259.99 ^a	6235.96±192.81
P	9587.79±207.05 ^b	8174.27±189.01 ^a	8881.03±140.17
S	6466.31±91.45 ^b	6304.31±83.48 ^a	6385.21±61.91
Zn	60.89±1.23 ^b	46.79±1.12 ^a	53.84±0.83

^{a, b} means in a column having a different superscript differ (P<0.05)

* values are given on dry basis

* szárazanyag-tartalomra vonatkoztatva

6. táblázat: A strucctojás belső alkotói ásványianyag-tartalmának alakulása májusban és júliusban ásványianyagok (1), május (20 °C) (2), július (27 °C) (3), átlag (4)

Among minerals, the content of Mg increased by 181 mg/kg, whereas the content of Na, P, S and Zn decreased by 1449 mg/kg, 1413 mg/kg, 162 mg/kg and 14 mg/kg from May to July (Table 6). Shameyeva et al. (2018) found the Fe, K, Mg, Ca and P content to range between 18 (albumen) and 53 mg/kg (yolk), 1030 (yolk) and 1340 mg/kg (albumen), 82 (albumen) and 124 mg/kg (yolk), 220 (albumen) and 1380 mg/kg (yolk) and 160 (albumen) and 3270 mg/kg (yolk). Several authors measured lower values for all minerals. Abu Salem and Abou-Arab (2008) claimed that the Ca, P, Fe, K, Na and Zn content of ostrich eggs are 2060, 6830, 110, 4600, 4080 and 52 mg/kg. Their value for Fe was higher but all other minerals showed lower values compared to our results. Data on feeding and husbandry conditions were not available in the cited literature. Di Meo et al. (2003) examined the total ash content of ostrich eggs and declared that the total ash content did not change significantly (5.2-5.5 %) during the breeding season. Literature data on the effect of environmental temperature on egg mineral composition was unknown.

Table 7: The amino acid content of ostrich eggs in May and July

Amino acids (m/m %) (1)	May (20 °C) (2)	July (27 °C) (3)	Mean (4)
ASP	0.97±0.03 ^b	0.78±0.3 ^a	0.87±0.02
THR	0.61±0.02 ^b	0.48±0.02 ^a	0.55±0.02
SER	0.77±0.03 ^b	0.63±0.02 ^a	0.69±0.02
GLU	1.42±0.06 ^b	1.13±0.05 ^a	1.27±0.04
PRO	0.44±0.02 ^a	0.45±0.02 ^a	0.45±0.01
GLY	0.28±0.01 ^b	0.24±0.01 ^a	0.26±0.01
ALA	0.44±0.02 ^a	0.39±0.02 ^a	0.42±0.01
CYS	0.20±0.01 ^b	0.15±0.01 ^a	0.17±0.01
VAL	0.57±0.02 ^a	0.54±0.02 ^a	0.55±0.02
MET	0.26±0.01 ^a	0.24±0.01 ^a	0.25±0.01
ILE	0.46±0.02 ^a	0.44±0.02 ^a	0.45±0.02
LEU	0.58±0.03 ^a	0.58±0.03 ^a	0.58±0.02
TYR	0.49±0.02 ^b	0.41±0.02 ^a	0.45±0.01
PHE	0.52±0.02 ^b	0.42±0.02 ^a	0.47±0.02
HIS	0.24±0.01 ^b	0.21±0.01 ^a	0.23±0.01
LYS	0.54±0.03 ^a	0.50±0.02 ^a	0.52±0.02
ARG	0.35±0.01 ^a	0.30±0.01 ^a	0.32±0.01

^{a, b} means in a column having a different superscript differ (P<0.05)

* values are given on original basis

* eredeti anyagra vonatkoztatva

7. táblázat: A strucctojás aminosav-tartalmának alakulása májusban és júliusban aminosavak (1), május (20 °C) (2), július (27 °C) (3), átlag (4)

Among amino acids, the content of asparagine, threonine, serine, glutamine, glycine, cystine, tyrosine, phenylalanine and histidine decreased significantly from May to July. *El-Shawaf et al.* (2011) found valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, histidine, lysine, arginine, tryptophan, proline, glycine and cystine to be 1.03, 0.47, 0.87, 1.52, 0.81, 0.41, 1.19, 0.91, 0.77, 1.33, 0.01 and 1.76 g/100 g. Except for glycine, the authors measured much greater values for the examined amino acids. Data on feeding were not available. According to other authors, the amino acid composition of ostrich egg is the following: THR – 1.01, SER – 0.83, ALA – 0.32, VAL – 0.81, MET – 0.39, ILE – 0.67, LEU – 1.33, TYR – 0.55, PHE – 0.60, HIS – 0.28, LYS – 0.95, ARG – 0.53 m/m % (Angel, 1993; Du Preez, 1991). Regarding their findings, all their values were higher than our results, except for alanine. Diet and husbandry conditions were not available to draw further conclusions. Amino acids play a key role in embryo development and post-hatch growth. In ovo injection of L-Glutamine (*Rufino et al.*, 2019) and L-Lysine (*Coskun et al.*, 2018) on the 16th and L-Arginine (*Subramaniyan et al.*, 2019) on the 14th day of incubation enhanced the embryo development and the incubation results. The effect of environmental temperature on egg amino acid composition is not published in the literature. Nor changes in ostrich egg amino acid content were available.

Table 8: The fatty acid composition of ostrich eggs in May and July

Fatty acids (m/m %) (1)	May (20 °C) (2)	July (27 °C) (3)	Mean (4)
Saturated fatty acids (SFAs) (5)			
C8:0	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00
C10:0	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00
C12:0	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00 ^a	0.01±0.00
C14:0	0.23±0.04 ^a	0.46±0.04 ^b	0.34±0.03
C15:0	0.15±0.02 ^a	0.19±0.01 ^b	0.17±0.02
C16:0	22.13±1.67 ^a	32.39±1.53 ^b	27.26±1.13
C18:0	10.23±0.58 ^a	11.88±0.53 ^a	11.06±0.39
C20:0	0.18±0.01 ^a	0.07±0.01 ^a	0.13±0.01
Total (SFA) (6)	33.37±1.42^a	45.46±1.29^b	39.42±0.96
Mono-unsaturated fatty acids (MUFAs) (7)			
C14:1	0.04±0.01 ^a	0.05±0.01 ^a	0.04±0.01 ^a
C15:1	0.12±0.02 ^b	0.01±0.02 ^a	0.07±0.02
C16:1	4.26±0.46 ^a	5.62±0.42 ^b	4.94±0.31
C18:1	32.91±0.83 ^b	27.44±0.69 ^a	30.18±0.54
C20:1	0.17±0.03 ^a	0.18±0.02 ^a	0.18±0.02
Total (MUFA) (8)	37.74±1.15^b	33.25±1.05^a	35.49±0.77
Poly-unsaturated fatty acids (PUFAs) (9)			
C18:2n6	15.70±0.66 ^b	13.44±0.60 ^a	14.57±0.45
C18:3n3	1.57±0.11 ^b	1.08±0.10 ^a	1.32±0.07
C18:3n6	0.15±0.01 ^a	0.15±0.01 ^a	0.15±0.01
C20:3n6	0.17±0.04 ^a	0.24±0.03 ^a	0.21±0.03
C20:3n3	7.52±0.87 ^b	4.54±0.73 ^a	6.03±0.57
C22:6n3	3.72±0.92 ^a	1.32±0.78 ^a	2.52±0.60
Total (PUFA) (10)	28.83±2.21^b	21.00±1.78^a	24.81±1.49
SFA/UFA (11)	0.51±0.03^a	0.84±0.03^b	0.67±0.02

^{a, b} means in a column having a different superscript differ (P<0.05)

* values are given on original basis

* eredeti anyagra vonatkoztatva

8. táblázat: A strucctojás zsírsavösszetételének alakulása májusban és júliusban

zsírsavak (m/m %) (1), május (20 °C) (2), július (27 °C) (3), átlag (4), telített zsírsavak (5), összes telített zsírsavarány (6), egyszeresen telítetlen zsírsavak (7), összes egyszeresen telített zsírsavarány (8), többszörösen telítetlen zsírsavak (9), összes többszörösen telítetlen zsírsavarány (10), telített/telítetlen zsírsavarány (11), Omega-6/Omega-3 arány (12)

Regarding saturated fatty acids, the content of C8:0, C10:0, C12:0, C18:0 and C20:0 fatty acids did not differ by month (Table 7). However, the content of C14:0, C15:0, C16:0 and total SFAs significantly increased. Among mono-unsaturated fatty acids, the ratio of C15:1, C18:1 and the total MUFAs significantly decreased but the ratio of C16:0 significantly increased. The content of C18:2n6, C18:3n3, C20:3n3 and the total PUFAs fell, whereas the SFA/UFA ratio rose in July compared to May. According to the literature, the content of C10:0, C12:0, C14:0, C15:0, C16:0, C18:0 and C20:0 saturated fatty acids are 0.07, 0.03, 0.65, 0.13, 32.84, 5.57 and 0.02 % (Sinanoglou et al., 2011). The total SFA content was 39.70 %. The authors got lower values for the C15:0, C18:0 and the C20:0 fatty acids but higher for the other SFAs. The total SFA content was also higher in their examination. The ratio of C14:1 in our study was slightly below than the one they experienced, whereas the content of C18:2n6 (8.18 %), C18:3n3 (0.15 %), C18:3n6 (1.57 %), C20:3n6 (0.17 %) and C22:6n3 (3.72 %) showed remarkably lower values in their research (Sinanoglou et al., 2011). Although the authors revealed a higher MUFA ratio, the content of PUFAs was lower compared to our results. The SFA/UFA ratio in their study showed a value of

0.66 which is similar to the 0.67 we calculated. The birds in the experiment of *Sinanoglou et al.* (2011) had a possibility to graze and were fed with corn (60.47 %), soybean meal (12.92 %), cottonseed meal (9.58 %), bran (0.74 %), sawdust (1.0 %), limestone (6.73 %), dicalcium phosphate (1.69 %), salt (0.28 %), mineral premix (0.20 %), vitamin premix (0.20 %) and methionine (0.08 %). *Di Meo et al.* (2003) found that as the laying season progressed, the ratio of saturated fatty acids decreased, whilst the ratio of mono-unsaturated fatty acids increased.

Table 9: Change in mineral composition of eggshell in May and July

Minerals (mg/kg) (1)	May (20 °C) (2)	July (27 °C) (3)	Mean (4)
Ca	393423.80±165.08 ^a	394393.57±139.515 ^b	393908.69±108.07
Cu	16.92±2.18 ^b	1.56±1.84 ^a	9.24±1.43
Fe	8.76±0.42 ^a	8.52±0.35 ^a	8.64±0.27
K	718.00±27.98 ^a	822.00±23.64 ^b	770.00±18.31
Mg	1124.40±59.22 ^a	1521.00±50.05 ^b	1322.70±38.77
Mn	0.26±0.01 ^a	0.29±0.01 ^a	0.27±0.01
Na	664.60±48.22 ^a	664.60±48.22 ^a	707.51±31.57
P	570.60±37.35 ^a	573.50±31.56 ^a	565.66±24.45
S	654.40±21.45 ^a	782.71±18.13 ^b	718.56±14.04
Zn	9.77±0.64 ^b	2.15±0.54 ^a	5.96±0.42

* eredeti anyagra vonatkoztatva

9. táblázat: A tojás héj ásványianyag-tartalmának alakulása májusban és júliusban ásványianyagok (1), május (20 °C) (2), július (27 °C) (3), átlag (4)

Among the minerals of eggshell, the content of Ca, K, Mg and S increased from May to July but we could observe a great decline in the content of Cu and Zn. There is a strong relationship between eggshell calcium content and shell thickness (*Clunies et al.*, 1991). The higher the calcium content of the eggshell is, the thicker the shell is. Our findings contradicted their results. However, *Tumová et al.* (2014) revealed that at higher temperature (28 °C) the Ca content of chicken eggshell is higher compared to a lower temperature (20 °C). It is because the Ca coagulation is stronger at higher temperatures (*Cusack et al.*, 2003). The authors found a significant decrease in P content of the chicken eggshell in the warmer environment. However, the content of Mg and Zn did not change significantly. The changes in eggshell mineral composition during the biological season are not known in the literature.

Conclusions

In the examined period, mainly the chemical composition of eggs showed significant changes. Regarding the outer quality parameters, the eggshell thickness, yolk diameter and yolk pH decreased from May to July. The breeder diet was of satisfying concentration of metabolizable energy, crude protein, fat and mineral content. Changes may have stemmed from the laying month effects. The crude protein content and the content of most amino acids significantly decreased from May to July which can be explained by the higher environmental temperature in July thus reducing feed intake. The saturated fatty acid content and the saturated/unsaturated fatty acid ratio increased but the mono-unsaturated and poly-unsaturated fatty acid content of the egg declined from May to July. The environmental temperature could have a negative effect on the absorption of the unsaturated fatty acids but literature data was not available. The increase in the environmental

temperature could inhibit feed intake and nutrient absorption and could have a negative effect on the endocrine system and nutrient utilisation of birds. The increase of Mg in the egg content and the quantity of K, Mg and S in the eggshell from May to July could not be explained by environmental effects.

Acknowledgement

The publication is supported by the EFOP-3.6.1-16-2016-00022 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund.

References

- Abu Salem, F., Abou-Arab, A.* (2008): Chemical, microbiological and sensory evaluation of mayonnaise prepared from ostrich eggs. *Gras. Aceit.* 59. 4. 352-360.
- Angel, C.R.* (1993): Nutrient profiles of ostrich and emu eggs as indicators of nutritional status of the hen and chick. In: *Ostrich Odyssey: proceeding of the Meeting of the Australian Ostrich Association Inc. No. 217 (Victoria)*. Ed. Bryden. D.I.. 138-140. Postgraduate Committee in Veterinary Science. University of Sydney.
- Ankney, C.D., MacInnes C.D.* (1978): Nutrient Reserves and Reproductive Performance of Female Lesser Snow Geese. *The Auk* 95. 3. 459-471.
- Ayoola, M., Alabi, O., Aderemi, F., Olusegun, O.* (2016): Relationship of temperature and length of storage on pH of internal contents of chicken table egg in humid tropics. *Biotechn. An. Husb.* 32. 285-296.
- Benoît, K.G., Polycarpe, T.U., Cyrille, B., Loukyatou, B., Larissat, F., I bath, C., Nadia, E., André, T.* (2014): Egg physical quality and hatchability in captive African ostrich (*Struthio camelus camelus*, Linnaeus 1758) reared in Benin: Effect of season and relationships. *Int. Adv. Res.* 2. 6. 510–516.
- Beynen, A.C.* (2004): Fatty acid composition of eggs produced by hens fed diets containing groundnut, soya bean or linseed. *NJAS – Wagen. Life Sci.* 52. 1. 3-10.
- Bouvairel, I., Nys, Y., Lescoat P.* (2011): Hen nutrition for sustained egg quality. Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products. INRA 441.
- Brand, Z., Brand, T.S., Brown, C.R.* (2003): The effect of different combinations of dietary energy and protein on the composition of ostrich eggs. *S. Afr. An. Sci.* 33. 3. 193–200.
- Brassó, D.L. - Komlósi, I.* (2021): Evaluation of egg quality parameters of two Hungarian ostrich populations. *Acta Agr. Debr.* 1. 51–57.
- Carmon, G.L., Huston, M.T.* (1965): The Influence of Environmental Temperature Upon Egg Components of Domestic Fowl. *Poult. Sci.* 44. 5. 1237-1240.
- Clunies, M., Parks, D., Leeson, S.* (1991): Calcium and phosphorus metabolism and eggshell thickness in laying hens producing thick or thin shells. *Poult. Sci.* 71. 3. 490-498.
- Coskun, I., Akkan, A., Erener, G.* (2018): Effects of in ovo injection of lysine and methionine into fertile broiler (parent stock) eggs on hatchability, growth performance, caecum microbiota, and ileum histomorphology. *Rev. Bras. de Zootecn.* 47. 1-5.
- Cusack, M., Fraser, A.C., Stachel, T.* (2003): Magnesium and phosphorus distribution in the avian eggshell. *Comp. Biochem. Phys., Part B*, 134. 63–69.

- Deeming, D.C. (2002): Embryonic development and utilisation of egg components. In: Avian incubation: behaviour. environment. and evolution. Ed. Deeming, D.C.. Oxford University Press. Oxford. 43-53.
- Di Meo, C., Stanco, G., Cutrignelli, M.I., Castaldo, S., Nizza, A. (2003): Physical and chemical quality of ostrich eggs during the laying season. *Brit. Poult. Sci.* 44. 3. 386-390.
- Ebeid, T., Suzuki, T., Sugiyama, T (2012): High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. *Poult. Sci.* 91. 9. 2282-2287.
- Elsayed, M.A. (2009): Effect of month of production on external and internal ostrich egg quality, fertility and hatchability. *Egypt. Poult. Sci.* 29. 547–564.
- El-Shawaf, A.M., El-Zainy, A.R.M., Rehan, S.S., El-Dosouky, M. (2011): Chemical, microbial and nutritional evaluation of ostrich eggs compared to hen's egg. *Prod. Dev.* 16. 1. 121-134.
- Fernández-López, J., Martínez, A., Fernandez-Gines, J., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., Perez-Alvarez, J. (2006): Gelling and color properties of ostrich (*struthio camelus*) egg white. *Food Qual.* 29. 2. 171-183.
- Hernández, S.B., Sáenz, G.C., Diñeiro, R.J.M., Alberdi, O.C. (2019): CIELAB color paths during meat shelf life. *Meat Sci.* 157. 107–889.
- Hudson B.P., Dozier W.A., Wilson J.L., Sander J.E., Ward T.L. (2004): Reproductive performance and immune status of caged broiler breeder hens provided diets supplemented with either inorganic or organic sources of zinc from hatching to 65 wk of age. *Appl. Poult. Res.* 13. 349-359.
- Kim., D., Lee, Y.K., Lee, S.D., Kim, S.H., Lee, S.R., Lee, H.G., Lee, K.W. (2020): Changes in Production Parameters, Egg Qualities, Fecal Volatile Fatty Acids, Nutrient Digestibility, and Plasma Parameters in Laying Hens Exposed to Ambient Temperature. *Front. Vet. Sci.* 7. 412.
- Koutinhoun, G.B., Tougan, U.P., Boko, C., Baba, L., Fanou, L., Chitou, I.B., Everaert, N., Thewis, A. (2014): Egg physical quality and hatchability in captive African Ostrich (*Struthio camelus camelus*, Linnaeus 1758) reared in Benin: effect of season and relationships. *Int. Adv. Res.* 2. 6. 510–516.
- Kwang-Taek, S., Hong-Rock, O. (2002): Investigation on the Egg Quality of the Ostrich Farming in Korea. *Agri. Sci.* 29. 1. 44-54.
- Islam, M.A., Bulbul, S.M., Seeland, G., Islam, A.B.M.M. (2001): Egg Quality of Different Chicken Genotypes in Summer and Winter. *Pakist. Biol. Sci.* 4. 11. 1411-1414.
- Lee, H.M., Cho, J.E., Choi, E.S., Sohn, H.S. (2016): The Effect of Storage Period and Temperature on Egg Quality in Commercial Eggs. *Kor. Poult. Sci.* 43. 1. 31-38.
- Moreki, J.C., Majuta, K.G., Machete, J.B. (2016): External and internal characteristics of ostrich eggs from diabete ostrich farm. *Int. Adv. Res.* 4. 9. 1397–1404.
- Mushi, E.Z., Isa, J.W., Binta, M.G., Kgotlhane, M.C.G. (2007): Physical characteristics of ostrich (*Struthio camelus*) eggs from Botswana. *Anim. Vet. Adv.* 6. 5. 676–677.
- Naber, E.C. (1978): The Effect of Nutrition on the Composition of Eggs. *Poult. Sci.* 58. 518-528.
- Narushin, V.G., Romanov, M.N. (2002): Egg physical characteristics and hatchability. *World Poult. Sci.* 58. 297-303.
- Nedomová, Š., Buchar, J. (2013): Ostrich eggs geometry. *Acta Univ. Agricult. et Silv. Mend. Bru.* 61. 81. 3. 735-742.
- Nedomová, Š.r., Severa, L., Buchar, J. (2009): Influence of hen egg shape on eggshell compressive strength. *Int. Agrophys.* 23. 3. 249-256.

- Noble, R.C., Speake, B.K., McCartney, R., Foggin, C.M., Deeming, D.C. (1996): Yolk lipids and their fatty acids in wild and captive ostrich (*Struthio camelus*). *Comp. Biochem. Phys.* 113B. 753-756.
- Pérez-Bonilla, A., Nova, S., García, J., Mohiti-Asli, M., Frikha, M., Mateos, G.G. (2012): Effects of energy concentration of the diet on productive performance and egg quality of brown egg-laying hens differing in initial body weight. *Poult. Sci.* 91. 12. 3156-3166.
- Romanoff AL, Romanoff A. (1949): *The avian egg*. New York: John Wiley & Sons.
- Rufino, J.P.F., Cruz, F.G.G., Costa, V.R., Silva, A.F., Melo, L.D., Bezerra, N.S. (2019): Effect of In Ovo Feeding of L-Glutamine to Chick Embryos. *Braz. Poult. Sci.* 21. 4. 1-8.
- Ruuskanen, S., Hsu, B.-Y., Nord, A. (2021): Endocrinology of thermoregulation in birds in a changing climate. *Mol. Cell Endoc.* 519. 1-12.
- Sales, J., Poggenpoel, D.G., Cilliers, S.C (1996): Comparative physical and nutritive characteristics of ostrich eggs. *World's Poult. Sci.* 52. 45-52.
- Selvan, S.T., Gopi, H., Natrajan, A., Pandian, C., Babu, M. (2014): Physical characteristics, chemical composition and fatty acid profile of ostrich eggs. *Int. Env. Sci. Tech.* 3. 6. 2242-2249.
- Shameyeva, U.G., Janabekova, G.K., Zhumageldiev, A.A., Khussainov, D., Sobiech, P. (2018): Effect of supplement feed on the composition of the black ostrich's eggs. *Pharmaceut. Sci. Res.* 10. 929-932.
- Sinanoglou, V.J., Strati, I.F., Meimaroglou, S.M. (2011): Lipid, fatty acid and carotenoid content of edible egg yolks from avian species: A comparative study. *Food Chem.* 124. 971-977.
- Schaafsma, A., Pakan, I., Hofstede, G.J., Muskiet, F.A., Van Der Veer, E., De Vries, P.J. (2000): Mineral amino acid, and hormonal composition of chicken eggshell powder and the evaluation of its use in human nutrition. *Poult. Sci.* 79. 12. 1833-1838.
- Subramanian, S.A., Kang, D.R., Park, J.R., Siddiqui, S.H., Ravichandiran, P., Yoo, D.J., Na, C.S., Shim, K.S. (2019): Effect of In Ovo Injection of L-Arginine in Different Chicken Embryonic Development Stages on Post-Hatchability, Immune Response, and Myo-D and Myogenin Proteins. *Anim.* 9. 6. 357.
- Tumová, E., Gous, R.M., Tyler, N (2014): Effect of hen age, environmental temperature, and oviposition time on egg shell quality and egg shell and serum mineral contents in laying and broiler breeder hens. *Czech Anim. Sci.* 59. 9. 435-443.
- Zhu, Y.W., Xie, J.J., Li, W.X., Lu, L., Zhang, L.Y., Ji, C., Lin, X., Liu, H.C., Odle, J., Luo, X.G. (2015): Effects of environmental temperature and dietary manganese on egg production performance, egg quality, and some plasma biochemical traits of broiler breeders. *An. Sci.* 93. 7. 3431-3440.

ADATOK A DUNA MENTI *FESTUCA* DOMINÁLTA HOMOKI GYEPEK BIOMASSZA ÉS BELTARTALMI ÉRTÉKEIHEZ

Fűrész Attila¹, Balogh Dániel¹, Pajor Ferenc², Péter Norbert¹, Kiss Tímea³,
Penksza Károly¹

¹Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Növénytermesztési-tudományok Intézet, Növénytani Tanszék, Agrobotanika csoport, 2100 Gödöllő Páter K. u. 1.

²Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet, 2100 Gödöllő Páter K. u. 1.

³Neumann János Egyetem, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar, 6000 Kecskemét, Izsáki út 10.
furatis1@gmail.com

Received - Érkezett: 27.03.2022.

Accepted – Elfogadva: 09.06.2022.

Összefoglalás

A *Festuca* fajok a pannon vegetáció fontos gyepalkotói, továbbá a szélsőséges körülményekkel jellemezhető élőhelyek meghatározó tagjai. A szálas levelű vagy úgynevezett apró csenkeszek (*Festuca*) élőhelyei gyenge termőképességű gyepeket alkotnak, mindemellett ezek az élőhelyek jelentős természetvédelmi értéket képviselnek. Jelentőségük a klímaváltozással párhuzamosan a száraz élőhelyek potenciális terjedésével feltehetően nőni fog. Célként tüztük ki a Dunát követve a Kárpát-medence északnyugati részétől, Kisalföldtől kiindulva a Kárpát-medence központi, nagy, kiterjedt homoki hátságán át, (ahol 3 részre, északi, középső és déli részre bontva) a legdélibb, Deliblat területéig, valamint a Kárpátok vonalán átlépve a Román-alföldig és Bulgáriáig, 37 mintaterület takarmánymintáinak begyűjtését és feldolgozását. A vágásminták weendei analízise a Szent István Egyetem Takarmányozástani Tanszékének laboratóriumában történt. Meghatároztuk azok eredeti szárazanyag-tartalmát, a nyersfehérje, a nyerszsír és a nyersrost tartalmát az MSZ-6830 sz. szabvány szerint, illetve Harris et al. (1972) és NRC (1989) alapján, továbbá mértünk rostfrakciókat is (NDF, ADF, ADL). A mintákat a domináns *Festuca* fajok alapján osztályoztuk, ezen belül két mintatípussal dolgoztunk és külön értékeltünk tiszta *Festuca* mintákat és külön velük együtt előforduló fajokkal kevert mintákat.

A *Festuca vaginata* abszolút szárazanyag-tartalom értékei minden minta esetében magasak voltak, de némi emelkedés mutatkozott a déli terület felé haladva, ahol a legmagasabb értékek a deliblati (DFv) mintánál adódtak 500 mg/kg feletti értékekkel. A nyersfehérje értékei alacsonyok voltak, és egyik esetben sem érték el a 100 mg/kg értékhatárt. A nyerszsír mennyisége mutatta a legkisebb értékeket csak 18-25 mg/kg között mozgott. A nyersrost mennyiségben jelentős eltérések nem mutatkoztak a mintaterületek között, értéke 300 mg/kg körül alakult. Ezzel ellentétben a rostfrakció arányaiban voltak eltérések. Általánosan elmondható, hogy a legmagasabb értékeket a rostfrakcióból a NDF (neutrális detergens rost) adatai mutatták, 500 mg/kg körül. Az ADF (savdetergens rost) rost mennyisége magasabb volt a Duna-Tisza közti mintáknál (Szigetmonostor/SzFv, Homoktövis TT/HFv), és újra csökkent dél felé haladva. Hasonló értékek figyeltünk meg az ADL (savdetergens lignin) mennyisége tekintetében is.

Összességében tehát az elemzett minták alapján a szárazanyagban a déli területek felé haladva egy növekvő tendencia követhető. A vizsgált öt *Festuca* faj és az általuk alkotott gyepi minták között is jelentős különbségeket igazoltunk. A vizsgált gyepek beltartalmi értékek alapján kisebb kérődző fajok számára alkalmas takarmány bázist jelentenek, és ezen belül a *Festuca wagneri* bizonyultak a legalkalmasabbnak legeltetésre.

Kulcsszavak: biomassza, takarmányérték, csenkesz, gyepgazdálkodás

Data of biomass and content values of sandy grasslands dominated by *Festuca* along the Danube

Abstract

Festuca taxa are important grassland species in the Pannonian vegetation and they are a dominant component of the Pannonian vegetation where conditions are too extreme. The habitats of narrow-leaved or small *Festuca* species are indicators of poor productivity, but they are still important from the conservation point of view. As climate change and the expansion of dry habitats increase, the importance of these grasslands is likely to rise.

Our study aimed to collect cut samples of biomass from 37 areas along the Danube, beginning in the northwestern part of the Little Hungarian Plain, across the central great sandy plains of the Carpathian Basin (divided into three parts: north, middle, south) to the southernmost part of the Basin at Deliblato, Serbia. The last samples were made beyond the Carpathians on the Romanian Great Plain and Bulgaria.

