



MAGYAR AGRÁR- ÉS  
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

# XXVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum Keszthely, 2022. május 19.

Konferenciakötet

Szerkesztette: Bene Szabolcs

2022





## XXVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum





# XXVIII. Ifjúsági Tudományos Fórum

Konferenciakötet

Szerkesztette

Bene Szabolcs



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campus  
Keszthely, 2022

## A konferencia szervezőbizottsága

Dr. Bene Szabolcs PhD (MATE Georgikon Campus, PAB)  
Dr. Polgár J. Péter CSc (MATE Georgikon Campus)  
Dr. Nagy Szabolcs Tamás DSc (MATE Georgikon Campus)  
Dr. Lukács Gábor PhD (MATE Georgikon Campus)  
Kovács Ákos (MATE Georgikon Campus)

## A kötet szerkesztője

Dr. Bene Szabolcs PhD (MATE Georgikon Campus)

© Szerzők, 2022

Szerkesztő © Bene Szabolcs, 2022

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



A kiadvány az EFOP-3.6.1-16-2016-00015 pályázat támogatásával valósult meg.

## Kiadja

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Georgikon Campus

Cím: 8360 Keszthely, Deák Ferenc utca 16.

Tel.: +36-83/545-143

Honlap: <https://georgikoncampus.uni-mate.hu/>

Felelős Kiadó: Dr. Rózsa László PhD, campus-főigazgató

Szöveggondozó, korrektor: Bene Szabolcs

Technikai szerkesztő, tördelő: Bene Szabolcs

ISBN 978-615-6338-07-5 (pdf)

## Tartalomjegyzék

### 1. Lótenyésztés ..... 9

*Bokor Árpád – Bokor Julianna – Vincze Anikó – Ács Virág – Nagy István – Gyovai Petra:* Eltérő színű angol telivérek versenyteljesítményének vizsgálata galopp sikkversenyek alapján ..... 11

*Klein Renáta – Posta János:* Az angol telivér lófajta szerepe a mezőhegyesi hátasló-fajták jelenlegi állományának genetikai diverzitásában ..... 17

*Gál Fruzsina Vanda – Bartos Ádám:* Egy fermentált gyógynövényes takarmánykiegészítő etetésének hatása a takarmány táplálóanyagainak emészthetőségére, valamint az utóbélben folyó mikrobiális folyamatokra gyakorolt hatásának vizsgálata lovakkal végzett kísérletben 23

*Vincze Anikó – Gyovai Petra – Bokor Árpád:* Magyarországon 2017 és 2021 között rendezett lovastusa versenyek eredményeinek elemzése ..... 29

*Gyovai Petra – Unger Helga – Vincze Anikó – Bokor Árpád:* A 2002 és 2017 között született lengyel hidegvérű fajtába, valamint a sokólski és sztumski tájfajtába tartozó ménék testméreteinek vizsgálata ..... 35

*Ariuntungalag Javkhlan – Zsófia Tóth – Szabolcs T. Nagy:* Morphometry analysis of Przewalski's horse (*Equus ferus*) spermatozoa using Sperm Sizer software – establishing repeatability ..... 41

*Bene Szabolcs – Luptyák Lilla Mercedesz – Polgár J. Péter:* Néhány tényező hatása kifejlett lipicai fajtájú lovak testméreteire ..... 45

### 2. Kérődző állatok tenyésztése ..... 51

*Kovács Ákos – Bene Szabolcs – Polgár J. Péter:* Genomszelekció bevezetése a magyar tarka tenyésztésben ..... 53

*Bene Szabolcs – Polgár J. Péter – Kovács-Mesterházy Zoltán – Szabó Ferenc:* Genetikai paraméterek, tenyészértékek és trendek magyar tarka bikák hízlalási és vágási eredménye alapján ..... 59

*Tóth Violetta – Gráff Myrtil – Mikó Edit – Gulyás László:* A tőgyödéma vizsgálata egy Csongrád-Csanád megyei tehenészetben ..... 65

**Török Evelin – Béri Béla – Posta János:** A termelésben töltött időt befolyásoló tényezők elemzése, különös tekintettel a lineáris küllemi tulajdonságokra a hazai tejtermelő állományokban ..... 71