Weende analysis of the cut samples was carried out in the laboratory of the Department of Animal Husbandry of Szent István University. Their original dry matter and crude protein, crude fat and crude fibre content were analysed according to MSZ-6830, Harris et al. (1972) and NRC (1989), and fibre fractions (NDF, ADF, ADL) were measured. Samples were classified based on the dominant *Festuca* species, including separate assessments of dominant *Festuca* samples and separate assessments of samples with co-occurring species.

Values of absolute dry matter were high in all samples of *Festuca vaginata*, but there was a slight increase towards the southern areas, the highest values were found in the Deliblato (DFv) sample, which were above 500 mg/kg. Crude protein values were low, in none of the samples reached the 100 mg/kg. Crude fat was the lowest, fluctuating between 18 and 25 mg/kg. Crude fibre content did not show a significant difference between the sample areas, and it was around 300 mg/kg. In contrast, there were different ratios of the fiber fraction. In general, the highest values of the fiber fraction were measured in the NDF (neutral detergent fiber) data, around 500 mg/kg. ADF (acid detergent fiber) fiber content was higher in the samples from the Danube-Tisza area (Szigetmonostor/SzFv, Sandstones TT/HFv) and decreased again towards the south. Similar ratios were observed in the amount of ADL (acid-detergent lignin).

Thus, all in all, the analysed samples suggest an increasing tendency in dry matter towards the southern areas. There were also significant differences between the analysed species. Differences were detected based on the separated samples of the five *Festuca* species and both their component grassland samples. According to the content values these grasslands provides a suitable feed base for species of small ruminants, and within this, *Festuca wagneri* sample types were considered to be the most suitable.

Keywords: biomass, feed value, fescue, grassland management

Bevezetés

Az európai helyzethez hasonlóan a magyarországi pannon gyepekben is csökken a biodiverzitás, mind a mezőgazdasági területeken, és mind a természetközeli vegetáció típusokban is (Bakker és Berendse, 1999; Bischoff és mtsai, 2005; Valkó és mtsai, 2011; Tasi és mtsai, 2013, 2014; Halász és mtsai, 2016). A biológiai sokféleség csökkenése többek között az antropogén hatások miatt következik be, de a nem megfelelő gyephasználat, a területek kezelésének felhagyása is (Fischer és Stöcklin, 1997; Bischoff és mtsai, 2005) befolyásolhatja a csökkenő tendenciát. A legelők esetében fontos a területen a legeltetési nyomás, a túllegeltetés, illetve a teljes felhagyás okozhatja a csökkenést, ami sok esetben a gyepek fitomassza viszonyainak megváltoztatásán keresztül fejt ki hatását (Guo 2007; Kelemen és mtsai, 2013; Szentes és mtsai, 2009; Penksza és mtsai, 2013; Antal és Huzsvai, 2007; Antal és Juhász, 2008; Cornwell és Grubb, 2003; Gillman és Wright, 2006; Mittelbach és mtsai, 2001; Précsényi, 1975). Ezért ökológiai és természetvédelmi szempontból elengedhetetlen a fitomassza és a fajszám kapcsolatának vizsgálata természetes gyepekben (Bálint és mtsai, 2014; Penksza és mtsai, 2013; Schaffers, 2002; Deák és mtsai, 2011; Török és mtsai, 2018; Pápay és mtsai, 2019c; Járdi és mtsai, 2017).

A *Festuca* nemzetség fajai a Pannon vegetáció szempontjából egy fontos gyepalkotó csoport, ezen túl a vegetáció meghatározó fajai hiszen olyan élőhelyeken képesek fennmaradni, ahol a legtöbb növényfaj számára már túl szélsőségesek a körülmények. Ebből adódóan a keskeny? levelű vagy apró csenkeszek az úgynevezett gyenge termőképességű gyepeket alkotják. Gyepgazdálkodási jelentőségük mellett nagymértékű természeti értéket is képviselnek. A klímaváltozással párhuzamosan egyre nagyobb szerepet kapnak és a száraz élőhelyek.

A növényzet biomassza termelését Précsényi (1975), Antal és Juhász (2008) vizsgálták. Précsényi (1975) a magyarországi legelők egyik jellemző társulását, a *Potentillo-Festucetum pseudovinae*-t elemezte, mely a *Salvio-Festucetum rupicola* leromlásaként alakul ki. A legelők gyepprodukcóját Antal és Juhász (2008) vizsgálta úgy, hogy a legelési időnynek megfelelően a területet több, jól elkülöníthető termőhelyre bontották. Kelemen és mtsai (2013) a hortobágyi szikes és löszgyepeket kutatta és kimutatta, hogy a földfelszín feletti fitomassza és a fajszám között szoros a kapcsolat. A fajgazdagság maximumát 750 g/m² földfelszín feletti fitomasszánál találták (Kelemen és mtsai, 2013). A tápanyagokban gazdagabb és jobb vízellátottságú talajokon fordulnak elő a záródó homokgyepek (Pápay és mtsai, 2019a). A mezofilabb környezetben kialakult gyepek, hegyi rétek biomasszája jelentősebb (Pápay és Uj, 2012; Pápay, 2016; Pápay és mtsai, 2017, 2019b, 2020; Katona és mtsai, 2016; Zimmermann és mtsai, 2018).

A Dunát követő homoki gyepek biomassza vizsgálatai területi szinten, több országban elindultak (Rácz és mtsai, 2021), és ezzel párhuzamosan a gyepek beltartalmi vizsgálatai is érdekessé váltak. A beltartalmi mutatók tekintetében a takarmányozás útján felhasznált alapanyagok és a belőlük készült késztakarmányok leírása során legtöbbször nyersrosttartalommal lehet találkozni. A nyersrost kémiaiilag olyan visszamaradó anyagoknak az összessége, amelyek híg savban és lúgban való főzés után keletkeznek. Meghatározásra kerülhet a neutrális detergens rost (NDF), a savdetergens rost (ADF), savdetergens lignin (ADL) és a kiemelten fontos szereppel bíró, nem keményítőszerű poliszacharidok csoportja (NSP), illetve az ezeket alkotó polimerek is (Orosz, 2015; Halász és mtsai, 2022). A takarmányadagok rosttal történő kiegészítése fokozza az emésztőrendszer telítettségét, amitől az állatok nyugodtabbak lesznek, így javulnak az állatjóléti körülmények is. Praktikus kiegészítők lehetnek a fűfélék, hiszen sok emészthető rostot tartalmaznak. A takarmányozás egyik legnagyobb kihívása, hogy a meglévő genetikai potenciált maximálisan ki lehessen használni kiemelkedő teljesítmény és fenntartható költségviszonyok között (Orosz, 2017; Orosz és Mézes, 2007).

A jelen kutatás elsődleges célja, annak a megállapítása is, hogy a földrajzi gradiens mentén hogyan változnak az egyes *Festuca* fajok által dominált gyepek beltartalmi értékei.

Anyag és módszer

Biomassza és takarmányérték vizsgálatok

A vizsgálataink alapját képező vágásmintákat a Dunát követve a Kárpát-medence északnyugati részétől, Kisalföldtől kiindulva a Kárpát-medence központi nagy kiterjedt homoki hátságán át – azt 2 részre, északi és déli területre bontva – a legdélibb, Deliblát területig, valamint a Kárpátok vonalán átlépve a Román-alföldig és Bulgáriáig 37 mintaterületről gyűjtöttük (1. ábra).

Az elkülönített földrajzi egységek mellett meghatározóak voltak a következő domináns *Festuca* fajok: *Festuca vaginata*, *F. pseudovaginata*, *F. wagneri*, *F. tomanii* (új a magyar flórára nézve), valamint a *F. javorkae* és *F. rupicola*, amelyeket összevontunk, mert csak a plodiditáсу szint után lehet biztosan állítani, hogy melyik fajról van szó.

A mintaterületek, a kódokkal együtt a következők:

I: *Festuca vaginata* dominanciájú gyepek:

Csak a domináns *Festuca* faj:

- GFv: *Festuca vaginata*, Kisalföld: Gönyű,
- SzFv: *Festuca vaginata*, Kiskunság északi része: Szigetmonostor,
- HFv: *Festuca vaginata*, Kiskunság északi része: Újpesti Homoktövis TT,
- BFv: *Festuca vaginata*, Kiskunság déli része: Bugac,
- DFv: *Festuca vaginata*, Szerbia: Deliblát,
- BvFv: *Festuca vaginata*, Románia: Balta Verde.

Domináns *Festuca* faj és a vegetációs környezete:

- GFvX: *Festuca vaginata*, Kisalföld: Gönyű,
- SzFvX: *Festuca vaginata*, Kiskunság északi része: Szigetmonostor,
- HFvX: *Festuca vaginata*, Kiskunság északi része: Újpesti Homoktövis TT,
- BFvX: *Festuca vaginata*, Kiskunság déli része: Bugac,
- DFvX: *Festuca vaginata*, Szerbia: Deliblát,
- BVvX: *Festuca vaginata*, Románia: Balta Verde.

II: *Festuca pseudovaginata* dominanciájú gyepek:

Csak a domináns *Festuca* faj:

- SzFp: *Festuca pseudovaginata*, Kiskunság északi része: Szigetmonostor,
- HFp: *Festuca pseudovaginata*, Kiskunság északi része: Újpesti Homoktövis TT,
- BFp: *Festuca pseudovaginata*, Kiskunság déli része: Bugac.

Domináns *Festuca* faj és a vegetációs környezete:

- SzFpX: *Festuca pseudovaginata*, Kiskunság északi része: Szigetmonostor,
- HFpX: *Festuca pseudovaginata*, Kiskunság északi része: Újpesti Homoktövis TT,
- BFpX: *Festuca pseudovaginata*, Kiskunság déli része: Bugac.

III: *Festuca tomanii* dominanciájú gyepek:

Csak a domináns Festuca faj:

- SzFt: *Festuca tomanii*, Kiskunság északi része: Szigetmonostor,
- HFt: *Festuca tomanii*, Kiskunság északi része: Újpesti Homoktövis TT.

Domináns Festuca faj és a vegetációs környezete:

- SzFtX: *Festuca tomanii*, Kiskunság északi része: Szigetmonostor,
- HFtX: *Festuca tomanii*, Kiskunság északi része: Újpesti Homoktövis TT,

IV: Festuca wagneri dominanciájú gyep:

Csak a domináns Festuca faj:

- BFw: *Festuca wagneri*, Kiskunság déli része: Bugac,
- DFvw: *Festuca wagneri*, Szerbia: Deliblát,
- BVFw: *Festuca wagneri*, Románia: Balta Verde,
- VFw: *Festuca wagneri*, Bulgária, Vidin.

Domináns Festuca faj és a vegetációs környezete:

- BFwX: *Festuca wagneri*, Kiskunság déli része: Bugac,
- DFvwX: *Festuca wagneri*, Szerbia: Deliblát,
- BVFwX: *Festuca wagneri*, Románia: Balta Verde,
- VFwX: *Festuca wagneri*, Bulgária, Vidin.

V: Festuca javorkae/rupicola dominanciájú gyep:

Csak a domináns Festuca faj:

- GFjr: *Festuca javorkae/rupicola*, Kisalföld: Gönyű,
- CFjr: *Festuca javorkae/rupicola*, Csallóköz (Szlovákia): Cenkov (Csenke).

Domináns Festuca faj és a vegetációs környezete:

- GFjrX: *Festuca javorkae/rupicola*, Kisalföld: Gönyű,
- CFjrX: *Festuca javorkae/rupicola*, Csallóköz (Szlovákia): Cenkov (Csenke).

1. ábra: A Duna menti mintavételi területek

(1: Gönyű, 2: Cenkov, 3:Szigetmonostor, 4: Homoktövis TK, 5: Bugac, 6: Deliblát,7: Balta Verde, 8: Vidin)

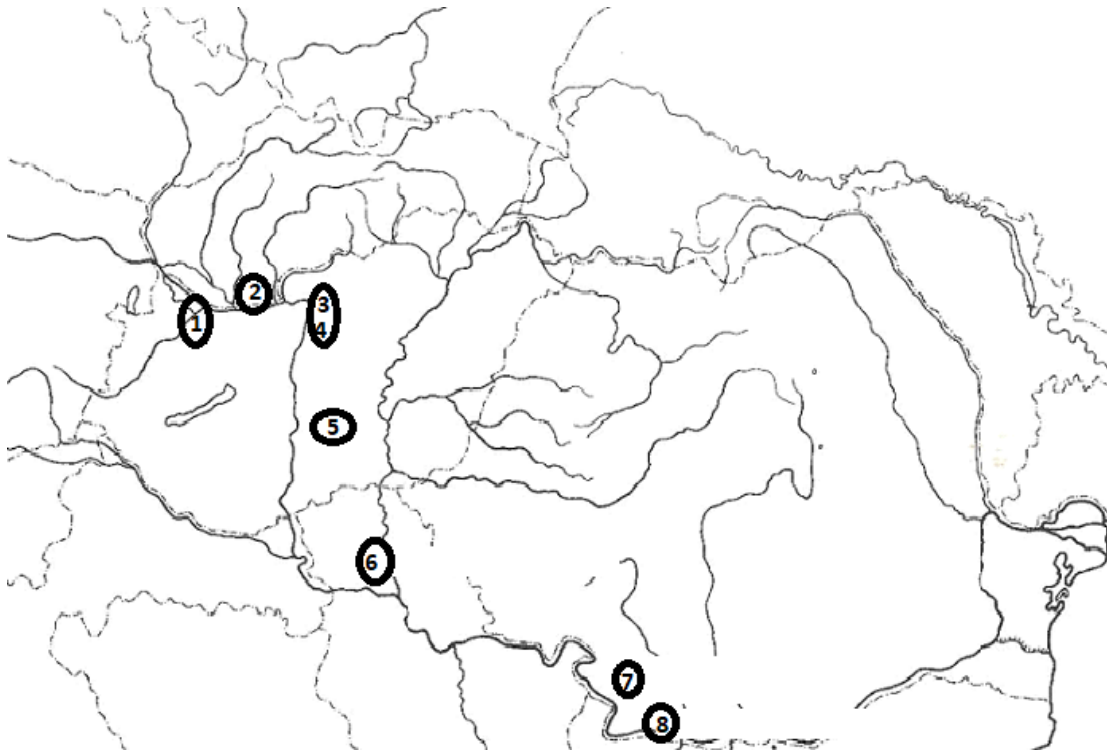


Figure 1: Sampling areas along the Danube River (1: Gönyű, 2: Cenkov, 3:Szigetmonostor, 4: Homoktövis TK, 5: Bugac, 6: Deliblát,7: Balta Verde, 8: Vidin)

Nyíráspróbával végeztük a mintaterületek biomassa-produkció meghatározását és a lenyírt 0,5x0,5 m-es területről és a gyeptömeget grammban meghatároztuk. A juhlegelőknél alkalmazandó 3 cm-es tarlót hagytunk. A levágott növényzeti anyagot *Tasi* (2010) csoportosítása alapján különválogattuk. A vizsgált összetevők a következők voltak:

1. *Festuca* fajok,
2. egyéb pázsitfűvek,
3. pillangós fajok,
4. egyéb kétszikű fajok,
5. egyéb egyszikű fajok,
6. avar.

Beltartalmi vizsgálatok

A vágásminták beltartalmi értékeit weendei analízis során határoztuk meg, többek közt az eredeti szárazanyag-tartalmat, a nyersfehérje, a nyerszsír és a nyersrost tartalmat az MSZ-6830 sz. szabvány szerint, illetve *Harris és mtsai* (1972) és *NRC* (1989) alapján, valamint a rostfrakciókat (NDF, ADF, ADL). A mintákat a domináns *Festuca* fajok alapján osztályoztuk, ezen belül külön értékeltük a tiszta *Festuca* mintákat és külön a vele együtt előforduló fajokkal kevert mintákat (*Schmidt*, 1993; *Schmidt és mtsai*, 2000; *Orosz*, 2015).

Eredmények

Biomassza és takarmányérték eredmények

A különböző gypalkotók adatai alapján az avar által kitett biomasszamennyiség értéke nagyrészt megegyezik egymással a vizsgált *Festuca* taxonok állományaiban. Legfőképpen a *F. pseudovaginata*, *F. wagneri* és a *F. vaginata* állománya rendelkezett nagyobb tömegű avarral, ahol a legmagasabb arányban a *F. pseudovaginata*-féle társulásokból mértünk. A *F. javorkae/rupicola* és a *F. tomanii* állományokban az elemzés alapján kevesebb az avar mennyisége.

A szűrős növények megjelenési aránya a *F. wagneri* társulásokban a legmagasabb, de mellette a *F. javorkae/rupicola* állományában is igen gyakori volt. A *F. vaginata*-féle társulásban viszont egyáltalán nem fordult elő szűrős növény.

Az egyéb egyszikűek 1,33-3,05 értékig megjelennek a vizsgált *Festuca* állományokban. A legmagasabb érték a *F. tomanii* biomasszájából került kimutatásra, míg legkevesebb a *F. javorkae/rupicola* biomasszájából. A *F. vaginata* állománya picivel több egyéb egyszikűvel rendelkezett, a vizsgált minták alapján 1,56 értékű, de megemlítendő a *F. pseudovaginata* állománya is, ami a *F. tomanii* mellett szintén sok egyéb egyszikű biomasszájával rendelkezett.

A *F. rupicola/javorkae* esetében a gyűjtött *Festuca* állományok biomasszájában a kétszikűek tömege egyértelműen kiemelkedett, 79,25 értékkel, míg a második legmagasabb érték csupán 39,87, amit a *F. wagneri* biomasszájában tapasztaltunk. A *F. pseudovaginata* állománya rendelkezett a legkevesebb kétszikűvel.

A biomasszamérések eredményei alapján a *F. wagneri* és a *F. javorkae/rupicola* állománya rendelkezett a legtöbb (18,55) pillangósvirágúval, míg a nyílt homoki gypállományokon, a *F. pseudovaginata* és *F. vaginata* biomasszájában 2,79-2,92 volt csak jelen.

A fajállományonként összehasonlított *Festuca* egyedek arányának biomassza eredménye alapján a legkisebb értékkel a *F. vaginata* rendelkezett, míg a legmagasabbal a *F. rupicola/javorkae*. Értékük közti különbsége 21,15. A *F. vaginata* állományán kívül a többi fajállomány magas tömegarányban jelent meg a területen.

A *F. rupicola/javorkae* (39,42) egyértelműen kiemelkedett az egyéb pázsitfűvek biomassza arányában. A többi fajállomány hasonló értékkel rendelkezett az egyéb pázsitfűvekkel, melynek aránya 17,38-19,30 között terjed ki (2. ábra, 1. táblázat).

2. ábra: Az összesített biomassza adatok gyepalkotók szerint

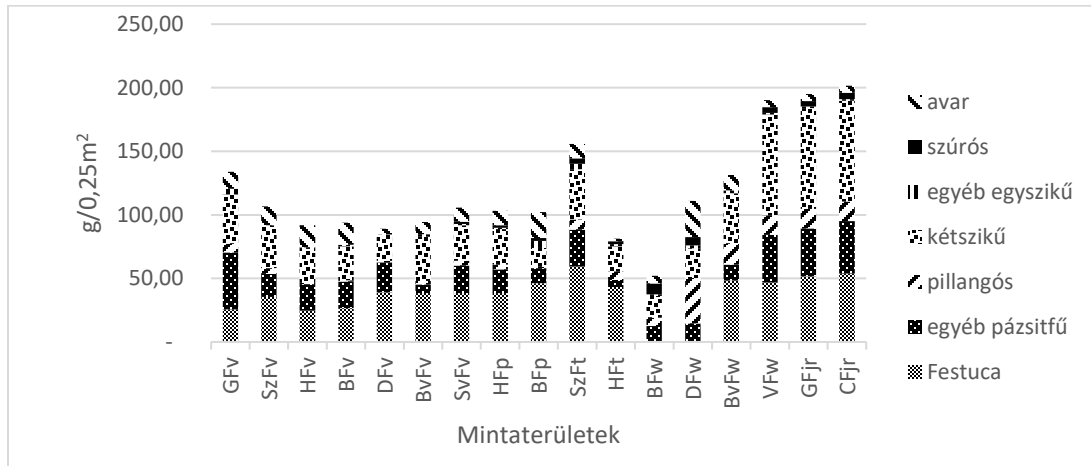


Figure 2: Aggregated biomass data (g/0.25m²)

1. táblázat: A mintavételi területek biomassza adatai

	<i>Festuca</i>	<i>egyéb pázsitfű</i>	<i>pillangós</i>	<i>kétszikű</i>	<i>egyéb egyszikű</i>	<i>szúrós</i>	<i>avar</i>	<i>szum</i>
<i>Festuca vaginata</i>								
Gönyű (GFv)	25,65	44,83	6,80	38,60	4,75	0,00	13,30	133,93
Szigetmonostor (SzFv)	35,50	18,00	4,50	33,75	0,00	0,00	15,00	106,75
Homoktövis TT (HFv)	24,67	20,80	1,13	26,58	1,25	0,00	17,33	91,76
Bugac (BFv)	26,67	20,80	1,12	26,58	1,25	0,00	17,33	93,75
Deliblát (DFv)	38,87	23,78	1,20	20,56	0,00	0,00	4,67	89,07
Balta Verde (BvFv)	38,38	6,90	2,75	34,75	2,12	0,00	9,50	94,40
<i>Festuca pseudovaginata</i>								
Szigetmonostor (SzFp)	38,50	21,63	3,75	27,88	1,00	1,80	11,13	105,68
Homoktövis TT (HFp)	38,50	18,63	3,75	27,88	1,00	2,20	11,13	103,08
Bugac (BFp)	46,25	11,88	0,88	15,00	5,38	2,40	20,25	102,03
<i>Festuca tomanii</i>								
Szigetmonostor (SzFt)	59,30	28,90	8,20	39,45	4,20	4,50	11,13	155,68
Homoktövis TT (HFt)	43,30	5,60	6,80	19,45	1,90	2,10	2,10	81,25
<i>Festuca wagneri</i>								
Bugac (BFw)	47,67	12,45	6,56	17,21	1,20	8,56	6,10	52,08
Deliblát (DFw)	38,76	14,56	35,78	23,42	2,23	6,50	28,56	111,05
Balta Verde (BvFw)	48,30	12,60	16,40	39,60	2,30	0,00	12,10	131,30
Vidin (VFw)	46,67	37,60	15,44	79,25	1,33	4,45	5,50	190,24
<i>Festuca javorkae/rupicola</i>								
Gönyű (GFjr)	51,67	37,60	15,32	79,25	1,33	4,45	5,51	195,13
Cenkov (CFjr)	53,88	41,23	15,43	79,25	1,33	4,87	5,56	201,55

Table 1: Biomass data of the sampling areas

Beltartalmi eredmények

A beltartalmi értékek esetében is tapasztaltunk eltéréseket domináns *Festuca* fajonként és területenként is. A későbbiekben a tiszta minták eredményeit ábrákon, míg a kevert mintákra vonatkozó adatokat a 2. táblázat adatai alapján mutatjuk be.

A *Festuca vaginata* értékei alapján minden minta esetében az abszolút szárazanyag-tartalom magas volt, de némi emelkedés mutatkozott a déli terület felé haladva, a legmagasabb értékek a delibláti (DFv) mintánál adódtak, 500 mg/kg felett. A nyersfehérje értékei nem voltak magasak, egyik esetben sem érte el a 100 mg/kg-ot. A legkisebb értékeket a nyerszsír mennyisége mutatta (18-25 mg/kg). A mintaterületek között nem mutatkoztak jelentős eltérések a nyersrostmennyiségben: 300 mg/kg körül alakult. A rostfrakció arányaiban voltak eltérések. Általánosan elmondható, hogy a legmagasabb értékeket az NDF (neutrális detergens rost) adatai mutatták, 500 mg/kg körül. Az ADF (savdetergens rost) rost mennyisége magasabb volt a Duna-Tisza közti mintáknál (Szigetmonostor/SzFv, Homoktövis TT/HFv), és újra csökkent dél felé haladva. Hasonló arányokat tapasztaltunk az ADL (savdetergens lignin) mennyisége tekintetében is (3. ábra).

3. ábra: A *Festuca vaginata* minták beltartalmi értékei

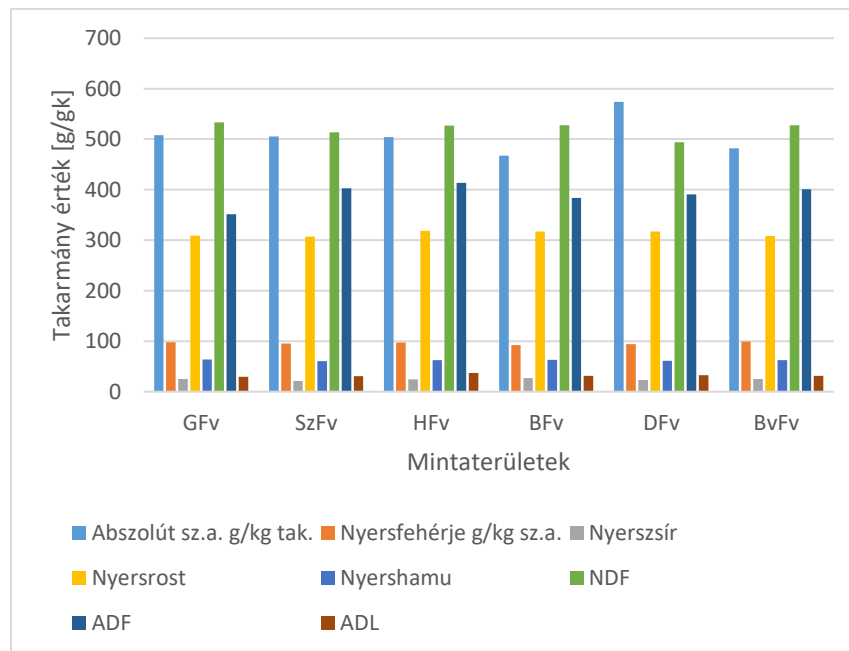


Figure 3: Content values of *Festuca vaginata* samples (Fv: *Festuca vaginata*, G: Gönyű, Sz: Szigetmonostor, H: Újpesti Homoktövis TT, B: Bugac, D: Deliblát, Bv: Balta Verde)

A kevert *Festuca vaginata* értékei minden esetben a magas abszolút szárazanyag-tartalommal rendelkezett, de némi emelkedés mutatkozott a déli terület felé haladva, a legmagasabb értékeket a balta verde-i (BvFv) mintánál adódott, ami 897,54 mg/kg volt. A nyersfehérje értékei alacsonyok voltak, egyik esetben sem érte el a 100 mg/kg értékhatárt. A nyerszsír mennyisége csak 18-25 mg/kg között mozgott. A rostfrakcióból a legmagasabb értékeket a NDF adatai mutatták, 500 mg/kg körül. Az ADF rost mennyisége nem változott nagy mértékben, az ADL delibláti (DFv) mintánál volt a legkisebb, ami 298,22 mg/kg érték volt.

A *Festuca pseudovaginata* értékei (4. ábra) esetében az abszolút szárazanyag tartalom minden mintánál magas (457-532 g/kg) volt. A nyersfehérje értékei minimális eltérést mutattak, egyik esetben sem érték el a 100 mg/kg-ot. A nyerszsír mennyisége 20-30 mg/kg között mozgott. A legmagasabb nyersrost tartalmat Szigetmonostoron (SzFp) mértük, ami 367,37 mg/kg volt. A rostfrakció arányaiban is voltak eltérések. A rostfrakcióból a legmagasabb értékeket NDF, 500 mg/kg körül tapasztaltunk. Az ADF rost mennyisége nem mutatott nagy eltérést, az ADL mennyisége apróbb kiugrást mutatott a Homoktövis (HFv) mintánál.

4. ábra: A *Festuca pseudovaginata* minták beltartalmi értékei

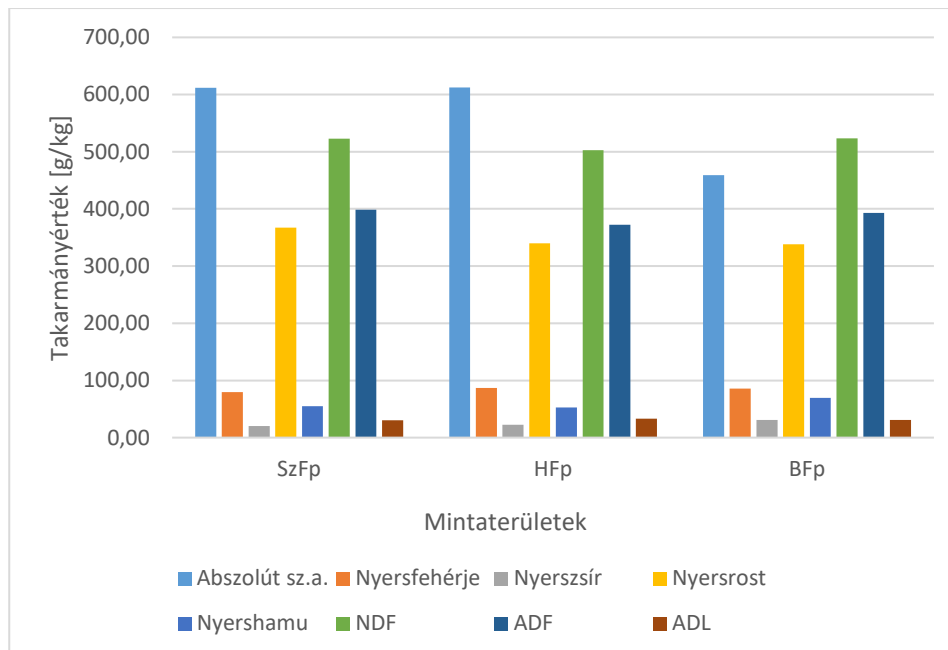


Figure 4: Content values of *Festuca pseudovaginata* samples (Fp: *F. pseudovaginata*, Sz: Szigetmonostor, H: Újpesti Homoktövis TT, B. Bugac)

A kevert *Festuca pseudovaginata* értékei esetében az összes mintára jellemző volt a magas abszolút szárazanyag-tartalom, a déli terület irányába haladva növekedett. A nyersfehérje értékei minimális eltérést mutattak, egyik esetben sem érték el a 100 mg/kg határt. A nyerszsír mennyisége 22-24 mg/kg között mozgott. A legmagasabb nyersrosttartalmat Bugacon (BFp) mértük, ami 366,68 mg/kg-nak adódott. A rostfrakció arányaiban voltak eltérések. A rostfrakcióból a legmagasabb értékek az NDF, 500 mg/kg körüli. Az ADF rost mennyisége déli terület felé haladva csökkent. Az ADL mennyisége apróbb kiugrást mutatott a Bugaci (BFp) mintánál.

Festuca tomanii minták esetében az abszolút szárazanyag-tartalom magas volt. A Homoktövisnél (HFt) gyűjtött mintának alacsony, 62,25 mg/kg értéke volt, míg a nyersfehérje értéke szigetmonostori mintánál 102,68 mg/kg volt. A nyerszsír mennyisége a legkisebb értékeket mutatta, 20-25 mg/kg között mozgott. A rostfrakció arányai a legmagasabb értékeket mutatták, a NDF, 500 mg/kg feletti értékkel. Az ADF és az ADL nem mutatott nagyobb eltérést (5. ábra).

5. ábra: A *Festuca tomanii* minták beltartalmi értékei

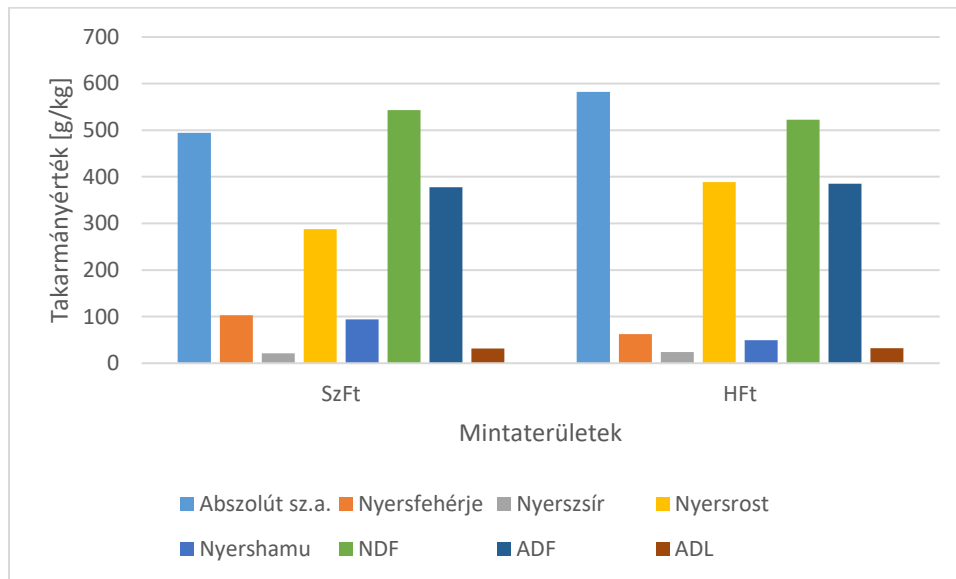


Figure 5: Content values of *Festuca tomanii* samples (Ft: *F. tomanii*, Sz: Szigetmonostor, H: Újpesti Homoktövis)

A kevert *Festuca tomanii* minták esetében az abszolút szárazanyag-tartalom magas volt. A nyersfehérje a Homoktövisnél (HFt) gyűjtött mintánál alacsony, 72,20 mg/kg, míg a szigetmonostori mintánál 57,13 mg/kg-os érték adódott. A nyerszsír mennyisége 22-23 mg/kg között mozgott. A nyersrost mennyisége között nagy eltérést nem tapasztaltunk. A rostfrakció arányai: legmagasabb értékeket a rostfrakcióból a NDF 500 mg/kg felett mutatta, az ADF a szigetmonostori (SzFtX) mintában nagyobb értéket adott, míg ADL rost tekintetében kisebb értéket mutatott ki.

A *Festuca wagneri* minta esetében magas volt az abszolút szárazanyag-tartalom, de emelkedés mutatkozott a déli terület felé haladva, a legmagasabb értékeket a vidin-i (VFw) mintánál kaptuk, ami 917,28 mg/kg volt. A nyersfehérje értékei déli terület felé csökkenő értéket mutattak. A nyerszsír mennyisége 19-27 mg/kg között mozgott. A nyersrost mennyisége déli irányban csökkenő értéket mutatott; a legkisebb érték Vidin-nél (VFw) 306,62 mg/kg volt. A rostfrakció arányai: legmagasabb értékeket a rostfrakcióból a NDF adatai mutatták, 500 mg/kg felett. Az ADF rost mennyisége nem mutatott nagyobb eltérést. Az ADL értékek dél felé haladva csökkenő értéket mutattak (6. ábra).

6. ábra: A *Festuca wagneri* beltartalmi értékei

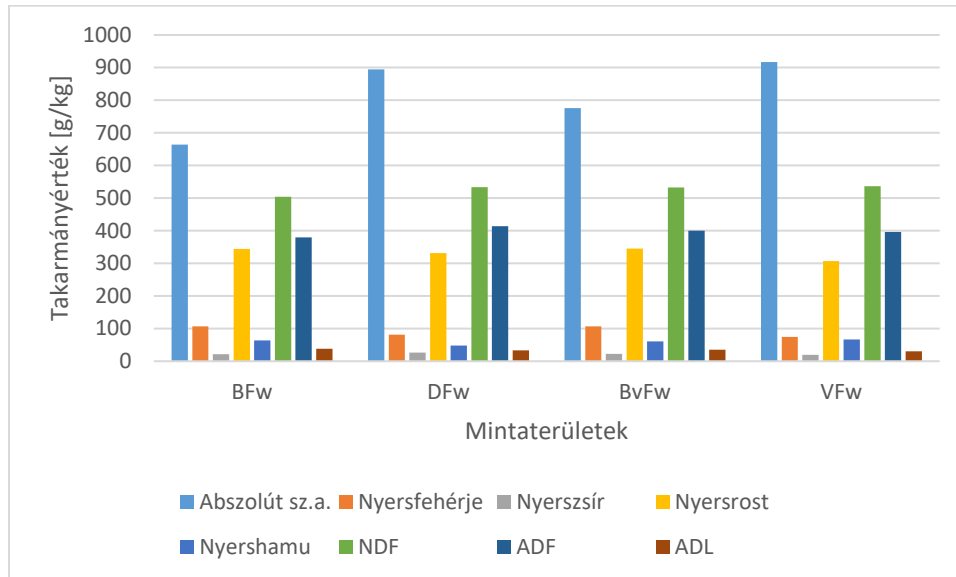


Figure 6: Content values of *Festuca wagneri* samples (*F. wagneri* B. Bugac, D: Deliblát, Bv: Balta Verde, V. Vidin)

Kevert *Festuca wagneri* értékeinek mérése alapján minden mintánál az abszolút szárazanyag-tartalom magas volt, de emelkedés mutatkozott a déli terület felé haladva: a legmagasabb értékeket a vidin-i (VFw) mintánál tapasztaltuk, ami 882,37 mg/kg volt. A nyersfehérje értékek alacsonyok, egyik esetben sem érték el a 100 mg/kg-ot. A nyerszsír mennyisége 20-32 mg/kg között mozgott. A nyersrost mennyiségben jelentős eltérések nem mutatkoztak, 320 mg/kg körül voltak. A legmagasabb értékeket a rostfrakcióból a NDF adatai mutatták, 500 mg/kg felett, míg az ADF rost mennyisége nem mutatott nagyobb eltérést. Az ADL dél felé haladva növekvő értéket mutatott.

A *Festuca javorkae/rupicola* mintáknál az abszolút szárazanyag-tartalom magas volt, 500 mg/kg körüli. A nyersfehérje értékei alacsonyok voltak, egyik esetben sem érték el a 100 mg/kg határt. A nyerszsír mennyisége nem mutatott nagy eltérést, 24-26 mg/kg között mozgott. A nyersrost mennyiségben jelentős eltérések nem mutatkoztak a mintaterületek között, 350 mg/kg körül alakultak. A legmagasabb értékeket a rostfrakcióból a NDF adatai mutatták, Gönyűnél (GFjr) 502mg/kg, míg Cenkovnál 531,69mg/kg volt. Az ADF mennyisége rost nem mutatott jelentős eltérést, ám az ADL Cenkovnál (CFjr) gyűjtött mintában kismértékben megnövekedett (7. ábra).

7. ábra: A *Festuca javorkae*/*F. rupicola* beltartalmi értékei

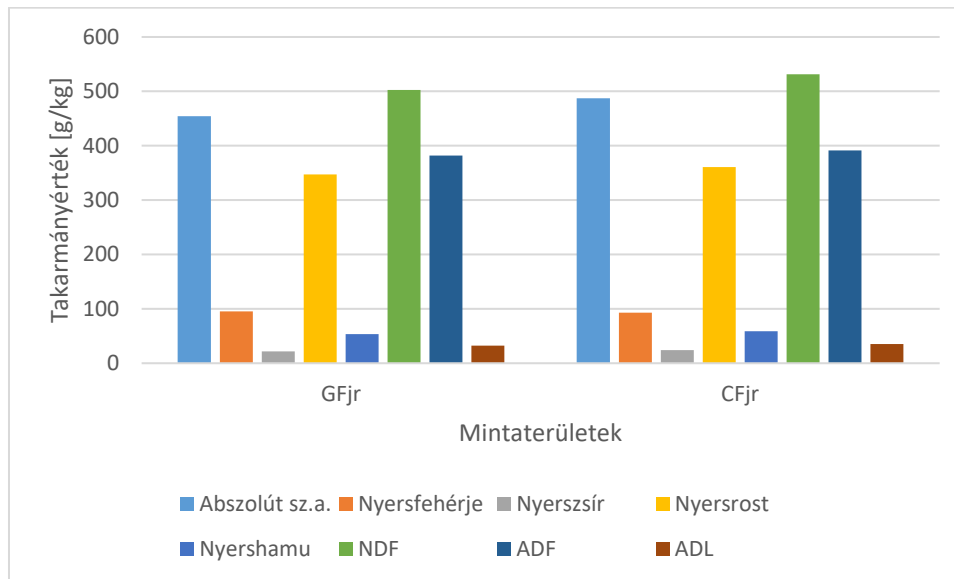


Figure 7: Content values of *Festuca javorkae/rupicola* samples (Fj: *F. javorkae*, Fr: *F. rupicola*, G: Gönyű, C: Cenkov)

A kevert *Festuca javorkae/rupicola* mintáknál az abszolút szárazanyag-tartalom magas volt, Gönyűnél (GFjrX) 384,54 mg/kg, Cenkovnál (CFjrX) 666,02 mg/kg. A nyersfehérje értékei alacsonyak voltak, egyik esetben sem érték el a 100 mg/kg határt. A nyerszsír mennyisége nem mutatott nagy eltérést, 24-26 mg/kg között mozgott. A nyersrost mennyiségben jelentős eltérések nem mutatkoztak, a mintaterületek között 350 mg/kg körül alakult. A legmagasabb értékeket a rostfrakcióból a NDF adatai mutatták, Gönyűnél (GFjr) 535,71 mg/kg, míg Cenkovál 498,13 mg/kg volt. Az ADF rost Cenkovnál (CFjrX) magasabb, illetve az ADL Gönyűnél (GFjrX) magasabb értéket mutatott (2. táblázat).

Értékelés és következtetések

A vizsgált gyepminták jellemzően nagy nyersrost és NDF értékkel rendelkeznek, valamint a szárazanyag-tartalom is igen magas. Ezzel párhuzamosan úgy tűnik, hogy a nyersfehérje értékek alacsonynak bizonyulnak.

Ezen kívül megállapítható, hogy a domináns *Festuca* fajok és a vegyes állományok táplálóanyag-tartalmában és a sejtfal alkotóiban nincs eltérés.

Mind a domináns *Festuca* fajok, mind a vegyes állományok esetében meg lehet figyelni, hogy a minták a szárazanyag növekedésével párhuzamosan csökken a nyersfehérje mennyisége ($r=-0,29$; $P<0,10$; $r=-0,24$; $P<0,10$).

A domináns *Festuca* fajok esetében a nyersrost arányának növekedésével párhuzamosan csökken a nyersfehérje mennyisége ($r=-0,46$; $P<0,05$).

Az öt vizsgált *Festuca* faj mintáinak takarmányozási értéke között a szárazanyagban és a nyersrostban jelentős eltérések találhatók, a nyersfehérje esetében pedig kisebb eltérést láthatunk.

2. táblázat: A kevert minták beltartalmi értékei a vizsgált területeken

	Abszolút száraz.	Nyersfehérje	Nyerszsír	Nyersrost	Nyershamu	NDF	ADF	ADL
Mintatípus	g/kg tak.	g/kg sz.a.						
<i>Festuca vaginata</i> kevert								
Gönyű (GFvX)	460,13	96,28	25,75	334,69	58,03	541,68	397,52	36,12
Szigetmonostor (SzFvX)	511,58	96,36	23,02	355,45	49,37	551,30	403,31	36,03
Homoktövis (HFvX) TT	487,34	85,33	21,28	342,95	47,96	524,09	370,49	37,37
Bugac (BFvX)	554,50	93,30	21,57	287,11	73,84	543,09	386,78	33,36
Deliblát (DFvX)	631,28	69,91	18,71	371,25	39,55	512,67	400,86	29,82
Balta Verde (BvFvX)	897,54	73,13	21,29	321,47	60,23	515,06	402,24	31,51
<i>Festuca pseudovaginata</i> kevert								
Szigetmonostor (SzFpX)	457,45	79,28	23,52	360,43	62,79	533,68	391,61	32,88
Homoktövis (HFpX) TT	532,57	87,33	22,75	352,02	58,44	506,95	376,28	32,45
Bugac (BFpX)	530,57	77,15	23,00	366,68	87,20	519,47	355,23	28,68
<i>Festuca tomanii</i> kevert								
Szigetmonostor (SzFtX)	677,71	57,13	22,51	370,75	29,25	528,77	400,84	35,88
Homoktövis (HFtX) TT	619,18	72,20	22,46	365,60	48,45	537,06	364,85	29,74
<i>Festuca wagneri</i> kevert								
Bugac (BFwX)	482,01	97,08	31,90	320,67	69,04	533,88	394,95	30,29
Deliblát (DFwX)	767,37	93,97	25,63	318,95	54,78	566,15	386,01	34,06
Balta Verde (BvFwX)	615,45	86,03	20,17	325,54	60,41	500,05	361,83	31,49
Vidin (VFwX)	882,37	91,85	20,05	324,99	60,99	528,96	380,78	32,78
<i>Festuca javorkae/rupicola</i> kevert								
Gönyű (GFjrX)	384,54	87,66	25,66	340,92	75,26	535,71	376,31	33,03
Cenkov (CFjrX)	666,02	92,31	24,07	354,48	54,34	498,13	393,62	30,70

Table 2: Data of content values of the mixed samples according to sampling areas

A legnagyobb szárazanyag értékkel a *Festuca wagneri* rendelkezik a vizsgálat szerint, ezek a minták jellemzően az Alföldről, Kiskunságból, valamint a Balkánról származnak. A legkisebb értékkel a *Festuca rupicola* minták rendelkeztek, ezek jellemzően Kisalföldről és Szlovákiából származtak. A *Festuca tomanii* minták rendelkeztek a legkisebb nyersfehérje értékkel. Ezek a minták leginkább Kiskunságból származtak. A legmagasabb nyersfehérje értékkel a *Festuca vaginata*, *Festuca wagnerii* és a *Festuca rupicola* minták rendelkeztek. A nyersrost esetében a legnagyobb értékkel a *Festuca tomanii*, míg a legkisebb értékkel a *Festuca vaginata* minták rendelkeztek (3. táblázat).

3. táblázat: A kevert minták takarmányozási értékei a vizsgált területeken

	Sz.a.	Nyers- fehérje	Nyerszsír	Nyersrost	Nyers- hamu	NDF	ADF	ADL
<i>Festuca vaginata</i>								
átlag	548,60 ^a	90,91	23,15	324,21	58,56	525,79	392,01	33,13
szórás	120,12	9,76	2,40	23,22	8,97	15,72	17,02	2,87
<i>Festuca pseudovaginata</i>								
átlag	533,96 ^a	82,59	23,80	354,12	64,21	518,18	381,18	31,46
szórás	68,87	4,44	3,72	12,88	12,82	11,52	16,31	1,76
<i>Festuca tomanii</i>								
átlag	593,51	73,57	22,52	353,23	55,21	532,91	382,17	32,37
szórás	76,70	20,39	1,22	44,64	27,43	8,98	15,03	2,56
<i>Festuca wagnerii</i>								
átlag	749,86 ^b	92,43	23,61	327,31	60,60	529,54	389,21	33,24
szórás	153,30	11,66	4,25	13,11	6,54	20,45	15,77	2,63
<i>Festuca javorkae/rupicola</i>								
átlag	497,97 ^a	92,08	24,02	350,72	60,60	517,09	385,80	32,84
szórás	119,91	3,24	1,52	8,54	10,06	19,34	8,17	1,93
P	<0,05	<0,10	N.S.	<0,05	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.

Table 3: Feeding values of the mixed samples according to sampling areas

A sejtfalalkotók szempontjából nem tudunk különbséget kimutatni a minták között, viszont a meglévő értékeket az irodalomban találhatóakkal (Schmidt és mtsai, 2000) összevetve közepes minőséget mutatnak, az NDF és ADF értékek virágzasközeli állapotnak megfelelőek.

Összességében a legmagasabb minőségű tápanyagértékkel a *Festuca vaginata* és a *Festuca rupicola* minták rendelkeztek, ezzel szemben a leggyengébb táplálóanyag tartalmúnak a *Festuca tomanii* minták tekinthetőek.

A vizsgált vegetációtípusokból gyenge minőségű réti széna várható. A bemutatott eredmények alapján a kiskérődző ágazat számára jelenthet felhasználható takarmányforrást. Elsősorban a juhtenyésztés számára a legalkalmasabb a vizsgált gyepterületek hasznosítása Schmidt (1993) alapján alkalmaztuk.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a kutatás támogatójának az OTKA K-125423 pályázatnak. Ezen túl a Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóságnak, a Fővárosi Vízműveknek és Budapest Főváros Főpolgármesteri Hivatalnak és a Városigazgatóság Főosztálynak, valamint A SZIE Takarmányozástani Tanszék dolgozóinak.

Irodalomjegyzék

- Antal, Zs., Huzsvai, L.* (2007): Előkészítő vizsgálatok védett gyepterületek produkciójának modellezéséhez. *Agrártudományi Közlemények* 26 (Különszám): 64-69.
- Antal Zs., Juhász L.* (2008): Determining soil reaction values and nature conservation value categories for grass production model based grazing. *Cereal Research Communications* 36: 975-978.
- Bakker, J. P., Berendse, F.* (1999): Constraints in the restoration of ecological diversity in grassland and heathland communities. *Trends in Ecology and Evolution* 14: 63–68.
- Bálint, P., Balogh, N., Kelbert, B., Radócz, Sz., Tóth, K.* (2014): Fitomassza dinamika homoki gyeppek szekunder szukcessziója során. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 12(1-2): 3-10.
- Bischoff, A., Auge, H., Mahn, E. G.* (2005): Seasonal changes in the relationship between plant species richness and community biomass in early succession. *Basic and Applied Ecology* 6: 385–394.
- Cornwell, W. K., Grubb, P. J.* (2003) Regional and local patterns in plant species richness with respect to resource availability. *Oikos* 100: 417–428.
- Deák, B., Valkó, O., Kelemen, A., Török, P., Miglécz, T., Ölvedi, T., Lengyel, Sz., Tóthmérész, B.* (2011): Litter and graminoid biomass accumulation suppresses weedy forbs in grassland restoration. *Plant Biosystems* 145: 730–737.
- Fischer, M., Stöcklin, J.* (1997): Local extinction of plants in remnants of extensively used calcareous grasslands 1950-1985. *Conservation Biology* 11: 727-737.
- Gillman, L. N., Wright, S. D.* (2006) The influence of productivity on the species richness of plants: a critical assessment. *Ecology* 87: 234–243.
- Guo, Q.* (2007): The diversity–biomass–productivity relationships in grassland management and restoration. *Basic and Applied Ecology* 8: 199–208.
- Halász, A., Nagy, G., Tasi, J., Bajnok, M., Mikoné, J. E.* (2016): Weather regulated cattle behaviour on rangeland. *Applied Ecology and Environmental Research* 14(4): 149-158.
- Halász, A., Suli, A., Miko, E., Persovits, E., Orosz, Sz.* (2022). Value in grass: Matter of fibre and carbs. *Applied Studies in Agribusiness and Commerce*, 15(3-4). <https://doi.org/10.19041/APSTRACT/2021/3-4/9>
- Harris, D. O., Tetelman, A. S., Darwish, F. A.* (1972): Detection of fiber cracking by acoustic emission. *Acoustic Emission – STP*. 238-249.
- Járdi, I., Pápay, G., Fekete, Gy., S-Falusi, E.* (2017): Marhalegelők vegetációjának vizsgálata az Ipoly-völgy homoki gyepeiben. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 15(2): 9-21.
- Katona, K., Fehér, Á, Szemethy, L., Saláta, D., Pápay, G., S-Falusi, E., Kerényi-Nagy, V., Szabó, G., Wichmann, B., Penksza, K.* (2016): Vadrágás szerepe a mátrai hegyvidéki gyeppek becserjésedésének lassításában. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 14(2): 29-35.
- Kelemen, A., Török, P., Valkó, O., Miglécz, T., Tóthmérész, B.* (2013): A fitomassza és fajgazdagság kapcsolatát alakító tényezők hortobágyi szikes és löszgyepeken. *Botanikai Közlemények* 100: 47-59.
- Mittelbach, G. G., Steiner, C. F., Scheiner, S. M., Gross, K. L., Reynolds, H. L., Waide, R. B., Willig, M. R., Dodson, S. I., Gough, L.* (2001): What is the observed relationship between species richness and productivity? *Ecology* 82: 2381–2396.
- NRC – National Research Council* (1989): Everybody counts: A report to the nation on the future of mathematics education. Washington, DC.: National Academy Press.
- Orosz, Sz.* (2015): A jó minőségű tömegtakarmány a gazdaságos termelés alapja. *Hírlevél* 15(12), pp.: 17-23.

- Orosz, Sz. (2017): Szenázs vagy széna? Szilázs vagy szenázs? Lucernaszéna vagy rétiszéna? *Hírlevél* 17(3), pp.: 30-37.
- Orosz, Sz., Mézes, M. (2007): A jó minőségű lucernaszilázs és -szenázs készítésének technológiai jellemzői. *Takarmányozás* 10(2), pp.: 4-8.
- Pápay, G. (2016): Cserjeirtás után magára hagyott, legeltetett és kaszált gyepterületek vegetációjának összehasonlító elemzése parádóhutai (Mátra) mintaterületen. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 14(2): 37-48.
- Pápay, G., Uj, B. (2012): Természetvédelmi élőhelykezelés hatása a gyöngyösi Sár-hegy gyepterületeinek vegetációjára. *Gyepgazdálkodási közlemények*, 10(1-2): 39-48.
- Pápay, G., Penksza, K., Szabó, G., Ibadzane, M., Járdi, I., Wichmann, B. (2017): Természetvédelmi kezelések hatása hegyi rétek vegetációjára a Gyöngyösi Sár-hegy TT területén. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 15(2): 37-46.
- Pápay, G., Szabó, G., Szőke, P., Zimmermann, Z., Fűrész, A., Péter, N., Penksza, K. (2019a): Természetes és telepített homoki gyepek vegetációja és biomassza-vizsgálatai kisalföldi mintaterületeken. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 17(1): 35-42.
- Pápay, G., Wichmann, B., Penksza, K. (2019b): Parádóhuta melletti cserjeirtott mintaterületen kialakult gyepterület növényzetének változása vadragás hatására 2012 és 2019 között. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 17(1): 43-50.
- Pápay, G., Michéli, E., S.-Falusi, E., Barczi, A., Fuchs, M. (2019c): Botanical and soil studies in sandy vegetation of North Hungarian Great Plain. 18th Alps-Adria Scientific Workshop Abstract Book 124-125. pp.
- Pápay, G., Kiss, O., Fehér, Á., Szabó, G., Zimmermann, Z., Hufnagel, L., S.-Falusi, E., Járdi, I., Saláta, D., Szemethy, L., Penksza, K., Katona, K. (2020): Impact of shrub cover and wild ungulate browsing on the vegetation of restored mountain hay meadows. *Tuexenia* 40: 445-457.
- Penksza, K., Házi, J., Tóth, A., Wichmann, B., Pajor, F., Gyuricza, Cs., Póti, P., Szentes, Sz. (2013): Eltérő hasznosítású szürkemarha legelő szezonális táplálóanyag tartalom alakulás, fajdiverzitás változása és ennek hatása a biomassza mennyiségére és összetételére nedves pannon gyepekben. *Növénytermelés* 62(1): 73-94.
- Précsényi, I. (1975): Szikespusztai rét növényzetének produktivitása. *Biológiai Tanulmányok* 4. Akadémiai Kiadó, Budapest
- Rácz, B., Fűrész, A., Péter, N., Stilling, F., Pajor, F. (2021): Biomass of the sandy grasslands along the Danube. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 19(1): 31-35.
- Schaffers, A. P. (2002): Soil, biomass, and management of semi-natural vegetation. Part II. Factors controlling species diversity. *Plant Ecology* 158: 247–268.
- Schmidt, J. (szerk) (1993): *Takarmányozástan*. Mezőgazda kiadó, Budapest.
- Schmidt, J., Várhegyi, Jné., Várhegyi, J., Túriné, C.É. (2000): A kérődzők takarmányainak energia és fehérjeértékelése. *Mezőgazda kiadó, Budapest*, 144-166.
- Szentes, Sz., Tasi, J., Házi, J., Penksza, K. (2009) A legeltetés hatásának gyepgazdálkodási és természetvédelmi vizsgálata Tapolcai- és Káli-medencei lólegelőn a 2008. évi gyepgazdálkodási idényben. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 7(1-2): 65-72.
- Tasi J. (2010): *Gyepgazdálkodás*. Egyetemi jegyzet. Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Tasi, J., Bajnok, M., Szentes, Sz., Török, G. (2013): A hasznosítási gyakoriság és az időjárás hatása száraz és üde fekvésű gyepek takarmány-minőségére. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 9(1-2): 43-47.