**Szalai Szilvia – Kovács Levente – Bodnár Ákos:** A hőstressz élettani hatásainak vizsgálata tejhasznú borjakon..... 77

**Tokár Alexandra, – Mujitaba Malam Abulbashar – Debnár Viktória Johanna – Pálfyné Vass Nóra – Kútvölgyi Gabriella – Nagy Szabolcs Tamás – Bodó Szilárd:** Juh embriók *in vitro* létrehozása ..... 83

**Szabó-Sárvári Loretta Csilla – Tempfli Károly – Gulyás László:** Kecsketej beltartalom vizsgálata bak ivadékcsopontonként szánentáli fajtában ..... 89

**Abella Dorina – Kovács Barnabás Mihály – Nagy Szabolcs Tamás:** Bikaspermiumok morfometriai vizsgálata manuális és automatizált módszerekkel ..... 95

### **3. Baromfitenyésztés ..... 101**

**Farkas Tamás Péter – Pető Lilla – Szász Sándor – Sütő Zoltán:** A tojófészkekben és az alomba megtojt tojások arányának alakulása egy zárttéri alternatív tartásmódban különböző genotípusú tojótyúk esetében ..... 103

**Such Nikoletta – Csitári Gábor – Farkas Valéria – Pál László – Strifler Patrik – Schermann Kornél – Bartos Ádám – Dublec Károly:** Brojler szülőpár állománytól származó alomtojások mikrobiológiai jellemzői..... 109

**Tóth Levente – Csitári Gábor – Menyhárt László – Such Nikoletta – Pál László – Mohamed Ali Rawash – Mezőlaki Ákos – Strifler Patrik – Dublec Károly – Farkas Valéria:** Eltérő kísérletekből származó csirke vakbél mikrobióta összetételének összehasonlító elemzése .. 115

**Farkas Tamás Péter – Musincki Dominika – Sütő Zoltán – Szász Sándor:** Különböző genotípusú tojótyúk viselkedési mintázatainak vizsgálata kaparóteret és műanyag rácspadozatot tartalmazó fülkés tartásmódban..... 121

**Farkas Tamás Péter – Erős Angéla – Sütő Zoltán – Garamvölgyi Erik – Kustosné Pöcze Olga – Ujvári Lajosné – Szász Sándor:** Különböző tartásmódok hatásának vizsgálata tojóhibridek és tisztavérű tyúkvonalak kultakarójára..... 127

**Farkas Tamás Péter – Pető Lilla – Szász Sándor – Sütő Zoltán:** Zárttéri alternatív tartásban elhelyezett különböző genotípusú tojótyúk fészkelési viselkedésének vizsgálata videorendszer segítségével..... 133

*Strifler Patrik – Horváth Boglárka – Such Nikoletta – Zsarnóczay Sándor – Dubblecz Károly – Pál László:* Eltérő nyersfehérje- és energiaszintű takarmányok hatása brojler kakasok termelési eredményeire, nitrogénretenciójára és az ürülék nitrogénformáira ..... 139

*Such Nikoletta – Farkas Valéria – Schermann Kornél – Zsarnóczay Sándor – Dubblecz Károly – Csitári Gábor:* Tojás mikrobióta DNS szekvencia alapú vizsgálati módszerei..... 145

*Dubblecz Fanni – Polgár J. Péter – Dubblecz Károly:* A kukorica DDGS felhasználási lehetőségei a pecsenyekacsa takarmányozásban - Irodalmi áttekintés ..... 151

#### 4. Kisállattenyésztés – Állattan ..... 159

*Demeter Csongor – Német Zoltán – Gerencsér Zsolt – Demeter-Jeremiás Anett – Sándor Ferenc – Matics Zsolt:* Nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria spp.* fertőzöttsége évszaktól függően ..... 161

*Suba-Bokodi Éva – Molnár Marcell:* Látássérült személyek számára megfelelő törpenyulak kiválasztásának lehetőségei..... 167

*Bárdos Boróka – Nagy István – Altbäcker Vilmos:* A fényintenzitás hatása az egerek aktivitására ..... 173

*Zámbó András – Kondorosy Előd:* Madagaszkár *Lethaeini* (Heteroptera: Rhyparochromidae) faunájának áttekintése, integrált vizsgálati módszerek alkalmazásával..... 179