- Tasi, J., Bajnok, M., Halász, A., Szabó, F., Harkányiné Székely, Zs., Láng, V. (2014):* Magyarországi komplex gyepgazdálkodási adatbázis létrehozásának első lépései és eredményei. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 12 (1-2): 1-8.
- Török, P.; Penksza, K., Tóth, E., Kelemen, A., Sonkoly, J., Tóthmérész, B. (2018):* Vegetation type and grazing intensity jointly shape grazing on grassland biodiversity. *Ecology and Evolution* 8(20): 10326–10335. doi/full/10.1002/ece3.4508
- Valkó, O., Török, P., Tóthmérész, B., Matus, G. (2011):* Restoration potential in seed banks of acidic fen and dry-mesophilous meadows: Can restoration be based on local seed banks? *Restoration Ecology* 19: 9-15.
- Zimmermann, Z., Pápay, G., Szendrei, F. B. (2018):* Szarvasmarha legelőként és kaszálóként történő hasznosított Tura melletti üde gyepök összehasonlító cönológiai elemzése. *Gyepgazdálkodási Közlemények* 16(1): 49-63.

A HŐTŰRÉS JAVÍTÁSÁRA IRÁNYULÓ EGYES SZARVASMARHA KERESZTEZÉSEK ÉS JELENTŐSÉGÜK A VILÁG SZARVASMARHATARTÁSÁBAN

*Libis-Márta Krisztina, Bócsi Balázs, Szalai Szilvia, Varga Ferenc Bence, Pajor
Ferenc, Kovács Levente, Bodnár Ákos*

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet,
Állattenyésztés-technológiai és Állatjóléti Tanszék
H-2100, Gödöllő, Páter Károly u. 1.
marta.krysztyna@gmail.com

Received – Érkezett: 04.05.2022.
Accepted – Elfogadva: 23.06.2022.

Összefoglalás

A szarvasmarha-tenyésztés a világon az egyik legjelentősebb állattenyésztési ágazat. Ahhoz, hogy a nagy arányban növekvő emberiség szükségleteit kielégítse, a mezőgazdaság ezen szegmensének is jelentősen kell fejlődnie. Az ágazatnak ezzel egyidőben a globális felmelegedés okozta nehézségekhez is alkalmazkodnia kell, legfőképpen a földi klíma átlaghőmérsékletének hosszú távú megemelkedéséhez. A trópusi-szubtrópusi országokban az egyes szarvasmarha (*Bos taurus*) fajták alkalmazkodó képességének javítása érdekében zebu alfajjal (*Bos indicus*) történtek keresztezések, figyelembe véve a hasznosítási irányt és a helyi adottságokat. Ma már több sikeres keresztezési programról tudunk, mint például a tejtermelő girolando fajta, továbbá a brahman zebu fajtával történő keresztezések eredményei más húsmarha fajtákkal. Tanulmányunk célja azoknak a hőtürés javítása érdekében kialakított fontosabb keresztezéseknek a bemutatása, amelyek már ma is nagy jelentőséggel bírnak a Föld melegévi területein.

Kulcsszavak: zebu, hőstressz, tej, hús, keresztezés

Introducing of some cattle crossbreeds to improve heat tolerance, and their significance in world cattle breeding

Abstract

Cattle breeding is one of the most important livestock sectors in the world. To meet the needs of the rapidly growing mankind, this segment of agriculture must also develop at a rapid pace. At the same time, the sector needs to adapt to the difficulties caused by global warming, in particular the long-term rise in average heat levels in the global climate. In tropical-subtropical countries, different breeds have been/are performed by crossbreeding to improve the adaptive capacity of each cattle breed, taking into consider the keeping propose and local conditions. Today, there are several successful crossbreeding projects, such as the dairy Girolando breed, and the results of crossbreeding of the Brahman Zebu breed with modern beef cattle breeds. The aim of our study is to present the most important crossbreeds to improve heat tolerance, which have great importance in the tropical and subtropical regions of the Earth.

Keywords: Zebu, heat stress, milk, meat, crossing

Bevezetés

A globális felmelegedés a Föld globális átlaghőmérsékletének hosszú távú és tartós emelkedését jelenti. Az Éghajlat-változási Kormányközi Testület (IPCC) adatai szerint 1906 és 2005 között a Föld átlaghőmérséklete (a felszíntől két méter magasban, árnyékban mérve) 0,74 °C-ot melegedett. A 2006 és 2015 között mért globális átlaghőmérséklet már 0,87 °C-kal haladta meg az 1850-1900 közötti értékeket. A globális átlaghőmérséklet jelenleg évtizedenként 0,1–0,3 °C-kal nő.

A globális felmelegedés a Föld minden térségét érinti, bár a hatásai régióként eltérő erősségűek lehetnek. Hatására egyre kiszámíthatatlanabbá válhat az időjárás. Az előrejelzések alapján gyakoribbak lesznek az olyan szélsőséges időjárási jelenségek, mint a heves esőzések és áradások, aszályok, hóhullámok és a szárazság okozta erdőtüzek. 1,5 °C-os globális átlaghőmérséklet emelkedéssel számolva az emberiség 14 százaléka – jelenlegi népességgel számolva mintegy 1 milliárd ember – lesz évente legalább egyszer extrém hőségnek kitéve. A fejlettebb régiókhoz képest még kiszolgáltatottabb helyzetben van sok fejlődő ország, ahol az emberek megélhetése még ma is nagy mértékben függ az időjárástól és természeti környezettől (http1).

A Föld népessége az elkövetkezendő 30 évben mintegy 9,7 milliárd főre fog növekedni (http2). Az emberi fogyasztásra szánt élelmiszer egy részét a hús teszi ki, és egyes előrejelzések szerint a hús termelése és fogyasztása a fejlett országokban mérséklődni fog, de a fejlődő országokban ütemes növekedés várható (Alexandratos, 2012). A Föld haszonállatállománya és a húsipari termékek iránti kereslet is nőni fog, mégpedig várhatóan 2050-re a kétszeresére (Melissa-Rojas-Downing, 2017). Ezeket az előrejelzéseket mi sem bizonyítja jobban, mint a világ szarvasmarha állományának növekedése, amelynek egyedszáma mára (2020) már meghaladta a 1,5 milliárdot (FAO, 2022-április)

A hőstressz által okozott negatív hatások

Hőstresszről akkor beszélhetünk, ha a környezeti hőmérséklet és az ahhoz tartozó páratartalom meghaladja azt a szintet, amelyet az állat élettanilag kompenzálni tud. A hőstressz kifejezésére a hőmérséklet-páratartalom indexet (THI) használják, amelynek 70 alatti értéke esetén nem beszélhetünk hőstresszről, 70 és 85 közötti érték esetén gyenge-közepes, míg 85 és 100 közötti értéknél erős hőstresszről beszélhetünk. A 100 feletti érték, ami viszonylag ritkán fordul elő, az állat elhullásához is vezethet. A hőstressznek vannak külső jelei, amelyek megkönnyíthetik annak észlelését. Ilyen tünetek lehetnek, mikor az állatok az itatók körül csoportosulnak, vagy a nyáladzás (Béri, 2011).

A magas hőmérséklet által okozott stressz hátráltatja az ovulációt és gátolja az ivarzási viselkedés egyértelmű kifejeződését. Ennek oka az, hogy a hőstressznek köszönhetően csökken a szintézise az olyan hormonoknak, amelyek nélkülözhetetlenek a fent említett ivari folyamatokhoz. Ilyen hormonok a GnRH és az LH. Ez főleg a nyári hőség idején nyilvánulhat meg, mégpedig az ilyenkor igen gyakori csendes ivarzás formájában (De Rensis, 2003). További szaporodásbiológiai mutatók is romlanak, mint a termékenyítési index, de embrió elhalás is bekövetkezhet, illetve nőhet a vetélések száma és a megszületendő borjú testsúlya is csökkenhet. A bőrfelület vérellátása megnőhet, a háton izzadás jelei mutatkoznak és az állat nyitott szájjal liheg (Béri, 2011).

A hőstressz becslésében segítséget tud nyújtani a kérődzési idő, mivel az eddigi kutatások szerint 77 THI küszöbérték felett a kérődzéssel töltött időben csökkenés volt tapasztalható (Soriani, 2013). Ha a hőmérséklet és a páratartalom meghaladja az állat komfortzónáját, akkor állni fog. Így az állat több időt tölt állva, ami plusz energiát igényel, akár csak a hőleadási folyamatok.

Mindezeknek a következtében a nyál nem a bendőbe fog jutni, így az nem fogja tudni pufferhatását érvényesíteni ott, tehát a pH csökkenni fog a bendőben (Soriani, 2013). Ennek következtében bendőacidózis következhet be, melynek eredményeképpen a tejtermelés akár 25-40%-os csökkenése is bekövetkezhet és a tej összetétele is romolhat. Az élettani változások következtében megnőhet a pulzusszám és a légzés is, illetve a testhőmérséklet elérheti, vagy akár meg is haladhatja a 39 °C-ot (Béri, 2011).

A hőstressz hatására biokémiai adaptáció következik be, mely magába foglalja a membránalkotó lipidek, a fehérje és anyagcsere sebességén alapuló változásokat. A hőstressz által okozott viszontagságokkal szemben a celluláris válasz az elsődleges védelmi mechanizmus, mely folyamatnak a végtermékei a hősokk fehérjék (Heat Shock Protein, HSP) szintézise. Ezeknek a hősokk által károsított fehérjék megvédésében van szerepe. Korábbi kutatásokban a HSP70-et alkalmas biológiai markerként ismerték el a hőstressz kimutatására (Archana, 2017; Lamy, 2017).

A szarvasmarhák teljesítménye 25 °C felett csökken, ennek oka a hőstressz által kiváltott szárazanyag felvétel (DMI) csökkenés (Morrison, 1983; Hahn, 1995).

A keresztezés, mint lehetséges megoldás a hőtűrés javítására

A szarvasmarha ágazat jelentősége szinte felmérhetetlen a Világ népelemezésében. Ugyanakkor nemcsak a tej és a hús előállítás miatt egyedülálló, hanem mert a szarvasmarha szinte valamennyi, táplálkozásra nem alkalmas testrészét (bőr, faggyú, csont, szaruképletek, a gyógyszergyártáshoz szükséges endokrin mirigyek stb.) további feldolgozás útján hasznosítjuk, már évezredek óta (Holló, 2011).

Mára elterjedté vált a világ számos pontján, hogy a modern, nagy termelésű fajták keresztezési partnereként olyan fajtákat alkalmazzanak, melyek hőstressztűrők, így azok teljesítménye nem romlik a meleg időjárás következtében. A hőstressz tűrésére irányuló keresztezések egyik alanyául a Világ számos területén a zebu (*Bos indicus*) alfajhoz tartozó fajtákat használnak. Ezen alfaj képviselői lényegesen ellenállóbbak a környezeti tényezőkkel szemben, mint európai rokonaik, amit igazol a kiváló hő- és sugárzástűrő képességük, kisebb vízigényük, továbbá az, hogy a relatív páratartalommal szemben is kevésbé érzékenyek.

A zebu és a szarvasmarha összehasonlítása

A zebu martájékán zsírpúp helyezkedik el, melynek első számú feladata a tartalék tápanyag raktározása, mely az állat számára táplálékban szegényebb időszak során a túlélést biztosíthatja (pl.: szárazság idején). A zebu esetében olyan anatómiai különbségek is megfigyelhetők, mint hogy az orrcsontja nem ízesül olyan szorosán, mint a szarvasmarháé, illetve a nyelvcsontja rövidebb és egy csontkinövés található rajta. A zebu esetében a hátcsigolya nyúlványok kettősek, illetve a farokcsigolya nyúlványai nem türemkednek be a fark bojtjal borított részébe. Bélcsatornája rövidebb, a mája és a tüdeje is kisebb, mint a szarvasmarháé. Nyirokcsomóik terjedelmesebbek, azonban kevesebb van belőlük. Egyes vizsgálatok szerint a zebu rektális hőmérséklete alacsonyabb a szarvasmarháénál, továbbá respirációs együtthatója is kisebb (Bodnár és mtsai, 2021) (Szabó, 1998).

Küllemi megjelenését illetően a szarvasmarhától való eltérések szembetűnők. Testalkatuk jellemzően kisebb, lábaik hosszúak, a törzsük rövid és a mellkas lapos. Fejük hosszúkás és keskeny, a szarvalakulásuk rendkívül változatos. Füleik hosszúak és lecsüngők. Faruk rövid, csapott és izomszegény. A zebu nyakán a bőr nagy területet képezve, lebernyeg szerűen csüng le. Ennek köszönhetően az állat nagyobb felületről tud hőt leadni. A bőrében található mirigyek által termelt különleges váladék a „zobum” nevű anyag, amely a parazitákkal szembeni védekezésben játszik

kulcsfontosságú szerepet (Bodó, 1985). Bőrét egész testfelületén képes mozgatni a fejlett bőrmozgató izmainak köszönhetően. Ez a rovarok elleni védekezést szolgálja (Horn, 1971).

Számos vizsgálat eredménye alapján az egyes zebu fajták komfort zónájának felső határértéke 32-37°C (Seif, 1979), ezzel szemben a modern szarvasmarha fajtáké 20-27°C közötti (Bak, 2004). A 100 kg élőtömegre vetített vízfogyasztása 2,86 literrel kevesebb, mint a szarvasmarháé (Koger, 1981). Rendkívül alkalmazkodó a klíma által okozott problémákkal szemben, mely képességét a hosszú természetes szelekciónak köszönheti. Ebből adódóan nem csak a szélsőséges éghajlati viszonyokkal szemben vált ellenállóvá, hanem számos trópusi betegséggel (pl.: piroplazmózis) szemben is magas fokú toleranciát mutat.

Rost emésztéséről elmondható, hogy a *Bos taurus* fajtákétól hatékonyabb, ezen tulajdonságnak köszönhetően a *Bos indicus* fajták a gyér, kiszáradt legelőket is hasznosítani tudják. (Mukasa-Mugerwa, 1989) Általában elmondható, hogy tejtermelése 2-3000 liter/laktáció 5-6 % zsírtartalom mellett, ám ez fajtánként változik. A zebu szexuális viselkedése kevésbé kifejezett, mint a szarvasmarháé, gyakori a csendes ivarzás. Számos afrikai megfigyelés arról tanúskodik, hogy az ivarzás a legtöbb esetben éjszaka zajlik (Mukasa-Mugerwa, 1989). A törpeség génje is előfordul (feltehetően egy mutáció révén jelent meg), amely nem kívánatos tulajdonság a zebutenyésztésben (Bodó, 1985), ugyanakkor bizonyos országokban házikedvencként is tartják a törpezebukat. Az állat előnyös tulajdonságai közé tartozik, hogy tartásra és takarmányozásra kevésbé érzékeny. Hátrányos tulajdonsága, hogy tej- és hús termelése csekély: még a kimondottan tej- vagy hústermelésre kialakított és szelektált fajták hozama is elmarad az európai fajtákétól. Mindezek ellenére meglétek számos harmadik világ béli országban elengedhetetlen (Pekli, 2004).

A zebu eredete, elterjedése és domesztikációja

A *Bos indicus* kialakulása feltehetően a mai Irak környékén zajlott le és i.e. 4500-ra tehető. Domesztikációjára azonban az első bizonyítékok i.e. 2500-ból, Indiából származnak (Bodó, 1985). Házasítása az európai szarvasmarháétól külön ment végbe. Afrikába is Délkelet-Ázsiából jutott el a zebu, ahol már a szarvasmarhát elkezdték domesztikálni, így kersztezett populációk már akkor létrejöttek (Holló, 2016). A zebu, bár küllemi megjelenésében különbözik a szarvasmarhától, genetikailag mégis közel áll hozzá. Nélkülözhetetlen szerepet tölt be a trópusi és szubtrópusi területeken, illetve a szemiárid területeken és sztyeppéken (Horn & Dohy, 1970).

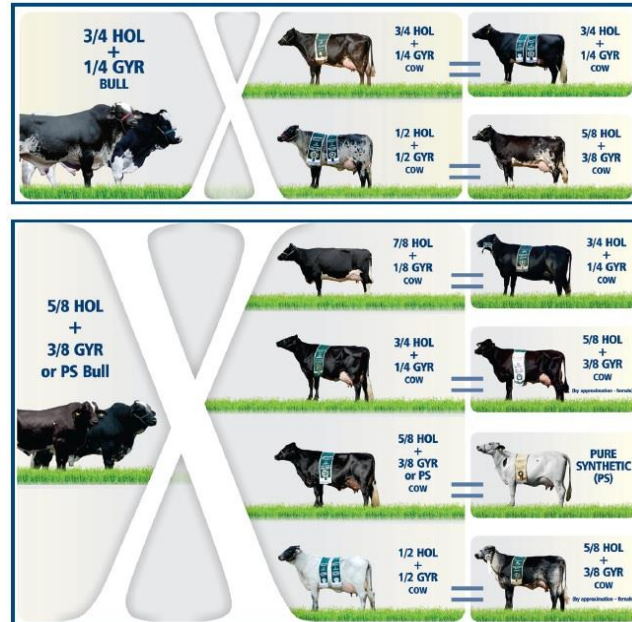
A tejhasznú *Bos taurus* és *Bos indicus* keresztezések

A girolando fajta

Brazília tejtermelése 28 millió tonna volt 2013-ban a FAO adatbázisa szerint (viszonyításképpen Magyarország tejtermelése 1,6 millió tonna ugyan abban az évben), ez a világ tejtermelésének a 6,8 %-a. Ennek eléréséhez az ottani klímához tökéletesen alkalmazkodó fajtára volt szükség (FAO, 2020).

A girolando fajta eredete a XX. század közepe tájára nyúlik vissza. Más fajtákkal összehasonlítva relatíve „fiatalnak” mondható. Az 1940-es években kezdték meg a tenyésztők egy olyan fajta létrehozását, amely jól alkalmazkodik a Brazíliára jellemző éghajlathoz. A keresztezések kezdetén az állomány ¼ holstein-fríz, ¾ gír vérhányadú volt. A ma ismert girolando marhák származásukat tekintve 5/8-ad holstein-fríz és 3/8-ad gír vérhányadúak. (1. kép) Népszerűségét ellenállóságának, jó termelékenységének és termékenységének, illetve a népszerűsítésére a brazil kormány által létrehozott „Girolando Program”-nak köszönheti. A brazil agrárminiszter 1989-ben, a fajtát képviselő szervezetekkel közösen hozta létre a fajta tenyésztési standardját.

1. kép: Girolando „fajta standardja” (http3)



Picture 1: „Standart” of Girolando

A fajta gyorsan elterjedt Brazília-szerte, mára ez a fajta adja a brazil tejtermelés 80%-át. Megjelenésében a keresztezett fajták tulajdonságai jól felismerhetőek. Konvex fejforma jellemzi, színe általában fekete-fehér foltos, de akár barnás árnyalatú is lehet. Nagy fülei a gír jellegzetessége, szarvai rövidek, púpja kezdetleges (http3).

A tehének fizikai és morfológiai tulajdonságai egyaránt tökéletessé teszik a trópusi tejtermelésre. (2. kép) Ilyenek a nagy tőgykapacitás, a bimbók mérete, a tej beltartalmi értékei, a hőszabályozásban fontos pigmentáció, az erős lábak, a kemény csülök, a jó takarmányhasznosítás és szaporodási mutatók.

2. kép: Girolando tehén (http4)



Picture 2: Girolando cow

Tenyésztésbe vételük 20-22 hónapos korban történhet, tejtermelésük 10 éves korukban a legmagasabb és egészen 15 éves korukig termelésben tarthatóak. Hosszú hasznos élettartamukkal kitolható a generációváltásból történő selejtezés. A két ellés közötti időszak hossza átlagosan 410 nap körül alakul, 305 napra vetített laktációs tejtermelése átlagosan 3600 kg. Tejük 4% zsírt tartalmaz, élettartam teljesítményük 20000 kg körül alakul ([http3](#)).

Bár elsősorban tejhasznú fajta, a bikákra jó takarmányhasznosítás, betegségekkel, parazitákkal szembeni nagy ellenállás, jó súlygyarapodó képesség jellemző. Ezen tulajdonságaik összehasonlíthatóvá teszik őket akár húshasznú szarvasmarha fajtákkal is. (3. kép) Napi átlagos súlygyarapodásuk eléri az 1000 g-ot. Hosszú vékony alakjuk jól megfelel a hasított marhahús iránti igényeknek ([http3](#)).

További előnyük a jó örökítési tulajdonság, a nyugodt vérmérséklet, meleg éghajlaton is jó tejtermelés és könnyen ellenek.

3. kép: Girolando bika ([http5](#))



Picture 3: Girolando bull

A girolando fajtával olyan tejtermelési kihívásokkal küzdő országokban is kísérleteznek, mint a szub-szaharai régióban található Benin, ahol nagy problémát jelent az állati fehérje hiánya. A helyi egy főre jutó tejfogyasztás - a FAO 62 liter/fő/éves ajánlásához képest - mindössze 11,17 liter. Az alacsony tejtermelési mutatók és az import magas aránya miatt folyamatos az új lehetőségek keresése. A kormány 2000 és 2006 közötti programjának részeként egy benini farmra 107 girolando marhát, köztük 34 tehenet szállítottak. Amennyiben ilyen szélsőséges hőmérsékleti viszonyok között is gazdaságosan lehet termelni ezzel a fajtával, úgy további lehetőséget jelenthet egyrészt más – magas hőmérséklettel megáldott - országok számára, másrészt a jövőben a globális felmelegedéshez való alkalmazkodáshoz kiváló keresztezési kiindulópontként szolgálhat. ([http3](#))

A húshasznú *Bos taurus* és *Bos indicus* keresztezések

A brahman, mint keresztezési partner

A brahman fajta az indiai szubkontinensről származó, a *Bos indicus* alfajhoz tartozó zebu fajtából kialakított, elsősorban húshasznú fajta. Számos szarvasmarha tenyésztő az USA-ban a zebu fajták pozitív tulajdonságait (hőtűrés, ellenálló képesség, takarmányhasznosítás) hasznosnak és előnyösnek találta, ennek köszönhetően az Egyesült Államok területén három indiai zebu fajta

felhasználásával (gir, nelore és guzerat) kialakították a brahman fajtát (*http6*). Még egy vonalat alkalmaztak a tenyésztések során, melyben a Krishna völgyi fajta is részt vett, de az sokkal kisebb számban, így az később jelentőségét veszítette. A fajta főként a guzerattal mutat hasonlóságot. Ebből arra lehet következtetni, hogy az USA-ban a guzerat vonal alkalmazása volt a tenyésztők körében a legkedveltebb. (*Briggs, 1980*)

Amióta leírások léteznek az első, kevesebb mint 300 feljegyzett brahmanról (melyek főleg bikák voltak), azóta feltételezhető, hogy más fajtákat is felhasználtak a tenyésztéshez. Ezekkel a bikákkal európai fajták teheneit és a korábbi keresztezések utódjait fedeztették. Az ötödik generációra az utódok nem csak a *Bos indicus* tenyésztések eredményeképp létrejött tulajdonságokat hordozták, hanem a szelekciós nyomás hatására olyan állatok jöttek létre, amelyek felülmúlták az addigi marhahús termelési mutatókat. Mára ezek a keresztezések fontos eszközként szolgálnak a szarvasmarha hústermelésben és sok más cél teljesítésében is, mind az öt kontinensen keresett árucikké váltak a különböző brahman keresztezett genotípusok, mint a brangus, brahmousin, charbray, braford és még számos más keresztezésből létrejött fajták húsa (*http7*).

Akárcsak az összes *Bos indicus* fajta, a brahman is rendelkezik a jellemző és karakteres küllemi tulajdonságokkal (*4. kép*). Mint a többi zebu fajta esetében, ennél a fajtánál is jelen van a nagy púp a martájékon. Többféle színben is előfordul, a halvány szürkétől kezdve a vörösön át egészen a majdnem feketéig, ám a legjellemzőbb szín a halvány-, illetve a közpépszürke. Az öregebb bikák sötétebb színűek, mint a tehenek és egyes testrészeik még sötétebb árnyalattal rendelkeznek, például a nyakuk és a szemük körül, illetve az alsó combtájékon. Bőrük sötét, erősen pigmentált, melyet rövid, vastag és fényes szőrszálak borítanak, mely védelmi mechanizmusként szolgál a napsugarak ellen. Ezen tulajdonságok lehetővé teszik az állat számára, hogy akár a nap deledésekor is szabadon legelhessen anélkül, hogy a sugárzás bármilyen kárt okozna az állatnak. Szarvaik felfele ívelten nőnek, melyek néha akár hátrafele is ívelhetnek. A füleik lelógóak. Laza szerkezetű bőrének köszönhetően nagyobb felületről képes leadni a hőt, így hűtve magát. Egy másik előnyös jellemzője ennek az alfajnak a verejtékmirigyek megnövekedett száma (*http8*).

A *Bos indicus* szarvasmarhákra jellemzően a faggyú mirigyei zsíros váladékot termelnek, aminek a jellegzetes szaga rovarriasztó hatással bír (zobum). A brahman egy közepes méretű szarvasmarha fajta. A bikák általában 800-1100 kg tömegűek, míg a tehenek 500-700 kg súlyúra nőhetnek. A borjak kis testsúllyal jönnek a világra, általában 30-35 kg-mosak, de nagyon gyorsan növekednek és a többi fajtához hasonló testsúllyal tudják leválasztani. Az extenzív tartási körülményeket jól tűri (*http9*), (*http10*).

A fajtára jellemző, hogy intelligens és tanulékony, a többi fajtához viszonyítva kezesebb. A brahman tehenek jó anyák és kimagaslóan jó tejtermelésük van, olyan körülmények között is, melyek az európai szarvasmarha fajták számára kedvezőtlenek. Egy Missouri Egyetemen folytatott kísérletben kimutatták, hogy a brahman fajta jól alkalmazkodik a 13°C-os vagy alacsonyabb hőmérséklethez is. Kimutatták, hogy az európai szarvasmarha fajták termelésének csökkenése akkor következik be, amikor a levegő hőmérséklete eléri 21°C-ot. A testhőmérséklet növekedése, az étvágy és a tejtermelés csökkenése 24°C felett jelentősen növekszik. A brahman tehenek esetében viszont alig mutatkozik bármiféle hatás egészen 40,5°C-ig. Mivel a szarvasmarhatenyésztés esetében a hőtűrés egy meghatározó tényező, ezért a brahman fajta ezen tulajdonsága jelentősen hasznosnak bizonyul. Mindezek mellett a brahman kevesebb testhőt termel meleg körülmények között, mint az európai szarvasmarha fajták (*http10*).

A brahman fajta népszerű és számos szarvasmarhatenyésztéssel foglalkozó országba exportálták az USA-ból, köztük Mexikóba, Argentínába, Ausztráliába, Brazíliába, Paraguayba és a Dél-Afrikai Köztársaságba is (*http 11*).

4. kép: Brahman bika ([http12](#))



Picture 4: Brahman bull

A brahman fajta kiváló alkalmazkodóképessége lehetővé tette, hogy a trópusi klímához való alkalmazkodó képességét kihasználhassák. Ha más szarvasmarhákat kereszteztek brahmannel, az így létrejött utódok sokkal ellenállóbbak lettek a szubtrópusi és trópusi klímával szemben (Reichelderfer és mtsai, 1941).

Brangus

A brangus a brahman és az angus fajták keresztezésével jött létre. Genetikai profilja 3/8 részben brahman és 5/8 részben angus vérhányadú. A két faj keresztezésekor az volt az elképzelés, hogy egy kitűnő hőtűrőképességű fajtát, a brahmant, keresztezzék egy nagyon jó húskihozatalú fajtával, az angus-szal, melynek rendkívüli anyai tulajdonságai is megmutatkoznak, mind a borjúnevelést, mind a tejmenyiséget tekintve ([http13](#)).

A brangus fajta létezése 1949-ig vezethető vissza, amikor az American Brangus Breeders Association-t meg alapították. Olyan fajtát akartak létrehozni, aminek a húsformái kívánatosak, de ugyanakkor rendkívül ellenálló is a természeti viszontagságokkal szemben. Az első tenyésztők az USA 16 állama és Kanada voltak, akik 1949 július 2-án megalapították az American Brangus Breeders Association-t, amit később átneveztek International Brangus Breeders Association-re (IBBA), melynek a központja Kansas Cityben, Missouri államban, illetve a texasi San Antonióban volt. Mára számos állam tagja a szervezetnek, többek között: Mexikó, Kanada, Ausztrália, Argentína, Közép Amerika és Zimbabwe (akkor még Dél-Rhodesia) (Briggs, 1980).

A brangus lehet fekete vagy vörös színű. Bőre pigmentált, szőrzete sima. A fajta szarvatlan. Fülei közepes vagy nagy méretűek, nyakán lebernyeg található. A far némileg kerek. Púp jellemzően a bikákon van és az is csak kisebb méretű (5. kép). A brangus jó vérmérsékletű, mely a fajta kialakításakor történő szelekciónak köszönhető. A kifejlett bikák súlya 900-1000 kg, míg a tehéneké 500-600 kg. A bikák 18 hónaposan vonhatók tenyésztésbe, míg az üszők 14 hónaposan, így az első ellés 24 hónapos korukban történik. A bikák 12 éves korukig maradhatnak tenyésztésben, míg a tehének kb. 14 éves korig (Briggs, 1980), ([http14](#)).

Tulajdonságai közé tartozik, hogy ellenálló a nagy hőmérséklettel és páratartalommal szemben, a hideg időjárást is jól tűri, rezisztens a parazitákra, a takarmányértékesítő képessége kedvező, gyors ütemű a növekedése és a hasított felek megfelelő mennyiségű faggyút tartalmaz ([http14](#)).

5. kép: Brangus bika ([http16](#))



Picture 5: Brangus bull

Braford

A brafordot fajtát hereford bikák és brahman tehének keresztezésével állították elő 1947-ben, Floridában. Mindkét fajta küllemi tulajdonságai megfigyelhetők rajta. Az első bikák lábszerkezete és szeme gyenge volt, illetve nehezebben alkalmazkodtak a floridai éghajlathoz. Ennek okán kísérletezni kezdtek, hogy megtalálják azokat a bikákat, amelyek a további szaporítás alapjául szolgálhatnak. Végül kiválasztották azokat a bikákat és utódaikat, amelyek erre alkalmasnak bizonyultak, továbbá létrehozták a braford fajtát tenyésztők első szakmai szervezetét. A kiválasztás a bikák egyéves kori testúlyától függött, illetve meghatározó tényező az állatok életképessége is (6. kép). Így az életképesebb bikák maradhattak a szaporításban ([http15](#)). Egy másik fontos vérvonal Ausztráliában található. Az ausztrál brafordot 1946 és 1952 között kezdték tenyésztetni Queenslandben. Genetikáját tekintve 50%-ban hereford és 50%-ban brahman ([http17](#)).

A színe akárcsak a herefordnak vörös, de a lábszára és a fején végig húzódó sáv fehér. Masszív, zömök testfelépítésű. A hereford fajtánál zömökebb alkatú, mely tulajdonságát a brahman fajtától örökölte. Hasznosítását tekintve húshasznú marha, illetve egyre elterjedtebb a rodeókban való használata. Kiváló anyai tulajdonságokkal rendelkezik. Korán érő és termékenyülő, ellése könnyű lefolyású. Tejtermelése bőven fedezi a borjú igényeit. Rendkívül ellenálló a belső és a külső élősködőkkel szemben. Az ausztrál változattól eltekintve 3/8 részben brahman, 5/8 részben hereford. ([http15](#)), ([http17](#)).

A braford fajta kialakulásában további fontos szerepet játszott az is, hogy a tenyésztők, különösen nagy figyelmet fordítottak arra, hogy úgy növeljék a szarvasmarhák növekedési erélyét, hogy a bikák és tehének felnőtt kori mérete ne változzon. Azzal, hogy a szarvasmarha-tenyésztők kerültk a „a nagyobb jobb” mentalitást, ami a fajtatiszta szarvasmarha-tenyésztést sújtja, sikerült olyan problémákat is elkerülniük, mint a nehézellés vagy a megnövekedett táplálóanyag igény. A Föld számos szegletébe exportálták már, mint Malajzia, Új-Guinea, Kína, Dél-Afrika, Dél-Amerika, Új-Zéland és Dél-Szamoá ([http18](#)).

6. kép: Braford bika ([http19](#))



Picture 6: Braford bull

Charbray

A fajtát egyes források szerint Ausztráliában alakították ki a korai 60-as években, a charolais és a brahman szarvasmarha fajták keresztezésének eredményeként. Genetikáját tekintve 25% brahman, 75% charolais ([http20](#)). Mások szerint viszont Texasban tenyésztették ki, charolais bikákból és a Mexikóból behozott brahman tehenekből. A genetikai arány megegyezik az ausztrál változatával. A borjak választási súlya nagyobb az átlagostól, a fajta húskihozatala pedig szokatlanul magas. Jó az alkalmazkodó képessége a környezeti tényezőkkel szemben, mely tulajdonság fontos szempont volt a fajta kialakításakor ([http21](#)).

Színe piszkos fehér, de a vörös árnyalatot is elfogadják fajtajellegként. A charbray bikák erős testfelépítésűek, a meleg és hideg időjárást egyaránt jól tűrik ([7. kép](#)) ([http22](#)). A brahmanra jellemző zsírpúp szinte alig látható. Ami a brahmanra emlékeztet, az leginkább a bőr lazasága és a nagy nyaki lebernyeg. Nagytestű fajta, kiváló húsfomával rendelkezik, amit a tenyésztők ki is használnak, akár további keresztezésekben is (Briggs, 1980). A tehének 14 hónaposan válnak ivaréretté és 2 évesen már alkalmasak az ellésre. Egy charbray tehén 13 év alatt 13 borjat is képes elleni. A tehének jó borjúnevelő képességgel és a borjúneveléshez megfelelő tejtermelő képességgel rendelkeznek. Statisztikák szerint ez a fajta csak legeltetéssel napi 800-1000 g-ot képes növekedni naponta, a gyeperőségtől függően ([http22](#)). A források szerint a charbray borjak kiváló teljesítményt mutatnak a takarmány hasznosítás terén. Magas hőmérséklettel, szárazsággal, élősökkel és betegségekkel szembeni ellenálló képességük kiváló és jól hasznosítja az USA déli államaiban jellemző pázsitfűféléket. Gyorsan növekedő és kiemelkedő takarmányhasznosító képességgel rendelkező fajta, amely 12-15 hónaposan éri el a vágási súlyt és jó minőségű hasított felek várhatók tőle (Briggs, 1980).

7. kép: Charbray bika ([http21](#))



Picture 7: Charbray bull

Brahmousin

A brahmousint Texasban tenyésztették ki, a kései 70-es években. A fajta első egyedét többszörös embrió transzferrel állították elő, egy Franciországból behozott limousin tehénből. Ez a művelet hat üsző- és három bikaborjút eredményezett, melyek a későbbiekben a limousin állomány alapjául szolgáltak. Ezek után a meglévő állományt keresztezték a brahman fajtával, melynek eredményeképp létrejött egy F1 generáció, majd további keresztezések során egy 5/8 részben limousin, 3/8 részben brahman génhányaddal rendelkező állomány ([http23](#)).

A cél a limousin és brahman fajták legjobb tulajdonságainak ötvözése volt. Így egy olyan fajtát hoztak létre, amely kiváló reprodukciós jellemzőkkel, anyai képességgel, kiváló húsformákkal és növekedési eréllyel rendelkezik, és jól alkalmazkodik a különböző környezeti tényezőkhöz. Fajtatiszta brahmousin-nak az az egyed minősülhet, amely 5/8 részben limousin, 3/8 részben brahman génhányaddal rendelkezik. A fajtára általánosan jellemző szín az arany vörös, illetve a cserzett, míg a lábai, a szem körüli és az alhasi rész világosabb árnyalatú. Bőre némileg redős, lelógó, akárcsak a brahmannak. A fajta nagytestű, testfelépítése masszív, a húshasznú szarvasmarhákra jellemző. A bikák masszívak, jó termékenységi mutatókkal rendelkeznek és kiválóan vonhatóak tenyésztésbe. (8. kép) A tehének borjúnevelő képessége kiváló és szintén alkalmasak tenyész állomány kialakítására. A fajtára jellemző előnyös tulajdonságok közé tartozik a hőtűrés, a rovarokkal szembeni ellenálló képesség és a kedvező takarmányhasznosítás, mely tulajdonságait a brahmannak köszönheti. A húsformáit, a növekedési erélyét, illetve a hasított felek minőségét a limousin fajtától örökölte. A brahmousin jellemzően az USA és Ausztrália területein a legelterjedtebb ([http24](#)).

8. kép: Brahmousin bika (*http25*)



Picture 8: Brahmousin bull

Beefmaster

A beefmaster fajta különlegesnek mondható, ugyanis az első kompozit amerikai fajta. A kompozit jelző azt jelenti, hogy a fajta kialakulásában három, vagy annál több fajta vett részt. A tenyésztői munka az Egyesült Államokban zajlott és 1908-ban kezdődött. A beefmaster kitenyésztéséhez három fajtát használtak, a következő arányban: 50% brahman, 25% hereford és 25% tejelő shorthorn. Az első brahman bikák főként a gir fajta vérvonalából származtak, valamint kis számban a nelore és a guzerat vérvonalat is használták (*Briggs, 1980*), (*http26*). Az 1930-as évektől kezdve a brahman és hereford fajták tenyésztését kombinálták, illetve tenyésztésbe vontak törzskönyves shorthorn bikákat. Miután brahman-hereford és brahman-sorthorn keresztezéseket hajtottak végre, a kialakított fajtát elnevezték beefmasternek. Az ősök pontos származása ismeretlen volt, a tenyésztést több apaállattal végezték és magasfokú selejtezést alkalmaztak az állományon. Becslések szerint a modern beefmaster valamivel kevesebb, mint fele brahman örökséggel rendelkezik és kicsivel több, mint a negyede a hereford és a shorthorn fajtájú egyedek felhasználásának köszönhető (*Briggs, 1980*).

A beefmaster tenyésztési programja érdekes példája annak, hogy hogyan lehet a tömeges szelekciót felhasználni tenyésztői célok eléréséhez. A fajtán alkalmazott szelekciós eljárás úgy maradt meg a köztudatban, mint a hat alapvető tulajdonság (the Six Essentials), amelyek a következők voltak: súly, testalkat, tejelő képesség, termékenység, szívósság és természet. Mindezeknek köszönhetően olyan fejlődés következett be a szarvasmarhák kiválasztásában, amelyek a gyakran kedvezőtlen tartási körülmények ellenére is kielégítő termelési szintet biztosítanak (*http27*).

A beefmaster mára az Amerikai Egyesült Államok negyedik leggyakoribb húshasznú szarvasmarha fajtájává lépett elő és az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma 1954-ben ismerte el, mint fajtát. A fajtát „kettős rendeltetésű” fajtának titulálják, amelynek az oka az, hogy a beefmaster kiváló anyai tulajdonsága kiváló minőségű hasított felekkel és növekedési eréllyel ötvöződik. Jól tűri a hőt és a szárazságot, illetve rezisztens a rovarokkal szemben. Mérete átlagos, és bár nincs a fajtának meghatározott színmintája, a halvány- és sötétvörös színű egyedek a legelterjedtebbek (9. kép). A tehének kiváló anyák, borjaik viszonylag nagy testtömeggel jönnek a

világra. A bikákkal nagyon jó tenyésztői munkát lehet végezni. Mindezen tulajdonságok mellett a beefmasterek szelíd és intelligens állatok, amelyekkel könnyű dolgozni ([http28](#)).

A fajta tulajdonságai közé tartozik, hogy az ellési problémák száma minimális, a választási súly meglehetősen nagy, továbbá a beefmaster kivételesen kevés egészségügyi problémával küzd, termékenysége pedig mind a tehenek, mind a bikák esetében magas ([http27](#)). Számos szarvasmarha tenyésztő megjegyezte már, hogy míg más fajta egyedei hőség esetén pocsolókat keresnek és beleállnak, vagy a fák árnyékába húzódnak hűsölni, addig a beefmaster-ek zavartalanul legelnek ([http28](#)). Habár nem beszélhetünk régi fajtáról, a felsorolt előnyös tulajdonságai révén a beefmaster megtalálható az egész USA területén, Dél-Afrikában és Brazíliában is ([http26](#)).

9. kép: Beefmaster bika ([http29](#))



Picture 9: Beefmaster bull

Santa gertrudis

A santa gertrudis fajta kialakítása az 1910-es években kezdődött, amikor elkezdték szisztematikusan keresztezni a shorthorn és a hereford szarvasmarhákat brahmannal fajtával. Néhány keresztezés után a 3/8 brahman x 5/8 shorthorn keresztezések bizonyultak a legígéretesebbnek ([http30](#)). 1940-re a santa gertrudis fajtának egy nagy létszámú állománya alakult ki és abban az évben az Egyesült Államok Mezőgazdasági Minisztériuma a santa gertrudis-t önálló fajtaként ismerte el. A santa gertrudis-t ma Amerika eredeti húshasznú fajtájának (America's original beef breed) tekintik ([http31](#)).

A santa gertrudis mind a *Bos indicus*, mind a *Bos taurus* küllemi jegyeit hordozza. Laza, redős bőre pigmentált, vörös színű, melyen sima, egyenes, rövid szőrzet található. Testfelépítését tekintve széles, erős és jól izmolt fajta (10. kép). Egyedei lehetnek szarváltak és szarvatlanok is. A kifejlett santa gertrudis bikák súlya meghaladja a 900 kg-ot, a teheneké pedig akár 750 kg is lehet. A santa gertrudis bikák napi súlygyarapodása eléri, olykor meghaladja az 1500 g-ot, emellett kiváló a takarmányértékesítő képességük is. Megfelelő körülmények között az üszők 12-14 hónapos korban vonhatóak tenyésztésbe, és első borjaikat két éves korukban hozzák világra. A santa gertrudis kiváló tejtermelő, amit jól mutat a borjak jelentős választási súlya ([http32](#)).

A santa gertrudis egyedek jól alkalmazkodnak a különböző környezeti feltételekhez. Vastag bőrük segít a hideg elleni védekezésben, továbbá megkönnyíti a rovarok és egyéb ektoparaziták elleni védekezést. A verejtékmirigyek jelentős száma megkönnyíti a hő leadását meleg égövi területeken. A santa gertrudis nagyon ellenálló a betegségekkel szemben. Rendkívül szívós állatok,

sokszor nagy távolságokat tesznek meg takarmány vagy víz után kutatva (pl. ranch típusú állattartás, több ezer ha-os legelőterületek esetén) ([http32](#)).

A felsorolt pozitív jellemzői miatt a santa gertrudis ma már számos helyen elterjedt, többek között megtaláljuk Dél-Amerikában, illetve Ausztráliában is ([http30](#)).

10. kép: Santa gertrudis bika ([http33](#))



Picture 10: Santa gertrudis bull

Összegzés

A világot érintő egyik legnagyobb probléma a globális felmelegedés, ami az állattenyésztés egyik fontos alágazatát, a marhahús- és tej termelést is befolyásolja. Erre próbáltak és próbálnak megoldást találni a tenyésztők és tenyésztő szervezetek. Az egyik ilyen megoldás lehet, ha hőstresszt tűró fajtákkal keresztezik az intenzíven termelő szarvasmarha fajtákat.

A brahman fajtával kialakított húsmarha fajták világszerte alkalmasnak bizonyultak a hőstressz elleni védekezésre. Ugyan növekedési erélyük a legtöbb esetben alulmarad a keresztezési partner húsmarha fajtáénál (kivételem a brahford és a santa gertrudis), a rájuk jellemző pozitív tulajdonságok (pl. hőtűrés, rovarokkal, betegségekkel, kórokozókkal szembeni ellenállóképesség) miatt a Föld bizonyos területein mára már egyre elterjedtebbé váltak. Ugyanez igaz a Brazíliában nagy jelentőséggel bíró tejtermelő girolandó fajtára is.

Egy-egy fajta bevezetésekor elengedhetetlen szempont a keresztezési programok háttérének, feltételrendszerének, az emberi erőforrásoknak, a szaktudásnak és számos egyéb szocio-ökonómiai tényezőnek az ismerete is. A felsorolt tényezők ismerete nélkül számos fejlődő országban – pont azokban, ahol a legnagyobb szükség lenne rájuk – a keresztezési programok vagy a kialakított fajták bevezetése nem tud megvalósulni. Ezen programok sikere nemcsak a genetikai háttéren, a jól megválasztott fajtákon múlik, hanem az adott hely, ország erőforrásain is, legyen szó környezeti, emberi vagy ökonómiai erőforrásokról.

Felhasznált irodalom

- Alexandratos, N., Bruinsma J. (2012): World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision. ESA Working paper No. 12-03. Rome, FAO.
- Archana, P.R., Aleena, J., Pragana, P., Vidya, M.K., Niyas P.A., Bagath, M., Krishnan, G., Manimaran, A., Beena, V., Kurien, E.K., Sejian, V., Bhatta R. (2017): Role of heat shock proteins in livestock adaption to heat stress, J. Dairy, Vet. & Anim. Res., 5. 13-19.
- Bak, J., Pazsiczki, I. (2004): Szarvasmarha istállók természetes szellőztetése. FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő, 2.
- Béri B. (2011): Tartástechnológia, Debreceni Egyetem, Nyugat-Magyarországi Egyetem, Pannon Egyetem
- Bodnár A., Prágai A., Kovács A. (2012): A Zebu (*Bos Indicus*) és keresztezési lehetőségei: a Santa Gertrudis kialakulása és használata egyes helyi fajták javításában. Animal welfare, etológia és tartástechnológia, 8. 1. 118-126.
- Bodó I., Dohy J., Hajas P., Keleméri G. (1985): Húsmarhatenyésztés, Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest
- Briggs, H.M., Briggs. D.M. (1980): Modern Breeds of Livestock. Fourth Edition. Macmillan Publishing Co.
- FAO (2022): Food and Agriculture Organisation of the United Nation. www.fao.org (utolsó letöltés: 2022. 05. 02.)
- Hahn, G.L. (1995): Environmental influences on feed intake and performance of feedlot cattle. In: Intake by Feedlot Cattle, Agric. Exp. Sta., Oklahoma State Univ., Stillwater, 207-224
- Holló I., Szabó F (2011): Szarvasmarha tenyésztés, Kaposvári Egyetem, Pannon Egyetem
- Holló I., Szabó F. (szerk.) (2016): Szarvasmarha-tenyésztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Horn A., Dohy J. (1970): A világ szarvasmarha fajtái, Mezőgazdasági Kiadó, Debrecen
- Nagy Sz. T., Pál L., Bercsényi M., Farkas V., Húsvéth F. (2015): Az éghajlatváltozás hatásai gazdasági állatainkra, Magyar Tudomány, 176. 553-558.
- Horn A. Schandl J., Baintner K. (1971): Állattenyésztési enciklopédia. II. kötet Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Koger, M. (1980): Effective crossbreeding systems utilizing zebu cattle. Journal of Animal Science, 50. 1215-1220.
- Lamy, E., Jurkovich, V., Rodrigues, L., Geraldo, A. (2017): Detection of 70 kDa heat shock protein in the saliva of dairy cows, J. Dairy Res., 84. 280-282.
- Melissa-Rojas-Downing, M., Nejadhashemi, A.P., Harrigan, T., Woznicki, S.A. (2017): Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation, Climate Risk Management 16, 145-163
- Morrison, S. R. (1983): Ruminant heat stress: Effect on production and means of alleviation. J. Anim. Sci., 57. 1594-1600.
- Mukasa-Mugerwa E. (1989): A review of reproductive performance of female *Bos Indicus* (zebu) cattle. ILCA Monograph 6. ILCA, Addis Abeba, Ethiopia
- Pekli J. (2004): Részletes trópusi állattenyésztés (egyetemi jegyzet) II.kötet
- De Rensis, F., Scaramuzzi, R.J. (2003): Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review. Theriogenology, 60. 1139-1151.
- Seif S.M., Johnson H.D., Lippincott A.C. (1979): The effects of heat exposure (31°C) on Zebu and Scottish Highland cattle. International Journal of Biometeorology, 23. 1. 9-14.
- Soriani, N., Panella, G., Calamari, L. (2013): Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production, J. Dairy Sci, 96. 5082-5094.

Internetes hivatkozások:

1. <https://xforest.hu/globalis-felmelegedes>
2. https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf
3. https://szikszava.blog.hu/2020/04/01/uj_rekord_a_tejtermesben_127_kg_tej_egyetlen_nap_alatt
4. <https://agrogir.com/en/animals/girolando-2/>
5. <https://nutrimaxcr.com/raza-girolando-ideal-para-clima-calidos/>
6. https://en.wikipedia.org/wiki/American_Brahman
7. <https://brahman.org/>
8. <https://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/breeding/beef-cattle-breeds/brahman>
9. <https://beefrunner.com/2012/01/13/cattle-breeds-101-brahman/>
10. <https://www.cattle.com/articles/title/brahman+cattle.aspx>
11. <https://beef2live.com/story-brahman-cattle-breed-106-104641>
12. <https://www.flickr.com/photos/69366170@N07/6470488749>
13. <https://beefrunner.com/2012/01/23/cattle-breeds-101-brangus/>
14. <https://www.dpi.nsw.gov.au/search?query=brangus+nem>
15. <https://stantonranch.com>
16. <https://www.britannica.com/animal/Brangus>
17. <https://braford.org.au/>
18. <https://brafords.org/>
19. <https://cattleinternationalseries.weebly.com/braford.html>
20. <https://charbraycattle.com.au/history.html>
21. <http://www.charbray.org/breedinfo/attributes.html>
22. <https://www.charolaisinternational.com/copy-of-charbray>
23. <http://www.americanbrahmousincouncil.org/>
24. <http://www.brahmousincattle.com/about.html>
25. <https://brahmans.de/documents/crossbreeds.html>
26. <https://isabeefmasters.com/about-us/beefmasters-history/>
27. <http://www.diamondjfarm.com/cows.html>
28. <http://www.cbsranch.com/>
29. <https://antropocene.it/en/2019/11/21/beefmaster/>
30. <https://santagertrudis.com.au/history/>
31. <https://gyranda.com.au/>
32. <https://www.dpi.nsw.gov.au/animals-and-livestock/beef-cattle/breeding/beef-cattle-breeds/santa-gertrudis>
33. <https://www.thecattlesite.com/breeds/beef/69/santa-gertrudis/>

PRECÍZIÓS ELJÁRÁSOK ÉS A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA TECHNOLÓGIA ALKALMAZÁSA A SZARVASMARHA- TENYÉSZTÉSBEN KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A HÚSHASZNÚ SZARVASMARHÁK AZONOSÍTÁSÁRA

Tarr Bence¹, Katona Balázs², Szabó István¹, Tózsér János²

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Műszaki Tudományok Intézet

² Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet

¹Szent István Campus, 2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.

Received – Érkezett: 16.03.2022.

Accepted – Elfogadva: 12.05.2022.

Összefoglalás

A mesterséges intelligencia (MI) az állattenyésztés több területén vált fontos eszközzé a tenyésztési folyamatok optimalizálására. Dolgozatunkban elsősorban a szarvasmarhák azonosítására és megszámlálására mutattunk be példákat a szakirodalomból. Az állatok egyedi azonosítása és a gulya ellenőrzése, viselkedésének monitorozása számos következtetés levonását támogatja állattjóléti és állategészségügyi szempontból is. A rögzített képek feldolgozásának automatizálása is elengedhetetlenné vált. Ezt a folyamatot segíti a Mesterséges Intelligencia. A mélytanulás és a neurális hálók kiválóan alkalmasak a képek szegmentálásra és különböző jellemzők alapján azok tartalmi feldolgozására. A konvolúciós neurális hálók kifejezetten az ilyen feladatokban erősek és láthatjuk, hogy ezen hálózatok továbbfejlesztései (pl. Faster R-CNN) még hatékonyabb képelemzési eljárásokat tesznek lehetővé. Az állatokról készült felvételek feldolgozása nagy lépést jelenthet az állatállomány automatikus elemzése és azonosítása tekintetében.

Kulcsszavak: képrögzítés, egyed azonosítás, mesterséges intelligencia, neurális hálózat

Precision procedures and the application of artificial intelligence in cattle breeding with special reference to the identification of beef cattle

Abstract

Artificial Intelligence (AI) has become an important tool for optimising breeding processes in several areas of animal production. In this thesis, we have presented examples from the literature, mainly for the identification and counting of cattle. The individual identification of animals, the monitoring of their behaviour and the control of their movements support a number of conclusions from both an animal welfare and a veterinary point of view. Automation of the processing of captured images has also become essential. This process is supported by Artificial Intelligence. Deep learning and neural networks are excellent tools for segmenting images and processing their content based on different features. Convolutional neural networks are specifically powerful for such tasks and we have seen that further developments of these networks (e.g. Faster R-CNN) allow even more efficient image analysis procedures. Processing animal images can be a major step forward for automatic analysis and identification of livestock.

Keywords: image capturing, individual identification, artificial intelligence, neural network

Precíziós gazdálkodás fogalma és folyamata

A precíziós gazdálkodás, mintegy 45 évvel ezelőtt kezdett fejlődni a Földön. Ezt az új elképzelést a mezőgazdaság is elkezdte alkalmazni, ugyanis ekkor már az informatika és kommunikációs technológiák eléggé fejlettek voltak. *Khosia (2017)* felhívja a figyelmet a precíziós gazdálkodás értelmezésének problémájára, nevezetesen „*Érdekes megjegyezni, hogy a két évtizedes fejlődés után a helyspecifikus gazdálkodást sokan még mindig rosszul értelmezik, komplex és nagy technológiai innovációt értve a precíziós gazdálkodás alatt, miközben az ennél sokkal egyszerűbben is értelmezhető.*”

A precíziós gazdálkodás az 5M-mel jellemezhető: megfelelő input, megfelelő időben, megfelelő mennyiségben, megfelelő helyen és megfelelő formában. A precíziós gazdálkodás tehát nem kívánja meg a nagy és összetett gépesítettséget, azaz nem szükséges hozzá nagy beruházás és új gépek kezelésének elsajátítása. A lényeg az az, hogy helyben milyen kreatív megoldásokat tudunk alkalmazni, működésben fenntartani és mindezt költséghatékonyan.

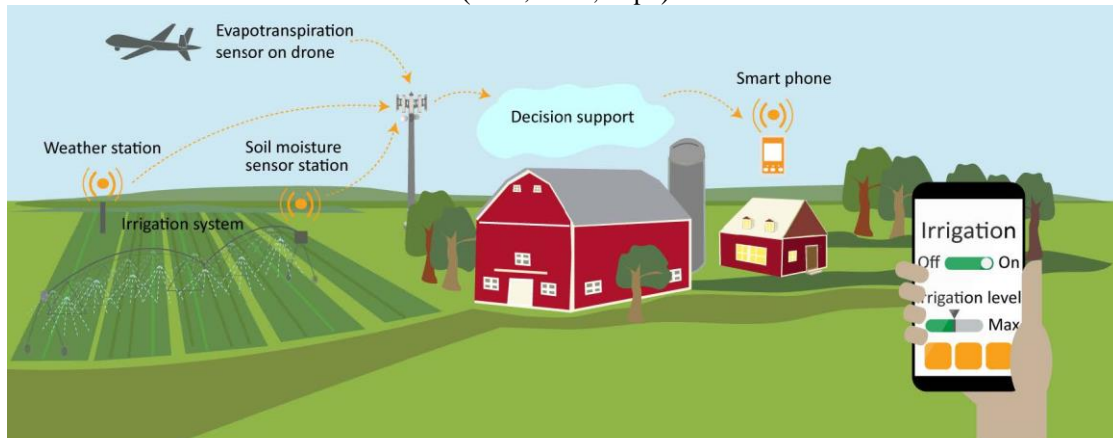
Khosia (2017) továbbá arra is utal, hogy az időben előre haladva a precíziós gazdálkodás sem kerülheti el a nagy adatbázisokkal (Big Data) való kapcsolatba kerülést. Fontos utalni arra is, hogy napjainkban annyi adat áll rendelkezésünkre, amelyeket hagyományos adatfeldolgozási módszerekkel már nem lehet hatékonyan elemezni.

Hollósi (2017) az adatalapú döntések fontosságára hívta fel a figyelmet a 2020 utáni banki finanszírozásban. „A bank számára a precíziós gazdálkodás egy fajta költségkontrollt jelent. A termésátlagok és a bevételek nőnek, ugyanakkor a költségek nem, vagy csak kisebb mértékben, így összességében javul a jövedelmezőség”.

A precíziós tenyésztési technikákat széles körben használják a kiadások optimalizálására és az állatállomány hozamának növelésére. Ettől függetlenül a heterogén szenzorok és a mesterséges intelligenciai technikák együttes használata a szarvasmarhák által esetlegesen jelentkező különböző problémák egyidejű elemzésére vagy felismerésére még nem elterjedt. Ugyanakkor az intelligens és pontos állattartási technikák egyre szélesebb körű figyelmet kaptak, mivel csökkenthetik a munkaerő igényt és növelhetik a gazdaság hatékonyságát. Az élelmiszerek iránti növekvő kereslet és az érzékelési technológia fejlődése együttesen magában hordozza a lehetőséget, hogy az állattenyésztést központosítottabbá, nagyobb léptékűvé és hatékonyabbá tegyünk. Megvan a lehetősége annak, hogy megváltoztassa az általunk ismert állattenyésztést (*Barriuso és mtsai. 2018*).