*Benmazouz Isma – Kövér László – Kardos Gábor:* Absence of Vancomycin resistant enterococci among Urban and Rural Hooded Crows in Hungary ..... 185

*Tempfli Károly – Rampasek Éva – Palotás Edvárd – Szabó-Sárvári Loretta – Gulyás László:* A termékenyítési évszak hatása az alomméretre öt hazai sertéstelepen..... 191

*Wágner László – Strifler Patrik:* Aminosavak meghatározása takarmányokból - Irodalmi áttekintés..... 197

#### 5. Társadalomtudományok – Növénytudományok..... 203

*Gémesi Evelin:* Tudatos vásárlás és környezettudatosság a szépségiparban..... 205

*Lovasné Avató Judit – Balla Gréta Barbara – Flamich Attila:* Fenntartható ÉS gazdaságos-lehetséges?..... 211





---

*László Veronika – Németh Kornél:* A rövid élelmiszer ellátási láncok hálózatosodása Ipar 4.0 segítségével ..... 219

*Faragó Péter:* Egyetemi hallgatók a fenntarthatóság szolgálatában ..... 227

*Faragó Péter:* A stressz hatása az egyetemi hallgatók tudásszintjére ..... 234

*Jakab Péter – Ódry Levente – Sárvári Mihály – Csontos Györgyi – Komarek Levente:* Biostimulátorok alkalmazása a kukoricatermesztésben ..... 241

*Paladián Robin – Lepossa Anita:* Fajtaválasztás és növénykondicionálás hatása őszi búza termés mennyiségére és minőségére Bács-Kiskun megyei üzemi termesztésben ..... 247

# **1. Lótenyésztés**



## Eltérő színű angol telivérek versenyteljesítményének vizsgálata galopp síkversenyek alapján

Bokor Árpád<sup>1</sup> – Bokor Julianna<sup>2</sup> – Vincze Anikó<sup>1</sup> – Ács Virág<sup>3</sup> – Nagy István<sup>1</sup> – Gyovai Petra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus,  
Állattenyésztési Tudományok Intézet

<sup>2</sup>Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus,  
Vadgazdálkodási Tájékoztatóközpont

<sup>3</sup>Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus,  
Élettani és Takarmányozástani Intézet

bokor.arpad@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A kültakaró színének mindig fontos szerepe volt az állatvilágban. A gazdasági haszonállatok körében végzett vizsgálatok megmutatták, hogy nemcsak esztétikai szerepe van, hanem bizonyos esetekben kapcsolatban áll teljesítményt kifejező tulajdonságokkal is. Vizsgálataink fókuszában az angol telivér versenylovak álltak, melyek esetében a galopp síkverseny eredményeiket (egy startra eső pénzneremény és életnyeremény) elemeztük a lovak színe tükrében, megkérdőjelezve azt a régi mondást, mely szerint „A jó lónak nincs színe”. A hazai galopp síkversenyeken 1996 és 2020 között futott, érvényes sajtóteljesítmény-vizsgálati eredménnyel és teljes versenykarrierrel rendelkező lovak adatait dolgoztuk fel. A 25 versenyév alatt 4 128 angol telivér (170 herélt, 2 053 kanca, 1 905 mén) 63 568 futása alapján értékeltük a versenyteljesítményt kifejező paramétereket a lovak színe függvényében. Megállapítottuk, hogy sem az alapszín szerinti összehasonlítás, sem a pigment típusa (eumelanin vs. phaeomelanin) szerinti csoportosítás esetén nincs jelentős hatása a ló színének a versenyteljesítményére. Az alapszín és a kevert színek szerinti csoportosítás esetén a sárga és szürke színű egyedek egy startra eső pénznereményében találtunk csak igazolható különbséget a szürke egyedek javára, bár az életnyeremény esetében ez már nem volt igazolható.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A kültakaró színének mindig fontos szerepe volt az állatvilágban. A vadon élő egyedeknél a rejtőzködés, valamit egymás felismerésének és elfogadásának elsődleges eszköze. A háziasított állatfajok esetében a fajták megkülönböztetésénél van funkciója, illetve az esetleges tisztázatlan ősök meghatározásában is segítséget nyújthat. Korábban a színt a gazdasági állatok egyedi azonosítására is használták, különösen a lovak esetében – napjainkban ezt átvették a különböző sütések, krotáliák és chipek. A magyar nyelv a lovak színére közel háromszáz kifejezést használt, mára körülbelül százhusz színezetet különböztetünk meg. A test- (fedőszőrök), a sörény-, a fark- és a csüdszőrök (hosszúszőrök), valamint a lábvégek színezetének különböző kombinációi határozzák meg a lovak színeinek elnevezéseit. A fekete (a fedő- és a hosszúszőrök feketék), a pej (a fedőszőrök barnák, a hosszúszőrök és a lábvégek feketék), és a sárga (a fedő- és a hosszúszőrök is barnák) a ló három alapszíne, melyekből különböző módosulások által jött létre a többi szín (*Thiruvenkadan és mtsai., 2008*). A szürke szín a korral alakul már az első vedlés után: fehér és színes (általában szürke) szőrök keveréke, a fehér szálak a kor előrehaladtával egyre nagyobb számban alkotják a szőrzetet. Az ősi lovak színe valószínűleg egy fekete alapú mintázat volt, ami gondoskodott a ragadozók elleni álcázásról. Azonban – ahogy több háziasított állatfaj esetében – a lovaknál is fellépett a színmutáció, me-