A precíziós mezőgazdaság, a műholdas gazdálkodás vagy a helyspecifikus növénytermesztés olyan gazdálkodási koncepció, amely a termények termőföldek közötti és termőföldön belüli változásainak megfigyelésén, mérésén és az azokra való reagáláson alapul (*I. ábra*). A precíziós mezőgazdasági kutatás célja egy döntéstámogató rendszer meghatározása a gazdaság egészére kiterjedő gazdálkodáshoz, amelynek célja a termelési ráfordítások megtérülésének optimalizálása az erőforrások hatékony felhasználása mellett.

1. ábra: Egy okostelefonba integrált precíziós mezőgazdasági rendszer
(GAO, 2019, http1)



Source: GAO. | GAO-20-1285P

Figure 1: Mobile application for precision farming

Evaporation sensor on drone: drónra szerelt párolgás érzékelő, weather station: időjárás állomás, soil moisture sensor station: talaj nedvesség-érzékelő szenzor állomás, irrigation system: öntöző rendszer, decision support: döntés támogatás, smart phone: okos telefon.

Az adatgyűjtésen és az adatok értelmezésén alapuló, ún. precíziós gazdálkodás több adatforrásból, részben automatikusan, állít elő információt és végez beavatkozást, valamint támogatja a gazdaság működésével kapcsolatos döntési folyamatokat (2. ábra). A technológia, egyebek mellett, abban is segít, hogy a gazdálkodási folyamat egyre több eleméről keletkezzen adat, ami a folyamatok megértését és optimalizálását segítheti. A cél, hogy az adatgyűjtés és felhasználás segítségével a hatékonyságot növelő, a gazdaság működését jobban megértő, a környezeti szempontokat is figyelembe vevő, hatékony gazdálkodás valósulhasson meg (Alföldi és mtsai. 2020).

2. ábra A precíziós gazdálkodás komponensei
(Rutter és mtsai., 2011)

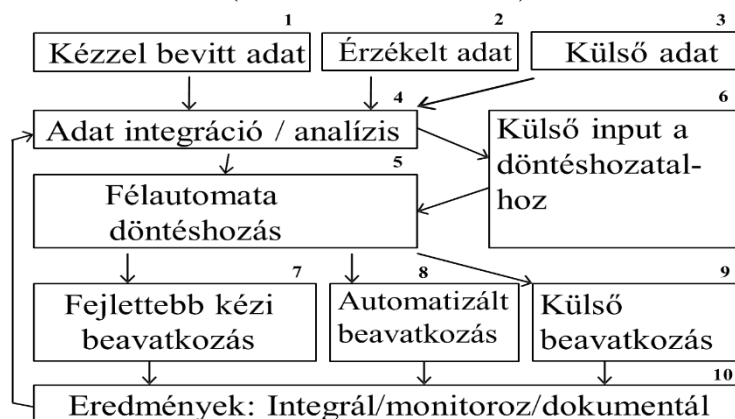


Figure 2: Components of precision farming

1) data entered manually, 2) data detected, 3) external data, 4) data integration/analysis, 5) semi-automated decision-making, 6) external input for decision-making, 7) enhanced manual interaction, 8) automated interaction, 9) external interaction, 10) Results: Integration/monitoring/documentation

Fontos kiemelni azt, hogy a kézzel bevitt adatokon a gazdaság működése során folyamatosan, vagy alkalmanként esetleg egy nagyobb adatfeltöltés részeként, más helyen, vagy nem elektronikus rendszerben keletkezett adatok bevitelét értjük. Az érzékelővel gyűjtött adatok pedig azok, amelyek valamilyen új, ún. digitális megoldáson, érzékelőn keresztül, gyakorlatilag automatikusan érkeznek. Külső adatok alatt azokat értjük, amelyek más, jórészt elektronikus rendszerben (pl. könyvelő szoftverben), vagy más eszközben (pl. munkagépben, vagy munkaeszközben) keletkeznek, és kész adatként érkeznek a rendszerbe (Alföldi és mtsai. 2020).

Az első kérdés, ami felmerülhet bennünk az MI-vel kapcsolatban, az az, hogy mit is jelent pontosan? Magát a kifejezést John McCarthy fogalmazta meg először 1956 nyarán mely után évtizedekig az ő vezetésével zajlottak a kutatások. Az akkoriban még szürreálisnak számító kijelentés manapság már szinte teljesen hétköznapiak tűnik. Ugyanakkor a nagybetűs, igazi MI-t még nem sikerült megalkotni, de az okostelefonok és önvezető autók világában nem tűnik olyan messzi álomnak, mint McCarthy idejében.

A mesterséges intelligenciát korábban úgy határozták meg, hogy olyan rendszereket hoztak létre, amelyek előre bevitt adatokból próbálják kiszámítani a várható adatokat. Most már nem szükséges, hogy minden adat és az adatok kiszámításához szükséges cél előre rögzített és ismert legyen a mesterséges intelligencia számára. Ehelyett a rendszernek ismeretlen adatokkal is tudnia kell dolgozni. Mindezt úgy, hogy magától meg kell tanulnia, hogy milyen adatokat használjon (Russel és Norvig, 2020).

Az állattenyésztés hagyományosan mindig is decentralizált volt, olyan szinten, hogy néhány ember képes volt felügyelni és irányítani. Egy évtizeddel ezelőttig pedig a legtöbb állattenyésztő nem rendelkezett olyan modern technológiákkal, mint a nagysebességű internet, az okostelefonok és az olcsó elektromos áram. Mára ezek közül az összes tényező adott. Becslések szerint a gazdáknak a következő 50 évben 70%-kal kell növelniük a termelést, hogy kielégíthessék a hús és állati termékek iránti növekvő globális igényeket. Mivel a földterület és más természeti erőforrások korlátozottak, a növekvő kereslet kielégítéséhez hatékonyabb módszereket kell találnunk. Napjainkban az olyan technológiák, mint a számítógépek, érzékelők, felhőalapú számítástechnika, a gépi tanulás (ML) és a mesterséges intelligencia (MI) már számos iparágat átalakítottak. Ezek jobb nyereségességet és hatékonyságot eredményeztek. Ezért kell megvizsgálunk, hogy ezek a fejlett technológiák hogyan segíthetnek nagyobb hatékonyságot és nyereséget elérni az állattenyésztésben.

A mesterséges intelligencia a számítástechnika azon részének tekinthető, amely olyan folyamatokat próbál szimulálni, amelyeket az embereknél intelligens viselkedésnek neveznénk (Wikipedia). A gépi tanulás a mesterséges intelligencia egyik központi témája, mivel az intelligenciához általában az a tulajdonság társul, környezetéből vett információkból képes tanulni. Fő célja a termelés hatékonyságának és minőségének növelése a gyors döntéshozatal révén, ha bármilyen probléma merül is fel a gazdaságban. A technológiának olyan megoldásokat kell nyújtania, amelyek megkönnyítik a gazdálkodók munkáját. Az állatok betegségeit korai stádiumban felismerő rendszerek kutatása és fejlesztése létfontosságú. Számos kutatócsoport dolgozik az elektronikus rendszerek állattenyésztésben való alkalmazásán a termelékenység javítása és a működési költségek csökkentése céljából. Ez pl egy olyan szoftver lehet, ami lehetővé teszi a gazdák számára, hogy távolról hozzáférjenek az állatokra vonatkozó naprakész információkhoz. Az információs technológia és az elektronikus eszközök együttes használata lehetővé teszi az olyan adatok nyomon követését és tanulmányozását, mint a berendezések energiafogyasztása, a takarmányok mennyiségét, a világítást, a hőmérsékletet, az állatok egészségi állapotát, fizikai aktivitását stb.

Több előnye is van egy ilyen rendszernek. *Linko* (1998) ezeket az előnyöket a következőképpen foglalja össze:

- ha nem áll rendelkezésre szakértő, de szükség lenne segítségre
- nem befolyásolja emberi hiba vagy kedélyállapot
- 24 órában rendelkezésre áll
- hatalmas adatbázisokat képesek kezelni
- könnyen megérthetőek

Szarvasmarhák azonosítása

A rádiófrekvenciás egyedi azonosítás használat és elterjedése a gyakorlatban vitathatatlan. Ennek több féle elhelyezési formája lehetséges: nyakörv, füljelző, implantátum, lábszj, bendő bólusz. Korábban *Tóth és mtsai* (2019) foglalták össze a szarvasmarhák nyomon követésére használt RFID alapú technikák használatát. Itt kitértek az RFID és egyéb szenzorok (GPS) közös használatának előnyeire is.

Vannak azonban olyan egyed azonosítási módok, amelyek más módon teszik lehetővé ezt. Ezeket a megoldásokat az alábbiakban foglaljuk össze.

Szarvasmarhák azonosítása szutyak lenyomat alapján

Az állatbiometria egy feltörekvő kutatási terület, amely az állatok vizuális megjelenésének általános jellemzők és elsődleges biometrikus jellemzők alapján történő ábrázolására épül. Az egyes szarvasmarhák azonosítása világszerte fontos kérdés a különböző fajták osztályozása, nyilvántartása, nyomon követhetősége, egészségügyi menedzsmentje szempontjából (*Kühl HS, Burghardt T, 2013*). A klasszikus állatfelismerési módszereknek komoly problémái vannak, mivel ezek mind kézi azonosítási rendszerek. A klasszikus állat-azonosítási módszerek könnyen hamisíthatók a felcímkézett füljelzőkön található egyedi számok megváltoztatásával. Ezeknek a fő problémáknak a megoldására lehet alkalmas a szarvasmarhák orráról készített pontszerű képek használata. Az orrpontok (szutyak lenyomat) alapján történő azonosítás hasonló az emberi ujjlenyomatok minutiae-pontjainak felismeréséhez. A kutatásban 500 szarvasmarhát vizsgáltak, egyenként 10 darab 20 megapixeles képeket készítve róluk. A képeken ezután két fő karakterisztikus bélyeg (beads, ridges) alapján azonosították az állatokat (3. ábra).

3. ábra: A két fő karakterisztikum (Kumar és mtsai., 2017)

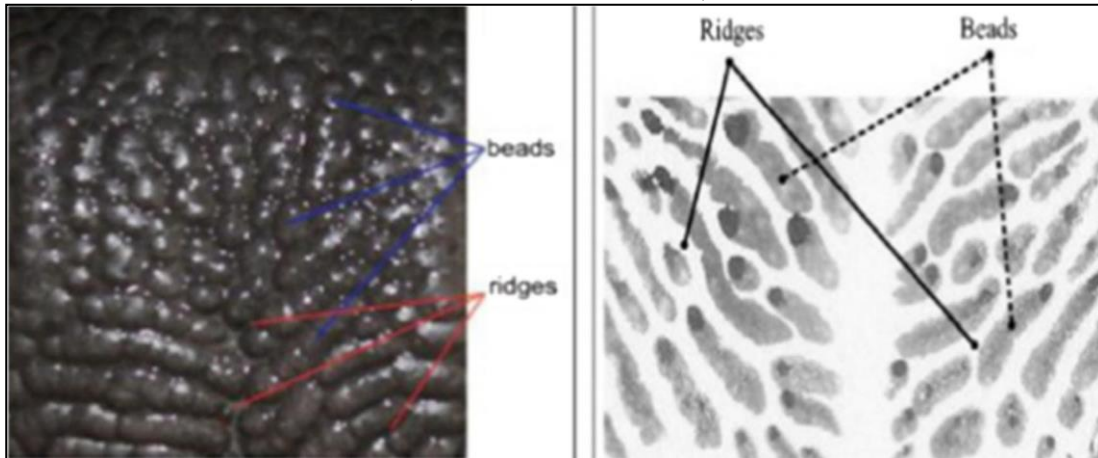


Figure 3: The two main characteristics

A képeket ezután megszerkesztették, úgy, hogy mérsékelték a zajokat, javították a képminőséget és láthatóbbá tették a fő jellemzőket. Az így kapott modelleket pedig egy mesterséges intelligencia fel tudta ismerni és dolgozni tudott velük (4. ábra).

4. ábra: Feldolgozás utáni modellek (Kumar és mtsai., 2017)

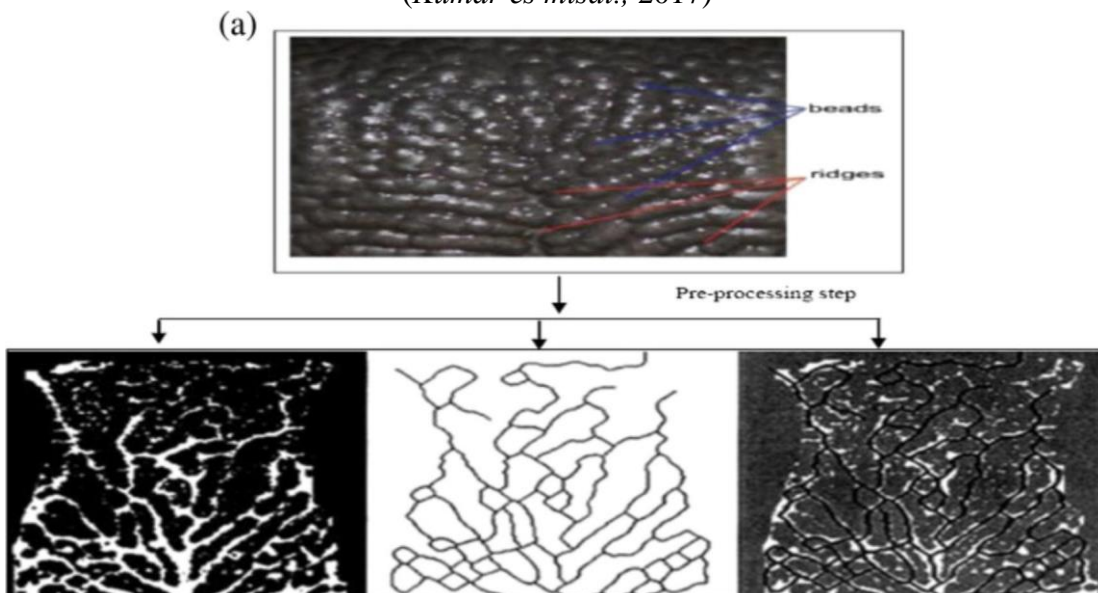


Figure 4: Models after processing

A kutatás során 5000 képpel dolgoztak, amelynek a végén 96,74%-os pontossággal a program azonosítani tudta a szarvasmarhákat. Úgy gondoljuk, hogy nagy pontosság ennek az eljárásnak a megalapozottságát igazolja.

Szarvasmarhák azonosítása küllem alapján

Egy precíziós gazdálkodás megfelelő működtetéséhez szükség van olyan modern megoldásokra, mint a szarvasmarháink egyedi azonosítása. A szarvasmarhák azonosítása jelenleg vizuálisan, egyedi rádiófrekvenciával vagy füljelzőkkel történik. Ezeknek a rendszereknek a helyettesítésére pedig újból segítségül lehet hívni a mesterséges intelligenciát. Egy kutatásban pontosan erre tettek kísérletet egészen pontosan mélytanuló algoritmusok segítségével. A mélytanuló algoritmusok többszintű neurális hálókat használnak a tanuláshoz. Ebben az esetben CNN (*Convolutional Neural Network*) és LSTM (*Long Short-Term Memory*) típusú hálózatok kombinálásával értek el kimagasló eredményeket az állatokat azonosításában. A CNN és az LSTM hálózatra, azért volt szükség mivel hatékonyan tudnak vizuális forrásból térbeli információkat kinyerni majd ezeket modellezni. Összesen 516 videó felvétel készült 41 szarvasmarháról három hónapon keresztül havonta egyszer. Először a rögzített felvételeket képkockáknaként a CNN hálózat kielemezte majd minden egyes szarvasmarháról készít egy olyan adathalmazt, amelyben benne szerepelnek az állatok vizuális jellemzői, illetve az egyedi mozgásuk. Ezután a kapott CNN halmazokat beviszik az LSTM hálózatba, amely képes megtanulni majd újból felismerni a szarvasmarhákat (5. ábra).

5. ábra: A képfeldolgozás folyamata

(Yongliang Qiao és mtsai., 2019)

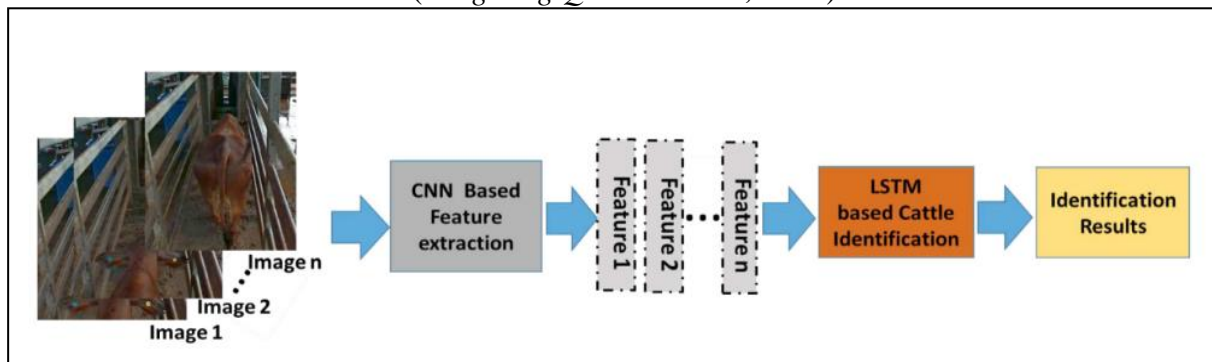


Figure 5: The process image identification

Image: Kép, CNN Based Feature extraction: CNN alapú jellemző kinyerés, Feature: jellemző, LSTM based Cattle Identification: LSTM alapú szarvasmarha azonosítás, Identification results: Azonosítás eredménye

A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy módszerünk 88%-os és 91%-os pontosságot ért el 15 és 20 képkockás videók esetén, tehát a kísérlet mindenképpen sikeresnek mondható. Emellett pedig, ha az LSTM hálózat nélkül csak a CNN rendszerrel dolgoztak, akkor a közel 90%-os pontosság helyett 57% lett csak az eredmény. Ez is mutatja, hogy több mesterséges intelligenciára épülő modell összekapcsolása javítja az elérhető pontosságot.

Populáció méretet megfigyelő rendszerek

Szarvasmarhák UAV-képek alapján történő észlelése

A pilóta nélküli légi járművekre (UAV: unmanned aerial vehicle) egyre inkább értékes eszközként tekintenek a gazdaságok irányításában. Ez a fajta technológia különösen hasznosnak bizonyul az extenzív szarvasmarhatartás tekintetében, mivel a termelési területek általában kiterjedtek, és az állatokat lazábban felügyelik. A drónok folyamatos fejlődésével és a konvolúciós neurális hálózatok megjelenésével egyre hatékonyabban lehet releváns információkat kinyerni digitális képekből. Egy 2019-es brazil tanulmányban arra tettek kísérletet, hogy mennyire pontosan lehet egy UAV által készített digitális képek alapján felismerni az egyes állatokat. Itt a felismerésen volt hangsúly, mivel ha beazonosítottuk az egyedeket utána lehet különböző információkat kinyerni a szarvasmarhákról, mint például: állatlétszám, rendellenes események vagy a testméreteinek a felvétele. A tanulmány során 1853 képet vizsgáltak meg, amelyek Chanchim szarvasmarhákról, felül nézetből készültek (6. ábra).

6. ábra: Az állatokról készült UAV felvételek

(Barbedo és mtsai., 2020)



Picture 6: Pictures made by UAV from animals

Az állatokról nem csak hibátlan minőségű képek készültek, hanem voltak elmosódott vagy éppen túl fényes képek is. Összesen 15 különböző konvolúciós hálózati architektúrát teszteltek, hogy különféle fényviszonyok, időjárási feltételek, túl magas fényerő és elmosódás mellett milyen eredményességgel működnek. Átlagosan 95%-os pontossággal dolgoztak, közülük a NasNet Large architektúra volt a legeredményesebb 99,2%-al (1. táblázat).

1. táblázat: A különböző konvolúciós hálózati architektúrák eredményeinek összehasonlítása.
(Barbedo és mtsai., 2019)

CNN	Pontosság ¹	Precizitás ²	Visszahívás ³	F1 pont ⁴
VGG-16	0,972	0,973	0,973	0,970
VGG-19	0,973	0,973	0,973	0,975
ResNet-50 v2	0,977	0,978	0,978	0,975
ResNet-101 v2	0,983	0,985	0,985	0,985
ResNet-152 v2	0,967	0,970	0,970	0,965
MobileNet	0,983	0,980	0,980	0,983
MobileNet v2	0,787	0,855	0,790	0,778
DenseNet 121	0,852	0,895	0,868	0,865
DenseNet 169	0,935	0,943	0,933	0,935
DenseNet 201	0,935	0,945	0,938	0,938
Xception	0,969	0,968	0,968	0,968
Inception v3	0,979	0,975	0,975	0,975
Inception ResNet v2	0,983	0,983	0,983	0,985
NASNet Mobile	0,857	0,890	0,858	0,853
NASNet Large	0,992	0,993	0,993	0,995

Table 1: Comparison of the fifteen most successful CNN architectures.

1) Accuracy, 2) Precision, 3) Recall, 4) F1 score

Szarvasmarha felismerés CNN hálózattal

Az állatok azonosításának olcsó, gyors és biztonságos módszerei rendkívül fontosak a gazdálkodási rendszer számos feladata szempontjából. Ezek a rendszerek megkönnyítik az állattenyésztési folyamatokat, a tevékenységek ellenőrzését, és biztosítják a termelés számonkérhetőségét. A brazil állatállomány legelterjedtebb azonosítási rendszerei közé tartozik a forró vasalással, elektromos vagy tűztetoválassal történő megbélyegzés, a füljelzővel és a nyakörvvel történő jelölés. Az azonosíthatóság érdekében egy brazil tanulmányban 2020-ban azt vizsgálták, hogy 4 kihelyezett kamera és az általuk készített képek alapján egy CNN rendszer milyen pontosan képes felismerni az adott állatokat (a kísérletben Pantaneira szarvasmarhákat vizsgáltak). Ehhez 51 állatot vizsgáltak a NUBOPAN központban, ahol hátulról, mindkét oldalról és szemből képeket készítettek, összesen 27 849-et (7. ábra).

7. ábra: A szarvasmarhákról készített fotók
(Weber és mtsai., 2020)



Figure 7: Photos of cattles

Három különböző CNN rendszert hasonlítottak össze, melyek amint a 2. táblázatból is látszik szinte 100%-os pontossággal dolgoztak.

2. táblázat: A három rendszer teljesítménye %-ban
(Weber és mtsai., 2020)

Modell ¹	Tanítás pontossága ²	Teszt pontossága ³
ResNet50	99,20	99,78
InceptionResNet v2	98,87	99,52
DenseNet 201	99,74	99,85

Table 2: Results of the three systems in %

1) Model, 2) Accuracy Training, 3) Accuracy test

Szarvasmarhák számlálása UAV képeken

A pilóta nélküli légi járművek vagy drónok elterjedésével nagy felbontású, alacsony költségű madártávlatú képet lehet készíteni a birtokról. Bármennyire is ígéretes ez a technológia, a benne rejlő lehetőségek teljes körű kiaknázását akadályozza, hogy a releváns információk kinyerése az UAV segítségével rögzített képekből korántsem egyszerű. Az állatállomány becslése esetében nehézséget okoz az állatok mozgása, a táj változatossága (csupasz talaj, száraz legelő), az akadályok, például fák és istállók által okozott holttér, valamint az állatok csoportosulása. Egy 2020-as brazil tanulmány próbálkozást tett, ezeknek a problémáknak a megoldására (Nelore és Canchim szarvasmarhák megszámlálása volt a cél). Az első lépésben minden képet szabályos rácsháló segítségével négyzetekre osztották, és az állatok részeit tartalmazó négyzeteket egy CNN segítségével azonosították. A második lépésben szintér-manipulációkat alkalmaztak az állatok és

a háttér közötti kontraszt növelésére, és küszöbértékeket állítottak be bináris maszkok létrehozására. A bináris maszk használatával egyértelműen el lehet különíteni a rendelkezésre álló pixelek érdemi és számunkra nem releváns csoportjait. A harmadik lépésben a maszkokat bináris műveletekkel kombinálták, és morfológiai műveleteket alkalmaztak a klaszterezett állatok elkülönítésére. A negyedik lépésben a képeket összevetették a korábban osztályozott képekkel, és így megkapták a végső becsléshez szükséges információkat (8. ábra).

8. ábra: Az állatokról készült UAV felvételek feldolgozása
(Barbedo és mtsai., 2020)

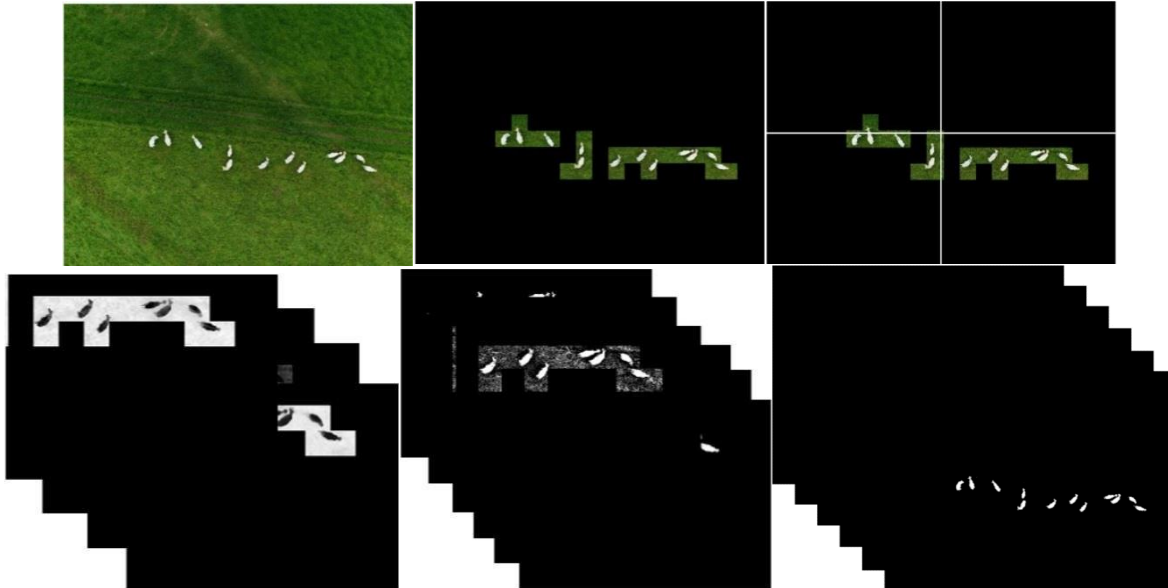


Figure 8: Processing of animal photos made by UAV

Az osztályozásért felelős betanított CNN-modellek a NasNet Large modellt választották, amely 98% feletti pontosságot biztosított az állatok felismerésében.

Állatok osztályozása és számlálása drón felvételeken Mask-R-CNN rendszer alapon

A drónokkal történő állomány elemzés egy másik mód szerint mutatták be kínai és mongol szerzők egy 2020-ban megjelent cikkükben (Beibei és mtsai, 2020). Ez a kutatás egy költséghatékony megoldást mutat be az állomány számlálására és osztályozásra, amely segíti különböző mérések és állatjóléti megoldások kidolgozását. A dolgozatban alkalmazott módszer a legkorszerűbb mélytanulási technikát, az úgynevezett Mask R-CNN-t alkalmazza a tulajdonságok kinyeréséhez és a tanuláshoz.

A Mask R-CNN alapvetően egy konvolúciós neurális háló aminek az erőssége a kép szegmentálás. A mélytanuló algoritmusokhoz használt neurális hálók egy olyan változata, ami jóminőségű maszkot készít a kép minden részeltéhez és ezzel könnyíti az egyedek megszámlálását a képen.

9. ábra: A kutatásban használt Mask-R-CNN rendszer vázlata
(Beibei és mtsai, 2020)

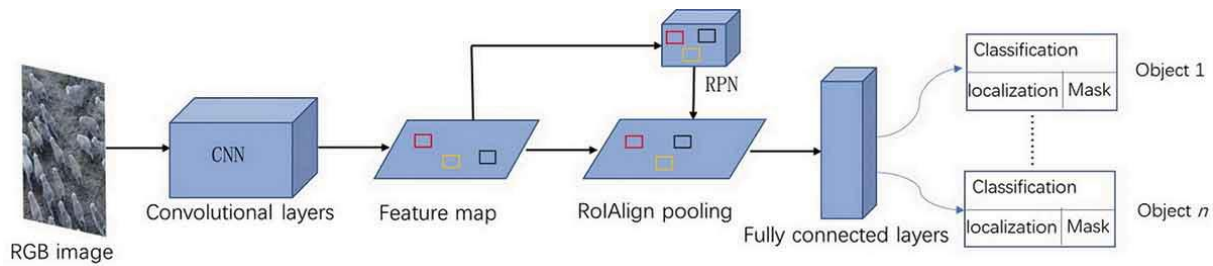


Figure 9: Outline of the Mask-R-CNN system used in the research

RGB Image.: RGB kép, Convolutional layers: Konvolúciós rétegek, Feature map: Jellemzők térképe, ROIAlign pooling: hasznos részek értékelése, Region Proposal Network (RPN): Hasznos régió kereső háló, Fully connected layers: Teljesen összekapcsolt rétegek, Classification: Osztályozás, Localization: Lokalizáció, Mask: maszk, Object: Tárgy

A kísérlet során egyszerű, olcsó drónokkal készítették videófelvételt a mezőn legelő nyájról. Ezeket utána azonos 510x512 pixel méretű állóképekké vágják és ezt dolgozták fel a neurális háló alapú rendszerrel.

A kísérletben használt rendszer értékelésére valós (hagyományos) számláláson alapuló rendszereket használtak, és a kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a drónokkal készült képek kiértékelése 96%-os pontossággal képes osztályozni az állatállományt. A juhok és szarvasmarhák számát pedig 92%-os pontossággal határozta meg rendszer.

Összegzés

A mesterséges intelligencia az állattenyésztés számos területén vált fontos eszközzé a tenyésztési folyamatok optimalizálására. Ebben az áttekintésben elsősorban a szarvasmarhák azonosítására és megszámlálására mutattunk be példákat a szakirodalomból. Az állatok egyedi azonosítása és a gulya ellenőrzése, viselkedésének monitorozása számos következtetés levonását támogatja állattjóléti és állategészségügyi szempontból is. Jól látható hogy mindegyik technológia valamilyen képrögzítési és képfeldolgozási lépésekkel dolgozik. A különböző képfelvételi technológiák terjedése, a drónok egyszerű és olcsó hozzáférhetősége lehetővé tette nagymennyiségű kép és videó elkészítését szinte bárhol, bármilyen körülmények között. Ezért ezen képek feldolgozásának automatizálása is elengedhetetlenné vált. Ehhez nyújt segítséget a Mesterséges Intelligencia. A mélytanulás és a neurális hálók kiválóan alkalmasak a képek szegmentálásra és különböző jellemzők alapján azok tartalmi feldolgozására. A konvolúciós neurális hálók kifejezetten az ilyen feladatokban erősek és láthatjuk, hogy ezen hálózatok továbbfejlesztései (pl. Faster R-CNN) még hatékonyabb képelemzési eljárásokat tesznek lehetővé. Összeségében láthatjuk, hogy az állatokról készült felvételek feldolgozásával nagy lépést tehetünk az állatállomány automatikus elemzése és azonosítása felé. A jövőben akár az egyedre szabott egészségügyi vagy éppen takarmány adagolási rendszerek is kialakíthatóak lesznek ezen rendszerek segítségével.

Irodalomjegyzék

- Alföldi L.; Tarr Z.; Tőzsér J. (2020): Digitális mikroklíma mérés a tejtermelő farmon. *Animal Welfare Etológia és tartástechnika* 16 : 2 PP. 94-109., 16 P.
[HTTP://REAL.MTAK.HU/118804/1/AWETH202002094109_DOI.PDF](http://real.mtak.hu/118804/1/AWETH202002094109_DOI.PDF)
- Barbedo, J.G.A.; Koenigkan, L.V.; Santos, T.T.; Santos, P.M. (2019): A Study on the Detection of Cattle in UAV Images Using Deep Learning. *Sensors* 2019, 19, 5436.
<https://doi.org/10.3390/s19245436>
- Barbedo, Jayme & Koenigkan, Luciano & Santos, Thiago & Santos, Patrícia. (2019). A Study on the Detection of Cattle in UAV Images Using Deep Learning. *Sensors*. 19. 5436. 10.3390/s19245436.
https://www.researchgate.net/publication/337858737_A_Study_on_the_Detection_of_Cattle_in_UAV_Images_Using_Deep_Learning
- Barriuso, AL., Villarrubia González G., De Paz JF., Lozano Á., Bajo J. (2018): Combination of Multi-Agent Systems and Wireless Sensor Networks for the Monitoring of Cattle. *Sensors (Basel)*. 18(1):108. PMID: 29301310; PMCID: PMC5795335. <https://doi.org/10.3390/s18010108>
- Beibei Xu, Wensheng Wang, Greg Falzon, Paul Kwan, Leifeng Guo, Zhiguo Sun & Chunlei Li (2020) Livestock classification and counting in quadcopter aerial images using Mask R-CNN, *International Journal of Remote Sensing*, 41:21, 8121-8142,
<https://doi.org/10.1080/01431161.2020.1734245>
- Hollósi D. (2017) (szerk: Milics G.): Adataalapú döntések a 2020 utáni finanszírozásban. *Precíziós Gazdálkodás, Adat, Információ, Haszon*. Budapest, Agroinform és NAK, 26. p ISBN: 978-963-12-8921-3
- Kühl, HS, Burghardt, T (2013): Animal biometrics: quantifying and detecting phenotypic appearance. *Trends Ecol Evol* 28(7):432-441 DOI: 10.1016/j.tree.2013.02.013
- Kumar, Santosh, Singh, Sanjay (2017): Automatic identification of cattle using muzzle point pattern: a hybrid feature extraction and classification paradigm. *Multimedia Tools and Applications*. 76. 1-30. 10.1007/s11042-016-4181-9.
https://www.researchgate.net/publication/311784599_Automatic_identification_of_cattle_using_muzzle_point_pattern_a_hybrid_feature_extraction_and_classification_paradigm
- Linko, S. (1998): Expert systems-what can they do for the food industry? *Trends in Food Science and Technology* 9: 3-12. DOI:10.1016/S0924-2244(97)00002-2
- Russel, S. Norvig, P. (2021): *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Global Edition, Pearson Education Limited, London, 1170 p.
- Tóth, L. - Kovács, L. - Póti, P. - Alföldi, L. - Tarr, Z. - Szenci, O. - Tőzsér, J.: Korszerű információ technika (IT) a tejelő szarvasmarha tartásban. *Állattenyésztés és takarmányozás*, 2019. 68. 3. 253. o. http://real-j.mtak.hu/16047/3/att_2019_03.pdf
- Weber, Fabricio de Lima, Weber, Vanessa Aparecida de Moraes, Menezes, Geazy Vilharva, Oliveira Junior, Adair da Silva, Alves, Daniela Arestides, de Oliveira, Marcus Vinicius Moraes, Matsubara, Edson T (2020): Recognition of Pantaneira cattle breed using computer vision and convolutional neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*, 08., 175. 10. (1016/j.compag.2020.105548) <https://de.art1lib.org/book/82596308/fcc328>
- Yongliang Qiao, Daobilige Su, HeKong, Salah Sukkarieh, Sabrina Lomax, Cameron Clark (2019): Individual Cattle Identification Using a Deep Learning Based Framework, *IFAC-PapersOnLine*, Volume 52, Issue 30, Pages 318-323 <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.558>

EVALUATION THE BODY CONFORMATION OF LIMOUSIN CANDIDATE BULLS IN FARM PERFORMANCE TEST

Tózsér János¹, Fazekas Natasa¹, Szűcs Márton²

¹Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Institute of Animal Husbandry 2103 Gödöllő, Páter K. út 1., Hungary

² Association of Hungarian Limousin and Blonde d' Aquitaine Breeders, 1134 Budapest, Lóportár utca 16 Hungary, e-mail: limousin@freemail.com
tozsér.janos@uni-mate.hu

Received – Érkezett: 16.03.2022.

Accepted – Elfogadva: 12.05.2022.

Summary

Authors studied the conformation of Limousin candidate bulls (n=311, farms=30) in 2021. Six body measures – height at withers, cm, rump / tail height, cm, length of back, cm, width of shoulders, cm, width at hip bone, cm, pin width, cm – and two conformation traits (muscularity, score, leg, score) and live weight were analysed.

Live weight of bulls taking part in the study (mean: 455 kg, age: 420±30 days) was in concordance with previous French and Hungarian data. Tail height (132 cm) being higher than wither's height (123 cm) suggest young bulls still maturing, their height is going to grow. Minimum (63 cm) and maximum (94 cm) values of back length mean that animals are well developed according to their age. Current data of hip and pin width of candidate bulls prove a good base for maintaining cow's calving ease in the breed when going to be used for stud. Mean conformation score for muscularity and feet was around 7. Feet score 6 was accompanied with muscularity scores 6 and 7, with at least 440 kg average live weight. Animals scored 8 for feet got scores 7 or 8 for muscularity, with 460 kg live weight. Mean score 8 was paired with more advantageous, lower SE value.

Evaluating live weight by wither's height categories, taking into consideration muscularity and feet scores suggests that live weight increased by increasing wither's height in all categories. Positive, moderate correlations of live weight with wither's height ($r=0,613$) and tail height ($r=0,593$) are in concordance with literature data. The correlations of conformation scores with live weight and body measures were different direction and loose.

Maturity, body measure data, muscularity and feed structure of animals studied give a chance significantly improving the production of the consecutive if the best ones are going to be used for stud.

Keywords: Limousin candidate bulls, body measures, conformation

Limousin tenyészbika-jelöltek testalakulásának értékelése üzemi sajátteljesítmény-vizsgálatban

Összefoglalás

A Szerzők a 2021-ben végezték vizsgálatunkat az üzemi sajátteljesítmény-vizsgálatban limousin tenyészbika-jelöltek ($n=311$, tenyészet= 30) küllemének értékelése tárgyában. Az élősúly mellett hat testméretet (marmagasság, cm), farbúbmagasság, cm, hát hosszúság, cm, marszélesség, cm, csípőszélesség, cm, ülógumók szélessége, cm) és két küllemi jellemzőt (izmoltság, pont láb, pont) értékelték.

A teljesítményvizsgálatban szereplő bikák súlya (átlag: 455 kg, életkor: 420 ± 30 nap) megegyezett korábbi francia és hazai adatokkal. Az, hogy a farbúbmagasság (132 cm) nagyobb volt, mint a marmagasság (123 cm) arra utal, hogy a növendék bikák még fejlődésben vannak és még nőni fog a magasságuk. A háthossz minimum és maximum értéke 63 cm., ill. 94 cm volt, amely az életkornak megfelelő fejlettséget jelent. A csípőszélességnek és az ülógumók szélességének jelenlegi adatai jó alapot nyújthatnak arra, hogy ezek az tenyészbika-jelöltek továbbra is fenntartsák majd a fajta teheneinél a könnyű ellést. A küllemi bírálati pontszámok (izmoltság és láb) tekintetében a 7 pont körüli átlagérték volt a jellemző. A hatos lábpontszámhoz 6-os és 7-es izmoltság tartozott, legalább 440 kg-os átlagsúllyal. A 8-as lábpontszámmal rendelkező egyedek izmoltsági értéke 7 vagy 8 pontnak adódott, 460 kg-os élősúllyal. A 8 pontos átlagértékhez kedvezőbb, kisebb SE érték társult.

Ha az élősúly adatokat az izmoltság és a láb pontszámának figyelembe vételével értékeljük, a marmagasság kategóriái szerint, akkor megállapíthatjuk azt, hogy a marmagasság növekedésével – minden relációban – az élősúly is emelkedett. Az élősúly és a marmagasság, ill. a farbúbmagasság között számított pozitív irányú és közepes szorosságú összefüggések ($r=0,613$, ill. $r=0,593$) egybevágnak az irodalmi adatokkal. A küllemi bírálati pontszámok összefüggése az élősúllyal és a testméretekkel eltérő irányúak és laza szorosságúak voltak.

A vizsgált egyedek fejlettsége, testméret adatai, valamint az izmoltságuk és jó lábszerkezetük minden esélyt megadnak arra, hogy ezek közül a legjobbak érdemben javíthassák majd a következő generáció küllemét.

Kulcs szavak: limousin tenyészbika jelöltek, testméretek, küllemi pontszámok,

Introduction

Origin and standard of the breed

Limousin cattle's roots can be dated back to the origin of Europe, according to a common view, as cattle carvings found in Lascau cave, near Montignac, France surprisingly resemble to the Limousine today.

The place of origin of the breed is the west of French Highlands, between Middle and Southwest France, in a rainy region with disadvantageous climate and bad granite soil. (*http-1*).

These environmental factors led to the development of a tough, resistant breed with a surprisingly fine, but steady physiology, possibly due to the mineral content of the soil. The local, reddish colour variant was getting widespread mostly around the hills of Limoges, which countryside is nowadays called „*Limousin public administration unit*”. Formation of the landrace connected to the county was about in the XVIIIth century, when representative cattle from that

region started to be called as Limousin. The conformation of the population was quite homogenous already that time, animals were horned, large framed, with a bit more rough bones than nowadays. They were mainly used for draught for a long time, so choosing the most powerful and biggest animals was the first aim of selection, which led to upmostly large framed, well-muscled phenotype. Bulls were mostly used for crosses with local dairy breeds, resulting calves showing good beef type (Dohy, 1985; Szabó, 1998).

The skeleton of Limousin is well-developed, fine and strong. Average live weight of cows is 650 kg, of bulls 1000 kg. Its head is small and short, with wide forehead, neck is short, back and loin are wide, well-muscled, easy calving, its slaughter value excellent is every age group, also due to its light bone structure (Dervillé et al, 2009).

Not only its fattening ability, but also the breed's beef quality is excellent. Its beef is fine fibered, because of its low fat content, but being marbled at the same time. The breed won first price in 1991 and in 1992 in the *Trophy of Quality by Blind Taste*. The carcass ratio 62-65%, in which lean meat content is 75%. That excellent yield is also a result of light bones and low tallow production. Based on market tradition in France, the country of origin the most marketing types exist in Limousin breed, as its production values are excellent and weight gain, maturing almost even, so can be sold (Table 1, http-2, 2020).

Table 1: Types of marketing beef cattle in the breed in France

Type of the beef cattle (1)	Slaughter age (month)(2)	Live weight (kg)(3)	Carcass weight (kg)(4)
Milk-fed calf / bobby calf (5)	3–4	180–230	120-150
Aveyron calf beef (6)	8-10	350–450	230 – 290
Fattening cattle younger than a year (7)	11–12	510–520	320
Lyon calf (8)	13-16	500-600	320-380
Young bull (9)	16–17	615-650	380–400
Saint-Etienne heifer (10)	12-15	315–400	200–260
Lyon heifer (11)	18–24	425-500	270-320
Fattened heifer (12)	26–36	more than 600	more than 350
Reform cow (13)	more than 36	more than 600	more than 350

1. táblázat: A vágóállatok forgalmazásának különféle formái a limousin fajtánál Franciországban állat típusa (1), vágási életkor (hónap)(2), élő súly, kg (3), hasított test súlya, kg (4), tejes borjú (5), Aveyron-i borjúhús (6), egy évnél fiatalabb növendék (7), Lyon-i borjú (8), fiatal szarvasmarha (9), Saint-Etienne-i üsző (10), Lyoni üsző (11), hízlalt üsző (12), Reform tehén (13)

Adapting ability

Karamfilov et al. (2019) studied the conformation of Limousin cows born in Austria, France and Bulgaria. Animals were deep in body, wide, had well-muscled chest and rump, and relatively thin bones. They've shown origin being significant to phenotype, as cattle imported from Austria were the biggest. There weren't significant differences between conformation parameters of cattle

originating from France and Austria. Limousine calves were maturing well in Bulgaria, as at one year old already had reached 93-95% of the fully grown height, 90% of cross body length and 95% of chest circumference.

Significance of body measures and body proportions

Oskaya et al. (2015) found 61.5% R^2 when analysing regression between body surface and live weight in Limousine cattle. Regression equation including all conformation traits had 88.7% reliability. These results suggest digital imaging being serviceable in predicting body measures and live weight of Limousin cattle accurately. Other authors (*Ulutas et al*, 2001, *Bozkurt et al*, 2007) also proved this, with similar results.

Bene et al. (2007) studied body measures of cows belonging to nine beef cattle breeds kept in Hungary (n=100). According to their results, Limousin is longer and wider (e.g. rump length and pin width) compared to other breeds. They have calculated strong positive correlations between live weight and body measures ($r=0.4 - 0.83$).

Body measures of qualified breeding bulls used to be measured abroad (*Pflaum*, 1989, *Dubois és Huneault*, 1990, *Boonen* (1991). Recording body measures of bulls wasn't a practice in Hungary before 2021. Breeding programme of the breed organisation was changed then, and recording body measures of weaned calves, heifers before insemination and candidate bulls. Next to it muscularity and feet are also scored.

The main points in Hungarian literature and practice in performance tests

- The first study in Hungary according breeding value prediction and improving traits of economical importance in beef cattle is by *Nagy* (1974). This paper deals in details with the traits and their measures: fertility, calf rearing ability, feed conversion, early maturing and conformation. This study was gap filling in case of breeding value prediction that time, and made the bases of the system applied nowadays in Hungary with the detailed description of the parts of the performance control system already used in practice abroad. Self-performance test for purebred Limousin breeding bulls started in 1972, at the experimental farm of the Department of Animal Breeding, Gödöllő, Hungary. The foundation of that work were the studies and their results made in the stock breeding farm of the State Farm Hajdúszoboszló, Hungary, which enlightens the importance of the connectedness of theory and practice.
- *Nagy et al.* (1985) analysed the results of the Hungarian central performance tests per breeds, in comparison to the breed standards set in Great Britain (Meat and Livestock Commission, MLC). The paper analysed the performance of Hereford, Limousine, Charolais and Hungarian Fleckvieh feeders/yearlings in the Performance Control Station Borópuszta, belonging to the Animal Breeding Company Szekszárd between 1980-1984. They concluded that all four breeds are below the MLC standard in case of the corrected live weight at 200 days. Worst performance was measured in Charolais, which was 50 kg (83.3%) under the standard value. Limousin approached closest the MLC value, was only 21 kg (91.8%) bellow it. Hungarian Fleckvieh and Hereford showed 85.5% and 87.5% performance, respectively. Difference among the four breeds was lower in case of live weight at 300 days of age, and all were closer to the standard, with performance over 90%. Limousin breed was closer to the comparative value (97.3%, 10 kg). At 400 days of age all four breeds already exceeded the MLC values, with the following extents: Limousin, 103.4%, Hereford 103.2%, Hungarian Fleckvieh 102.7% and Charolais 101.9%. Authors concluded, that the performance of these breeds in Hungary is

under the MLC breed standard at younger age, but they can compensate it during rearing, and even exceed the standard.

- There were significant differences between the same Charolais sire lines in growth capacity and growth intensity, when tested in central and farm performance tests (central performance test, 8 breeding line, n = 74, farm performance test, 6 breeding line, n = 122), with individuals tested in central station being better, according to (Nagy et al., 1989).
- Studying Charolais (n = 95), Hereford (n = 55) and Limousin (n = 120) candidate bulls in a central station in Boród, Hungary showed that – under same keeping and feeding circumstances – French breeds had higher weight gain and better feed conversion ratio than the Hereford. The measured values during the performance test were in weigh gain Ch: 1809 g/day, He: 1648 g/day, Li: 1676 g/day, while in feed conversion ratio Ch: 13.0 NEg Mj/kg, He: 15.3 NEg Mj/kg, Li: 13.3 NEg Mj/kg (Tózsér et al., 1987).
- When performance is measured in farm environment not always show the productive ability of the breeds, especially in case of growth intensity, due to different feeding. Therefore central performance tests have a great importance. In Hungary the breeding association for Hereford, Angus, Hungarian Fleckvieh, Charolais and Limousin frequently send the young candidate bulls to central stations for performance tests.
- The heritability values (h^2) estimated based on 548 candidate bulls from two breeding stations between 1992-1999 were the following: live weight corrected to 365 days 0.28, conformation traits in connection with life productivity (0.13), length measures 0.23, width measures 0.17, muscularity 0.13 (Tózsér 2006).
- It's advised to measure the progeny of the bulls who performed well in farm tests in central stations in case if there's a genotype-environment interaction in a trait with great importance in the given breed and in the breeding aim. That kind of studies can be accompanied with testing the siblings born from embryo splitting in farm and in central station in parallel.
- Measuring the circumference of *m. longissimus dorsi* by ultrasound scanner *in vivo* is already applied in the practice of beef cattle husbandry in Hungary, in case of several breeds, in concordance with international experiments.
- Ultrasound machines with different wavelength (3.5-7.5 MHz) sensors are suitable for studying reproduction status in cows (ovaries, fallopian tube, uterus, etc.) and in bulls (testicle measures, tissue structure, etc.) *in vivo*, without causing tissue damage, according to the review Griffin and Ginther, 1992.
- Based on international experiences, selection for beef production in candidate bulls can be highly more effective by measuring feed consumption and feed conversion performances, using so called electric gates (INRA, 1995).
- Gáspárdy et al, (1998) used two types of animal models for estimating the weaning weight corrected to 205 days of bull calves. That study showed the importance of utilizing animal model in self-performance tests. As applying animal model is getting widespread, the role and importance of performance tests is increasing, because breeding value of the individual can be accurately estimated based on its own performance and the performance of its relatives.
- Furthermore, it's important to continue estimating the genomic breeding values of the candidate bulls based on central performance tests for the more efficient selection.

It's well-known, that the aim of farm self-performance tests is to let only pre-selected candidate bulls – based on weight gain and conformation traits relevant in their type - to start offspring performance test according to their utilization type. Therefore pre-selection of candidate

bulls must be as precise and as reliable as possible, for giving a chance to objective, accurate and sound comparative analysis.

Aim of our study was to evaluate the conformation of candidate bulls finishing farm self-performance test in 2021.

Material and methods

We studied the conformation performance of 311 Limousin candidate bulls in farm self-performance test (herds=30), in 2021

The main characteristics of farm self-performance test are the following.

Criteria for taking part in self-performance test

- Only those purebred male young animals can start a farm self-performance test, which are registered in „A” pedigree (at least 93,75% Limousin gene proportion) and are according to the parameters set for breeding animals by the organisation
- Only those young bulls can start, whose ancestry is known at least back to two generations, and whose sire has a self- or offspring performance test result
- Animals starting must meet the actual veterinary criteria
- Weaning weight of animals to be started must be known
- Minimum 2 young bulls must be started in one group

Test procedure

- Animals have to start the test at approx. 210-270 days of age; there can be maximum 30 days difference among those in the same group.
- Duration of farm self-performance test is 150-180 days, minimum 150 days.
- Animals in the test must be kept separately, in groups and have to be fed *ad libitum*.
- Finishing self-performance test and qualification is at about 390-420 days of age, not later than 450 days of age.
- DNA test has to be required by the breeder, and it must be available by the time of qualification. The breed organisation and breeding authority is not finishing self-performance test in case DNA results are not available.

Compulsory measures

- Live weight with 1 kg precision in an authenticated scale and age at the start of farm self-performance test must be recorded, in a presence of an inspector of the breeding authority.
- Breeding association advises 20-30 days difference between weaning and start, as calves get used to new housing and feeding conditions meanwhile, so these won't affect weight gain measured during the performance test.
- Finishing live weight with 1 kg precision in an authenticated scale and age at that time must be recorded, in a presence of the chief inspector of the breeding authority.
- Technicians of the breeding organisation record body measures summarized in *Table 2*. Muscularity and feet conformation is qualified on a 1 to 9 point scale according to the Breeding Programme (LBBA, 2018) of the organisation.

Qualification of the animals

- Qualification is accomplished by the organisation. Base of qualification is weight gain during self-performance test, daily weight gain and the conformation judgement done by the organisation at the finish of the performance test.
- Age difference between individuals can't be more than 30 days at the time of qualification.
- Breeders must provide a suitable place for qualification, where conformation judgement of animals could be done individually or at least in pairs.
- The threshold value for qualification is 1200 g/day daily weight gain (without deducting the live weight at birth). A further requirement is correct conformation, without eliminating faults. In case there're less than 5 individuals satisfying the requirements at the breeder, than all parameters of the qualification threshold values must reach at least the Hungarian population average of the previous year.
- Professional Committee of the organisation sets the components of requirements for candidate bulls and the selection threshold values.

Table 2: Methods of body measures

Body measure (1)	Measuring points (2)	Equipment (3)
Withers height (4)	horizontal distance between the ground and the withers (10)	measuring stick (16)
Tail height (5)	horizontal distance between the ground and the hip bone (11)	measuring stick
Length of back (6)	distance between the withers and the loin (12)	tape measure (17)
Width of shoulders (7)	width at the widest point of the withers (13)	measuring stick
Width at hip bone (8)	distance between the two points of hip (14)	measuring stick
Pin width (9)	distance between the two ischium (15)	measuring stick

2. táblázat: Testméretek felvételének módja

testméret (1), méretfelvétel módja (2), eszköz (3), marmagasság, cm (4), farbűbmagasság, cm (5), hát hosszúság, cm (6), marszélesség, cm (7), csípőszélesség, cm (8), ülőgumók szélessége, cm (9), vízszintes talaj-mar közötti távolság (10), vízszintes talaj- farbűb közötti távolság (11), a mar és az ágyék közti távolság (12), szélesség a mar testtájának legszélesebb részén (13), a külső csípőszögletek közti távolság (14), ülőgumók közti távolság (15), mérőbot (16), szalag (17)

Statistical analysis

Statistical analysis was made by SPSS 24.0. Boxplot, error and regression diagrams were used to illustrate our data during the analysis.

Results and discussion

Table 3 summarizes the live weight, body measures and conformation scores of candidate bulls studied. Animals in the test – as visible – weight approximately 45% of the matured breeding bulls (terminal live weight: 1000 kg, according to *Dervillé et al*, 2009), so have the potential to grow and build muscle in the future.

Table 3: Live weight, body measurements and appearance scores of the Limousin bulls at performance test

Traits (1)	Mean (2)	Std. Deviation (3)	Minimum (4)	Maximum (5)
Live weight, LW, kg (6)	455.4	42.54	400	632
Withers height, WH, cm (7)	123.2	5.38	105	136
Tail height, TH, cm (8)	132.1	6.19	105	147
Length of back, LB, cm (9)	78.9	6.20	63	94
Width of shoulders, WS, cm (10)	26.8	4.86	17	38
Width at hip bone, WHB, cm (11)	41.4	2.84	35	48
Pin width, PW, cm (12)	16.0	1.09	14	21
Muscularity, MS, score, (13)	6.9	0.72	5	8
Legs, score, LS, (14)	7.1	0.44	6	8

3. Táblázat: Limousin bikák élősúlya, testméretei és küllemi pontszámértékei a teljesítményvizsgálatban

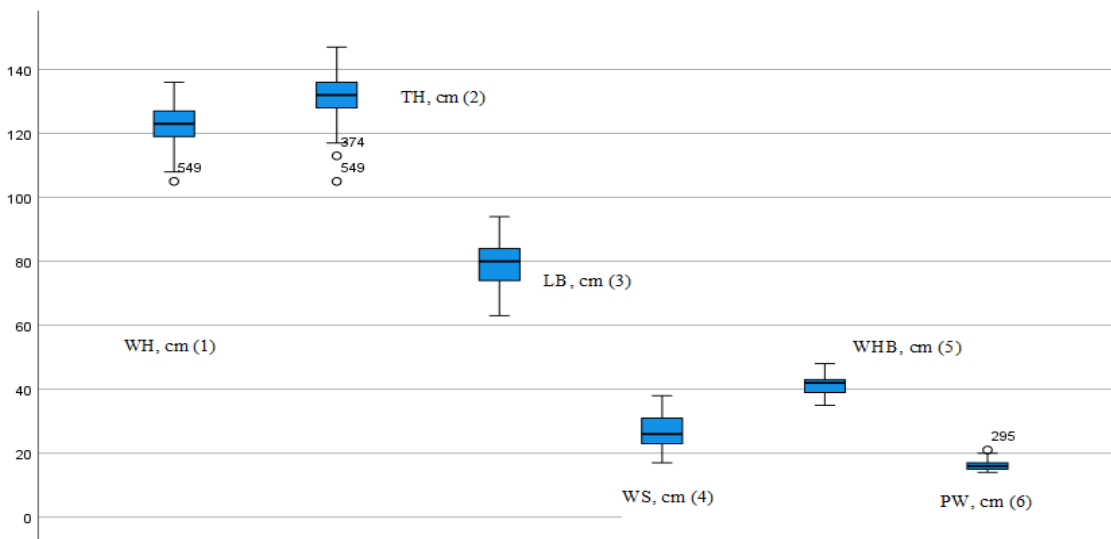
tulajdonságok (1), átlag (2), szórás (3), minimum (4), maximum (5), élősúly, kg (6), marmagasság, cm (7), farbübmagasság, cm (8), hát hosszúság, cm (9), marszélesség, cm (10), csipőzélesség, cm (11), ülőgumók szélessége, cm (12), izmoltság, pont (13), lábak, pont (14)

Live weight of the bulls studied was the similar (mean: 455 kg, age=420±30 days) as data published in previous French (440 kg, *Anonim* 1992) and Hungarian (n=194, 446 kg *Tőzsér* 2006) literature. *Tőzsér* (2006) also reported similar values (n=548, 474 kg) in the country in a later study. *Török* (2009) suggest to keep fattening bulls until they reach 655 kg, based on fattening results, *in vivo* ultrasound measures and slaughter parameters.