lyet az ember szelekcióval próbált megőrizni, eltüntetve ezzel a vad színárnyalatokat (*Zöldág, 2004*).

Egy régi magyar mondás szerint „a jó lónak nincs színe”, azaz a kültakarónak csak esztétikai szempontból van jelentősége, más, elsősorban teljesítményt kifejező tulajdonságra azonban nincs hatással. Munkánk célja az volt, hogy az angol telivér versenylovak kültakarójának színe és a galopp síkversenyek eredményei közötti lehetséges összefüggéseket megvizsgáljuk.

A témában elsőként *Keeler és King (1942)* munkássága kiemelkedő, akik a norvég patkányok temperamentumának és színének interakcióit vizsgálták. Öt évvel később Keeler kiterjesztette korábbi kutatásait, felfedezve a korrelációt a szőrzet színe és a vérmérséklet között, és arra a következtetésre jutott, hogy létezik kapcsolat a kettő között (*Keeler, 1947*). *Winston és Linzey (1964)* beltenyésztett albínó és nem-albínó egereken végzett kísérletek során megállapították, hogy a vízbe helyezett albínó egerek lassabban jutnak ki a vízből. Az első és második utódnemzedékekben, valamint a visszakeresztezett egyedektől származó ivadékoknál is igazolni tudták az albinizmussal összefüggésbe hozható kisebb sebességet. *Goodrick (1974)* hím és nőivarú hibrid egerek élettartamát vizsgálta, mely során azt tapasztalta, hogy az albínó egyedek tovább éltek, mint a pigmentáltak.