Tail height (132 cm) being higher than wither's height suggest young bulls are still in growing, so their height at withers is going to get larger. Height at withers was almost similar to the data (122 cm) published by *Holleville* (1985). *Rose et al.* (1988) reported lower mean value in tail height (128 cm), measured on 53 individuals, than our data (123 cm).

Minimum value in back length was 63 cm, while the maximum 94 cm, which mean appropriate maturity according age. Present values of hip bone and pin width serve a good base for preserving calving ease in the breed when these bulls are going to be used for stud. Mean in conformation scores in case of muscularity and leg were around 7, with score 5 as minimum and 8 as maximum, which also highlight the value of the population.

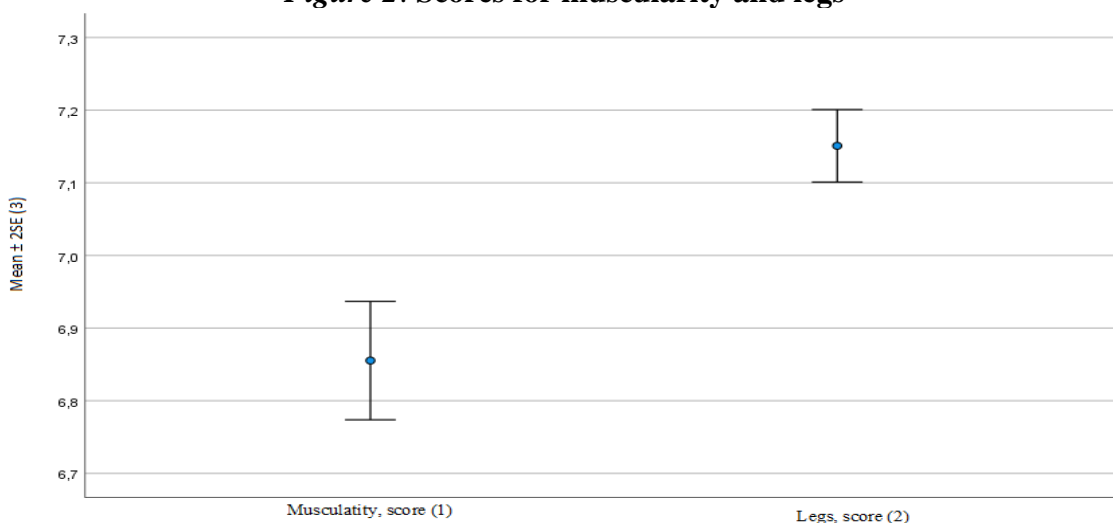
Figure 1: Results of body measurements in Limousin bulls



1. ábra: Limousin bikák testméretei marmagasság, cm (1), farbúbmagasság, cm (2), hát hosszúság, cm (3), marszélesség, cm (4), csípőzélesség, cm (5), ülőgumók szélessége, cm (6)

Figure 1 shows the boxplot charts of body measures studied. Only some outstanding values were measured (height at withers: 1 animal, tail height: 2 animals, pin width: 1 animal), so these don't affect further analysis significantly.

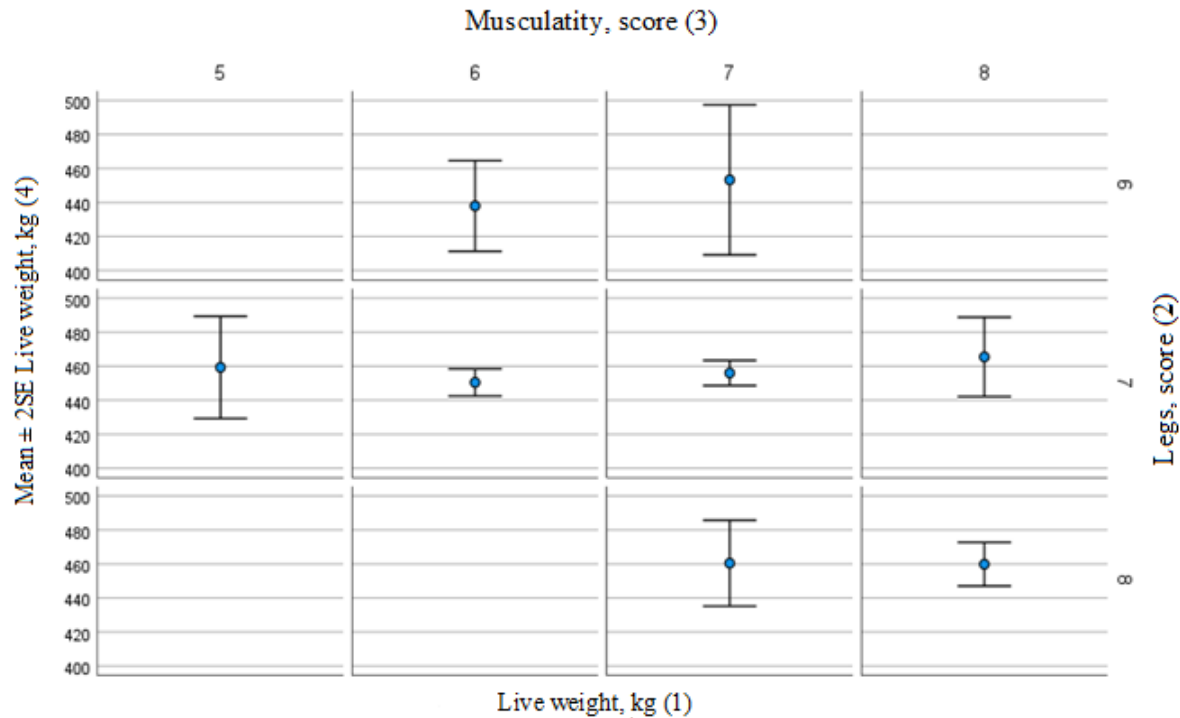
Figure 2: Scores for muscularity and legs



2. ábra: Izmoltsági és láb pontszámok izmoltság, pont (1), láb, pont (2), átlag ±2SE

Figure 2 shows the mean and the standard error of mean in conformation scores for muscularity and leg. Legs being good enough is not only shown by high mean value (score 7.1), but also by low error (SE). Error of the mean was higher in muscularity than in leg score.

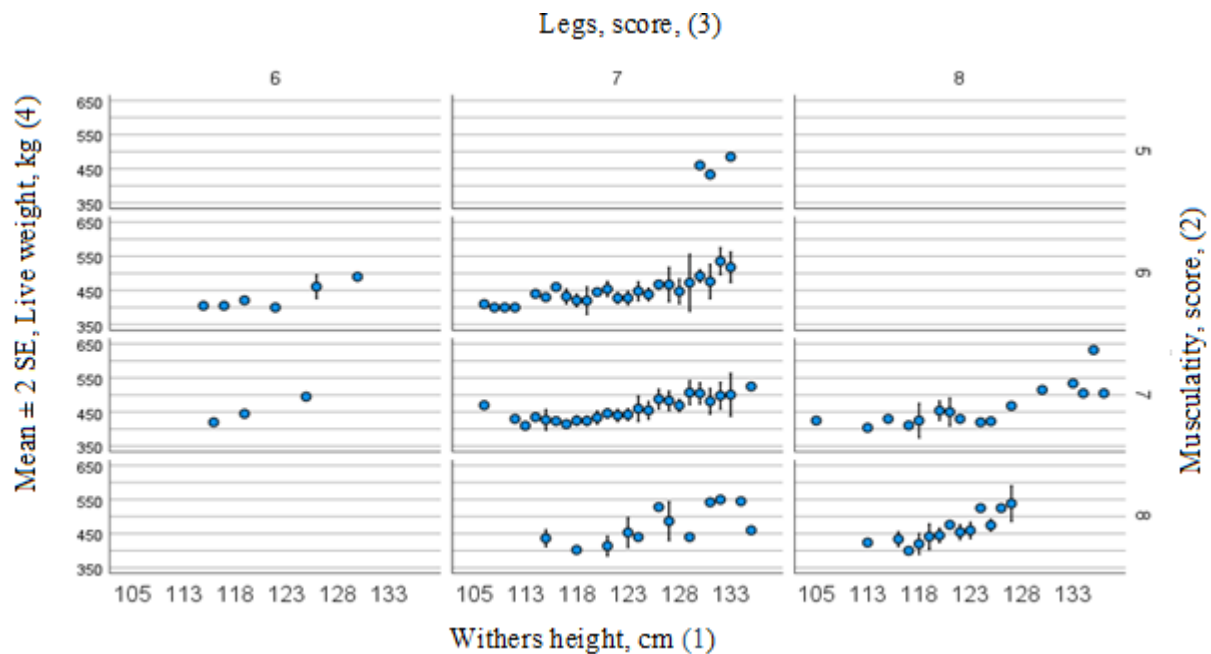
Figure 3: Muscularity and leg scores as a function of live weight



3. ábra: Az izmoltság és a láb pontszámok az élősúly függvényében
 élősúly, kg (1), lábak, pont (2), izmoltság, pont (3), átlag ± 2 SE, élősúly

Muscularity and leg scores as a function of live weight are summarized in Figure 3. As shown on figure, leg score 6 was accompanied with muscularity 6 and 7, with at least 440 kg mean live weight. Standard error of mean was higher in case of muscularity score 7, than in 6. 5, 6, 7 and 8 muscularity scores were next to leg score 7, with different SE values. Error data for score 6 and 7 were much lower, than for score 5 and 8. Animals scored 8 for leg had muscularity scores 7 or 8, with mean live weight 460 kg. SE value was lower, so more advantageous for score 8.

Figure 4: Development of live weight, muscularity and legs according to height at withers



4. ábra: Az élősúly az izomzat és a láb alakulása a marmagasság szerint marmagasság (1), izmoltság, pont (2), átlagos élősúly, kg (3)

Figure 4 shows live weight, muscularity and leg as a function of height at withers. Analysing live weight data according to wither's height categories, taking into consideration muscularity and leg scores shows that live weight increased as wither's height increased in all relations. As an example, 440 kg live weight accompanied 113 cm wither's height, while 650 kg 133 cm wither's height in muscularity score category 7. This chart also shows, that score 7 was the most common value in leg, while 7 and 8 in muscularity.

Table 4: Relationships between live weight, body measurements and appearance scores

Traits (1)	Live weight, LW (2), kg	WH, cm	TH, cm	LB, cm	WS, cm	WHB, cm	PW, cm	MU, score
Withers height, WH, cm (3)	0,613**	-						
Tail height, TH, cm (4)	0,593**	0,914**	-					
Length of back, LB, cm (5)	0,266**	0,116*	0,063	-				
Width of shoulders, WS, cm (6)	0,141*	0,147**	0,196**	-	-			
Width at hip bon, WHB, cm (7)	0,213**	0,150**	0,119*	0,425**	-0,189**	-		
Pin with, PW, cm (8)	0,371**	0,288**	0,269**	0,254**	0,047	0,215**	-	
Muscularity, MU, score, (9)	0,099	-0,107	-0,180**	0,331**	-0,285**	0,302**	0,161**	-
Legs LE, score, (10)	0,070	-0,089	-0,159**	0,254**	-0,104	0,176**	0,131*	0,526**

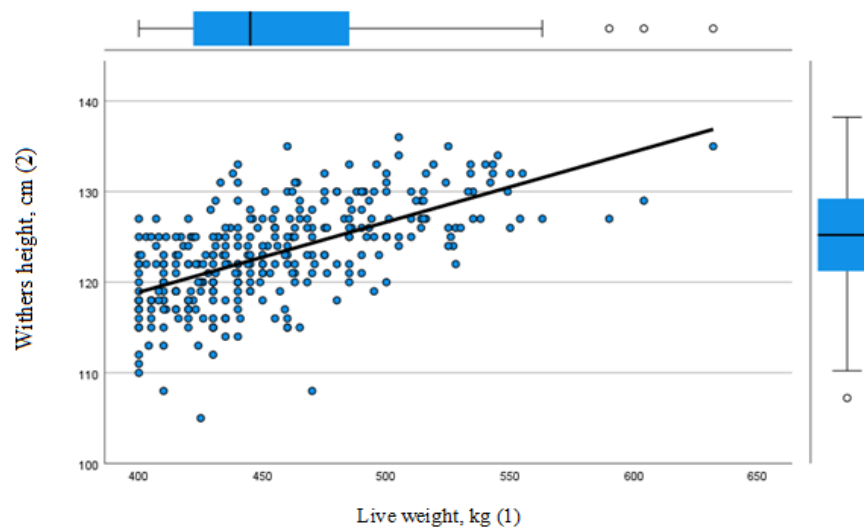
** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

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

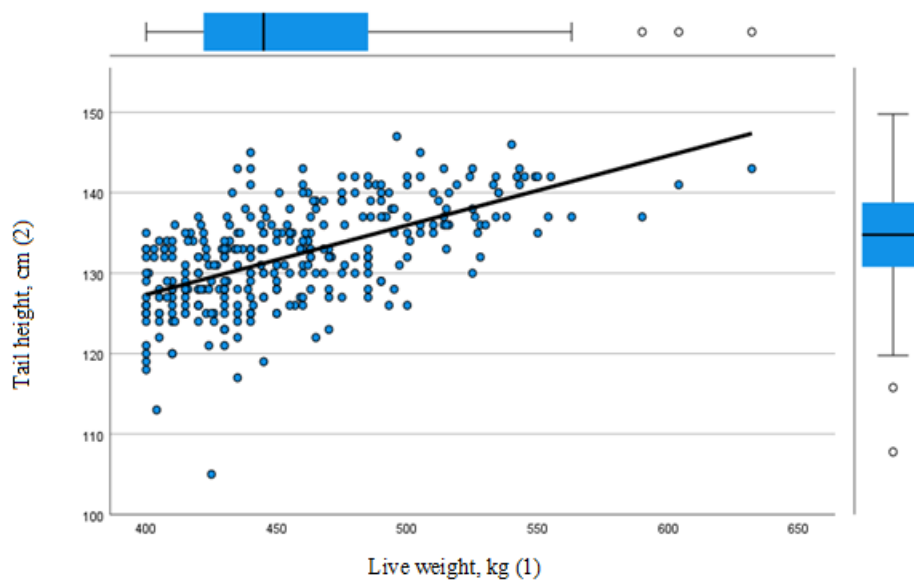
4. táblázat: *Limousin bikák élősúlya, testméretei és küllemi pontszámértékei közötti összefüggések tulajdonságok (1), testsúly, kg (2), marmagasság, cm (3), farbűbmagasság, cm (4), hát hosszúság, cm (5), marszélesség, cm (6), csípőszélesség, cm (7), ülőgumók szélessége, cm (8), izmoltság, pont (9), lábak, pont (10)*

Direction and strength of correlations between parameters studied can be seen in *Table 4*. Positive, moderate correlations between live weight and wither's height ($r=0.613$), tail height ($r=0.593$) are in concordance with previous studies. Live weight showed really loose correlations with other body measures in this analysis. Others reported closer relationships, e.g. *Bene et al.* (2007). Many papers showed height at withers being more strongly correlated to live weight than to age, like *Tózsér et al.* (2001) in weaned calves in Charolais breed, and *Tózsér and Domokos* (2001) in cows. Correlations of conformation scores with live weight and body scores were of different directions and loose. Correlation between the two scores achieved during judgement was positive, but moderate ($r=0,526$).

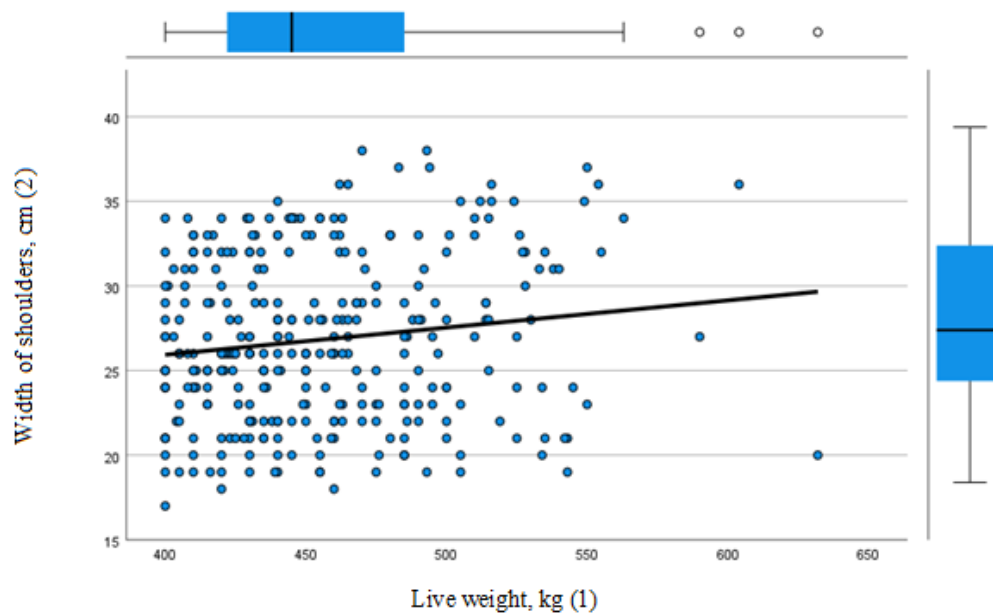
Figures 5-8 show the regression relationships. It's visible from them that regression of live weight with wither's height and tail height is much stronger, than with other body measures studied. That suggests taking live weight and the two height measures emphasized in breeding work for separating types within the breed.

Figure 5: Regression between live weight and withers height

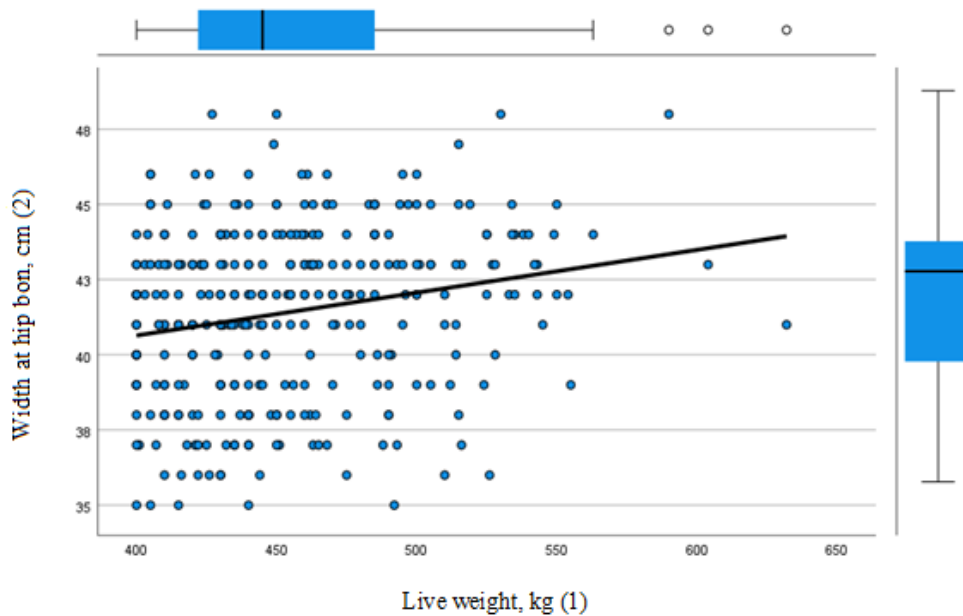
5. ábra: Regresszió az élősúly és a marmagasság között
élősúly, kg (1), marmagasság, cm (2)

Figure 6: Regression between live weight and tail height

6. ábra: Regresszió az élősúly és a farbűbmagasság között
élősúly, kg (1), farbűbmagasság, cm (2)

Figure 7: Regression between live weight and width of shoulders

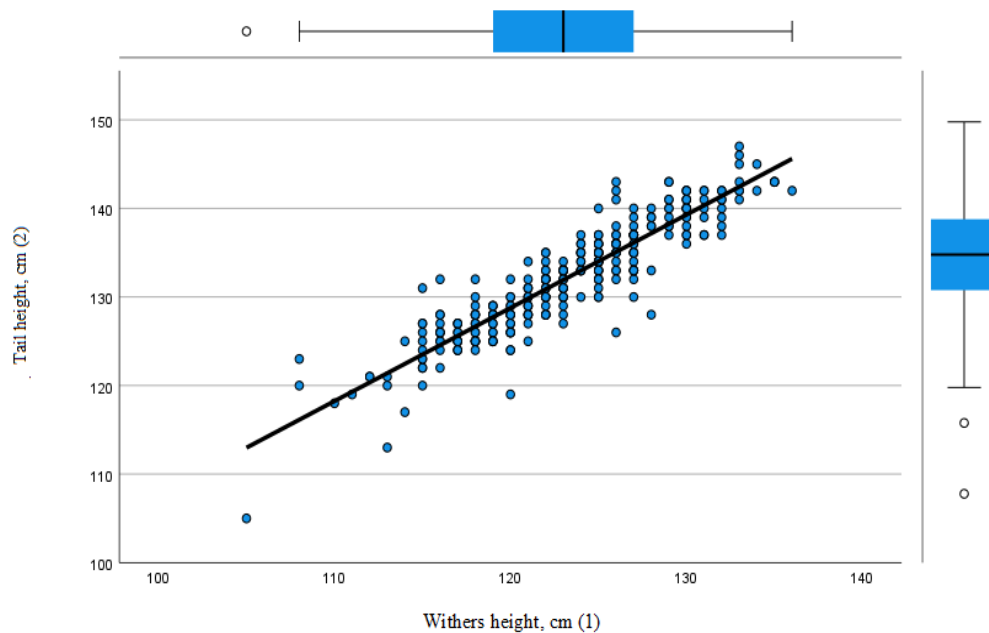
7. ábra: Regresszió az élősúly és a marszélesség között
élősúly, kg (1), marszélesség, cm (2)

Figure 8: Regression between live weight and width at hip bon

8. ábra: Regresszió az élősúly és a csipőszélesség között
élősúly, kg (1), csipőszélesség, cm (2)

Figure 9 shows the regression between the two height measures. The strong positive correlation ($r=0,914$) and regression between the two traits would offer the possibility to estimate one from the other with a regression equation. However, have to stress, that both height measures are necessary in the practice for professional target mating.

Figure 9: Regression between withers height and tail height



9. ábra: Regresszió a marmagasság és a farbúbmagasság között
marmagasság, kg (1), farbúbmagasság, cm (2)

Conclusion

Analysing production data (live weight, body measures, conformation scores) of young Limousin bulls in self-performance test gave a good opportunity to evaluate the breed. Maturity, body measure data and muscularity of the animals studied provide a good base for improving next generations when these young bulls start their breeding career as sires in the farms.

Literature

- Anonim, (1992): Résultats du contrôle des performances des bovins allaitants. Institut de l'Élevage, Paris, 1-56.
- Bene, S., Nagy, B., Nagy, L., Kiss, B., Polgár, J. P., and Szabó, F.: Comparison of body measurements of beef cows of different breeds, *Arch. Anim. Breed.*, 50, 363–373, <https://doi.org/10.5194/aab-50-363-2007>, 2007.
- Boonen F. (1991): Centre de Sélection Bovine, Rapport d' Activité, Ciney, Belgique, 1-66.
- Bozkurt Y, Aktan S, Ozkaya S (2007) Body weight prediction using digital image analysis for slaughtering beef cattle. *Journal of Applied Animal Research* 32, 195–198. <https://doi.org/10.1080/09712119.2007.9706877>
- de Rose E.P.- Wilton, J.W.- Schaeffer, L.R. (1988): Estimation of variance components for traits measured on station-tested beef bulls. *J. Anim. Sci.* 66., 3., 626-634. <https://doi.org/10.2527/jas1988.663626x>
- Dervillé M., Patin S., Avon L. (2009). Races bovines de France: origine, standard, sélection (in French). Paris: Éditions France Agricole. ISBN 9782855571515
- Dohy J. (Ed.)(1985): Húsmarhatenyésztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest 349.
- Dubois M. - Huneault G.(1990): Évaluation génétique des taurillons de boucherie en station, Rapport des Tests, Hiver 1988-1989, Québec, Canada, 1-21.
- Gáspárdy A., Szabára L., Sváb L., Bodó I. (1998): Modern evaluation of the weaning weight in a Charolais herd by using individual animal model. *Hungarian Journal of Animal Production*, 47: 6. 503-513.
- Griffin P.G., Ginher, O. J. (1992): Research application of ultrasonic imaging in reproductive biology, *J. Anim. Sci.* 70, 3: 953-972. <https://doi.org/10.2527/1992.703953x>
- Holleville, P. (1985): La contribution du Charolais à l' amélioration économique de la production de viande. *Revue Trimestrielle*, 20, 76., 17-28.
- INRA (1995): Répertoire français des méthodes et des procédures de contrôle d' évaluation génétique des reproducteurs ovins et bovins de races allaitantes, 1-40.
- Karamfilov, S., Nikolov, V., & Malinova, R. (2019). Study on the exterior of cow Limousin cattle breed, bred in Bulgaria. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(6), 1254–1260
- Limousin and Blonde d' aquitaine Breeders Association (2018): Breeding program. Budapest, 1-30.
- Nagy N. (1974): Breeding value estimation and development of characteristics for beef cattle. *Hungarian Journal of Animal Production.*, 23.3. 37-46.
- Nagy N., Hajas P., Lipcseiné Z. (1985): Real value of the domestic Charolais, Limousin and Hereford herds comparing to the English breeds averages. *Vágóállat és Hústermelés*, 8. 1-7.
- Nagy N., Tózsér J., Kisgergelyné K. A. (1989): Data on the performance and significance of beef cattle breeding lines. *Hungarian Journal of Animal Production*, 37: 4. 306-313.
- Pflaum J. (1989): Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub. Jahresbericht, 48.
- Ozkaya S., Neja W., Krezel-Czopek S., Oler A.(2015): Estimation of bodyweight from body measurements and determination of body measurements on Limousin cattle using digital image analysis. *Animal Production Science* 56(12) 2060-2063 <https://doi.org/10.1071/AN14943>
- Szabó, F. (Ed.)(1998): Húsmarhatenyésztés, Mezőgazda Kiadó, Budapest 374.
- Török M. (2009): In vivo ultrasonic measurements in beef cattle breeding towards developing breeding value estimation. Pannon University. Állat- és Agrárkörnyezet-tudományi Doktori Iskola, Keszthely, https://konyvtar.uni-pannon.hu/doktori/2010/Torok_Marton_dissertation.pdf
- Tózsér J. (2006): Research for type differentiation in cattle breeding. Doctoral Dissertation of the Hungarian Academy of Sciences, Gödöllő, 173. http://real-d.mtak.hu/224/1/Tozser_Janos.pdf

Tózsér J., Domokos Z. (2001): Vizsgálatok charolais választott bikaborjak küllemi bírálatának megalapozására. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 50., 4. 299-309.

Tózsér J., Donokos Z., Alföldi L., Holló G. Rusznák J. (2001): Különböző génearányú charolais tenyészet teheneinek testméretei. 50., 1. 15-22.

Tózsér J., Ravasz T.-né, Nagy, N. (1987): Feeding efficiency of beef breeding bulls. *Hungarian Agriculture*, 41. 46. 14-15.

Ulutas Z, Saatci M, Ozluturk A (2001) Prediction of body weight from body measurements in East Anatolian Red Calves. *Journal of the Faculty of Agriculture. Erzurum University* 32, 61–65. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/34478>

https-1 (2022): www.thecattlesite.com/breeds/beef/39/limousin/

http-2 (2020): www.limousine.org