Gazdasági haszonállatok esetében *Horn (1971)* négy tényezőt állapított meg, melyeken keresztül a szőrzet színe befolyásolhatja a termelés gazdaságosságát: ezek a konstitúció, a szőr és a toll felhasználhatósága, a fajtajelleg elbírálása, illetve az esztétikai szempontok kielégítése. Leírta továbbá, hogy a pigmentált bőrnek jobb a vérellátása, fejlettebbek a verejtékmirigyek és nagyobb számú faggyúmirigy található benne, illetve, hogy a kevésbé pigmentált, vagy pigment nélküli állatok érzékenyebbek a fényre és a fényérzékenységet növelő anyagokra, takarmányokra. *Hemmer (1990)* megfigyelte, hogy a világosabb színű dámszarvasok könnyebben kezelhetők, mint a természetben gyakrabban előforduló vad típusú színárnyalatok. Leírta azt is, hogy például a sárga színű lovak határozottabban reagálnak az őket ért ingerekre, valamint, hogy a sötét színváltozatú juhok és kecskék mozgékonyabbak fehér társaiknál. *Goodwin és mtsai. (1995)* azt figyelték meg, hogy azokon a trópusi területeken, ahol nagy a napsugárzás, a világos szőrű, de erősen pigmentált bőrű állatok tudnak leginkább alkalmazkodni a körülményekhez. A fehér szőr a test túlmelegedésétől, a pigmentált bőr az UV-sugárzástól védi ugyanis az egyedet. Gazdasági haszonállataink közül a szarvasmarha esetében is találunk példákat a szőrzet színe és valamely termelési, vagy reprodukciós paraméter kapcsolatára. Első laktációs holstein-fríz teheneknél a szőrzetben lévő fehér szín százalékos aránya és a tejhozam között laza fenotípusos ( $r_F = 0,047$ ) és genotípusos ( $r_G = 0,097$ ) korrelációt tapasztaltak (*Becerril és mtsai., 1996*). Megállapították továbbá, hogy a tejszír kilogramm és a tejfehérje kilogramm szintén laza pozitív irányú kapcsolatban áll a fehér szín arányával ( $r_F = 0,002-0,024$  és  $r_G = 0,004-0,048$ ). A tejmennyiséghez viszonyított arányban – tejszír és tejfehérje százalék – azonban gyenge negatív összefüggést tudtak kimutatni ( $r_F = -0,047-0,070$  és  $r_G = -0,090-0,116$ ). A reprodukciós paraméterek esetében laza negatív kapcsolatot találtak a fehér területek nagyságával: nyitott napok száma  $r_F = -0,012$  és  $r_G = -0,065$ , a két ellés közti idő pedig  $r_F = -0,007$  és  $r_G = -0,029$ . *Tózsér és mtsai. (2003)* 28 fekete és 23 vörös angus bikaborjúnál elemezték az egyedek temperamentumát a mérleg teszt (scale test) és a menekülési idő (flight speed test) segítségével. Utóbbi során azt vizsgálták, hogy mennyi idő alatt tesz meg az állat 1,7 métert, miután elhagyja a súlyskálát vagy a támoszlopot. A mérleg teszt folyamán a vörös színű bikaborjaknál kedvezőbb értékeket tapasztaltak (1,43 pont vs. 2,56 pont) a fekete bikaborjakéval szemben. A menekülési idő eredménye negatív közepes korrelációt mutatott a temperamentum értékekkel ( $r = -0,35$ ,  $P < 0,05$ ), jelezve, hogy az állatok viselkedése nyugodtabb, ha a súlyskálát lassabb sebességgel hagyják el. *Romero (2008)* rodeó bikák viselkedését tanulmányozta színük és más tulajdonságuk – például a születési év – alap-



ján. A kültakaró színe és az agresszivitás közötti kapcsolatot azonban nem tudta igazolni ( $P = 0,96$ ).

Lovak esetében is találunk példákat a szín és más tulajdonságok közötti kapcsolat vizsgálatára. *Skorkowski (1976)* 311 angol telivér versenyeredménye alapján levont következtetéseit – mely szerint a 3 éves pej kancák 2000 méternél hosszabb versenyekben gyorsabbak a sárga kancáknál, valamint, hogy rövidtávon a sárga kancák a gyorsabbak – más kutatóknak (*Dušek, 1980; Tesio, 1956 Reported By Galizzi Vecchiotti, Cited By Stachurska és mtsai., 2007*) nem sikerült igazolni. Egy másik vizsgálatban különböző színű angol telivér kancák – összesen 1359 – vemhességének hosszát figyelték meg. Az eredmény azt mutatta, hogy a vemhesség időtartama (melynek örökölhetősége  $h^2 = 0,38$ ) nem mutatott szignifikáns különbséget az egyes színváltozatok esetében; ez a tanulmány tehát azt sugallja, hogy a kültakaró színe nem hozható összefüggésbe a vemhesség hosszával (*Dring és mtsai., 1981*). 2006-ban végeztek vizsgálatokat Lengyelországban angol telivérek színének és teljesítményének összefüggéséről, mely során megállapították, hogy a sötétpej lovak jobb eredményeket értek el összehasonlítva a pejekkel és a világos pejekkel, mind a generál hendikepben, mind az egy startra eső nyereség logaritmusában. Vizsgálták a szürke színt is a többivel szemben, ám az eredmények nem voltak statisztikailag igazolhatóak (*Stachurska és mtsai., 2007*).

## 2. Anyag és módszer

A hazai galopp sikkversenyeken 1996 és 2020 között futott, érvényes sajátteljesítményvizsgálati eredménnyel és teljes versenykarrierrel rendelkező lovak adatait dolgoztuk fel. A 25 versenyév alatt 4 128 angol telivér (170 herélt, 2 053 kanca, 1 905 mén) 63 568 futása alapján értékeltük a versenyteljesítményt kifejező paramétereket *Bokor és Sebestyén (2008a, 2008b)*, valamint *Chico (1994)* módszere alapján, a lovak színe függvényében. Az életkor függvényében a színek eloszlását nem vizsgáltuk, mert egy ló több versenyévben, vagyis életkorban is versenyezhet. Az elemzés módszertana részben követi *Stachurska és mtsai. (2007)* által használt csoportosítást.

A színek hatását a teljesítményre alapszínenként (fekete, pej, sárga), az alapszíneket a kevert színekkel kiegészítve (alapszín + szürke), valamint az alapszíneket pigmentjeik típusa – eumelanin és phaeomelanin – alapján csoportosítva (a pej és fekete lovak kerültek egy kategóriába, míg a másikba a sárga színűek) elemeztük. A tisztán alapszín szerinti (fekete, pej, sárga) versenyteljesítményt nem értékeltük, mivel a szürke színű egyedekkel együtt versenyeznek.

A fekete színű angol telivérek kis száma, valamint a többi szín esetében jelentősen eltérő elemszám indokolta a legkisebb négyzetek elve alapján történő átlagok használatát az összehasonlító elemzésekben.

Az adatelőkészítést Microsoft Access és Microsoft Excel programokkal végeztük, míg a statisztikai értékelés a SAS 9.4 (2013) szoftverrel készült.

## 3. Eredmények és értékelésük

Az 1. táblázat alapján megállapítható, hogy a vizsgált időszakban a teljes versenykarrierrel rendelkező angol telivérek döntő hányada (74,22%-a) a pej valamely árnyalata, 20,37% sárga, 0,39%-a fekete és 5,01%-a szürke színű volt.

1. táblázat: 1996 és 2020 között Magyarországon teljes galopp versenykarrierrel rendelkező angol telivérek száma különböző, a kültakaró színe szerinti csoportosításban

Szín	n <sub>ménestkönyvben rögzített színek</sub>	n <sub>alapszínek</sub>	n <sub>alapszínek + kevert színek</sub>	n <sub>pigmentek szerinti felosztás + kevert színek</sub>
pej	2 470	3 064	3 064	3 080
pej/sötétpej	105			
pej/világospej	6			
sötétpej	469			
világospej	8			
sötétpej/fekete	6			
fekete	16	16	16	
sárga	841	841	841	841
szürke	207		207	
Összesen	4 128	3 921	4 128	3 921

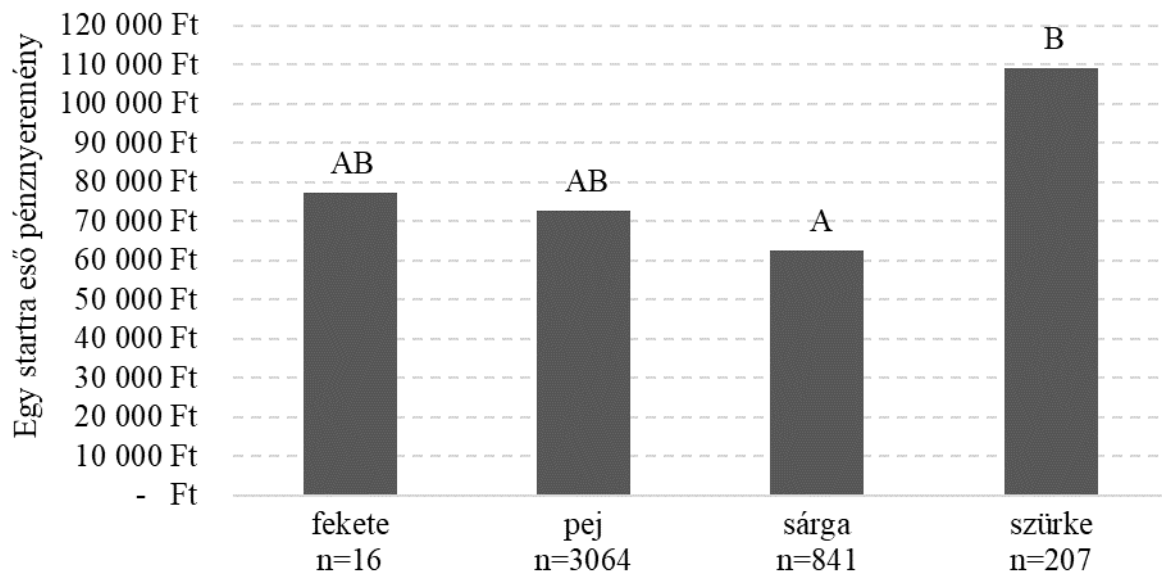
A versenylovak színe az alapszínek szerinti felosztásban (nalapszínek = 3 921) vizsgálva nem volt hatással az egyedek egy startra eső nyereségére ( $P = 0,9968$ ), sem pedig az életnyereségére ( $P = 0,4814$ ). Az életnyereség tekintetében különösen nagy variációs koefficiensek (CV%) voltak tapasztalhatók (2. táblázat).

2. táblázat: 1996 és 2020 között Magyarországon teljes galopp versenykarrierrel rendelkező angol telivérek életnyereségeinek és egy startra eső nyereségeinek jellemzői az alapszínek szerinti bontásban

Szín	n	Egy startra eső nyereség			Életnyereség		
		Átlag	Szórás	CV%	Átlag	Szórás	CV%
fekete	16	77 197 Ft	102 845 Ft	133%	909 325 Ft	1 293 707 Ft	142%
pej	3064	72 778 Ft	233 241 Ft	320%	929 945 Ft	1 811 640 Ft	195%
sárga	841	62 628 Ft	142 972 Ft	228%	934 555 Ft	1 962 609 Ft	210%
szürke	207	109 226 Ft	386 781 Ft	354%	978 182 Ft	2 100 221 Ft	215%

A versenylovak színe az alapszínek + kevert színek (szürke) szerinti felosztásban ( $n_{\text{alapszínek}} = 3 921 + n_{\text{kevert színek}} = 207$ ) vizsgálva nem befolyásolta az egyedek egy startra eső nyereségét ( $P = 0,0738$ ), életnyereségét ( $P = 0,9875$ ). Az egy startra eső nyereségek esetében a páronkénti összehasonlítás során azt tapasztaltuk, hogy a szürke lovak igazolhatóan ( $P = 0,0424$ ) több egy startra eső nyereséggel (109 226 Ft / start) rendelkeznek, mint sárga társaik (62 628 Ft / start). A szürke versenylovak az egy startra eső pénznyereségek esetében a fekete és pej lovakkal szemben is jóval több egy startra eső nyereséggel rendelkeztek, bár ezt feltehetően a nagy szórásértékek miatt nem volt szignifikáns ( $P > 0,05$ ).

A Magyar Méneskönyvekben rögzített színek alapján a vizsgálatot nem végeztük el egyrészt, mert sok esetben a nem egy konkrét szín szerepel (pl. pej/sötétpej; pej/világospej; sötétpej/fekete), másrészt mert az egyes színek a populáción belül nagyon egyenlőtlenül oszlottak el.



1. ábra: 1996 és 2020 között Magyarországon teljes galopp versenykarrierrel rendelkező angol telivérek egy startra eső nyereményeinek alakulása a kültakaró színe szerinti csoportosításban (A különböző betűvel jelölt oszlopok szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) eltérnek egymástól.)

#### 4. Következtetések, javaslatok

A hazai angol telivérek galopp versenyteljesítményét (egy startra eső pénznyeremény, életnyeremény) alapszínük, ill. az alapszíneken belül pigmentjeik típusa nem befolyásolta, azaz a kültakaró színe, mint szelekciós szempont hatástalan lenne a fenti tulajdonságok javítására. Az alapszínnek együttes értékelése a kevert színű egyedekkel már szürke színű lovak fölényét bizonyítja, igaz csak a sárga színűekkel szemben és csak az egy startra eső nyeremények tekintetében. Feltehetően az adatok nagy szórása miatt a szürke szín előnye a pej és fekete egyedekkel szemben nem volt igazolható annak ellenére, hogy 30-50%-al jobban teljesítettek. Az életnyeremények értékelésekor azonban a szürke lovak jobb teljesítménye már nem volt igazolható. A szürke lovak tehát nagyobb összdíjazású, azaz magasabb szintű versenyeken futnak, így kevesebb starttal érnek el közel azonos életnyereményt mint más színű társaik. A közepes képességűek inkább hendikep futamokban, életük során több versenyt futva tesznek szert életnyereményükre. Szelekciós szempontból nyilván a jobb teljesítményű lovak tovább tenyésztése lenne a cél, ugyanakkor a tulajdonos/futtató számára a ló életnyereménye szintén fontos szelekciós szempont. Mindez alátámasztja, hogy a fajtát évszázadok óta kizárólag teljesítménye alapján szelektálták, a szín és a küllem nem voltak meghatározó kritériumok.

## 5. Felhasznált irodalom jegyzéke

- Becerril C. M. – Wilcox C. J. – Guerrero V. M. (1996):* Holstein white coat color and performance: phenotypic, genetic and environmental correlations. *Brazilian Journal of Genetics*. Vol. 19 no. 4
- Bokor Á. – Sebestyén J. (2008a):* Az angol telivérek versenyteljesítményét kifejező genetikai paraméterek és az azokra ható tényezők I. A versenyteljesítmény mérésének lehetőségei (Irodalmi áttekintés). *Acta Agraria Kaposváriensis*. Vol 12 No 3, 37–48
- Bokor Á. – Sebestyén J. (2008b):* Az angol telivérek versenyteljesítményét kifejező genetikai paraméterek és az azokra ható tényezők II. A versenyteljesítményt befolyásoló tényezők (Irodalmi áttekintés). *Acta Agraria Kaposváriensis*. Vol 12 No 3, 49–59
- Chico, M. D. (1994):* Genetic analysis of thoroughbred racing performance in Spain. *Annales de Zootechnie*. Vol. 43, 393–397
- Dring L. A. – Hintz, H. F. – Van Vleck, L. D. (1981):* Coat color and gestation length in thoroughbred mares. *Journal of Heredity*, Vol. 72, no. 1, p. 65–66
- Goodrick, C. L. (1974):* The Effects of Exercise on Longevity and Behavior of Hybrid Mice Which Differ in Coat Color. *Journal of Gerontology*. Vol. 29. no. 2, 129–133
- Goodwin, P.J. – M. Josey – J.M. Cowan (1995):* Coat color and its effect on production in HolsteinFriesians in Southeast Queensland. In: *Proceedings of the Eleventh Australian Association of Animal Breeding and Genetics Conference*. Sydney, Australian Association of Animal Breeding and Genetics.
- Hemmer, T. (1990):* Domestication. *The Decline of Environmental Appreciation*. Cambridge University Press. Cambridge, England.
- Horn A. (1971):* Állattenyésztési enciklopédia I. Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 551 o.
- Keeler, C. E. (1947):* Coat colour, physique and temperament. *J. Hered.* 38: 271–279.
- Keeler, C. E. – H. D. King. (1942):* Multiple effects of coat color genes in the Norway rat, with special reference to temperament and domestication. *J. Comp. Psych.* 34: 241.
- Romero, N. E. (2008):* Evaluation of traits associated with bucking bull performance and behavior. M.Sc. Thesis, Texas A&M University 76 pp.
- SAS (2013):* Statistical Analysis Software. Users' Guide Statistics Version 9.4. SAS Institute Inc., Cary.
- Skorkowski, E. (1976):* Colour, types and shapes and the principles of horse breeding. World review of animal production. Vol. 12, no. 1, 45–50
- Stachurska A. – Pieta M. – Lojek J. – Szulowska J. (2006):* Performance in racehorses of various colours. *Livestock Science*. Vol. 106, 282–286
- Thiruvankadan A.K. – Kandasamy N. – Panneerselvam S. (2007):* Inheritance of racing performance of Thoroughbred horses. *Livestock Science* Vol. 121, 308–326
- Tózsér J. – Maros K. – Szentléleki A. – Zándoki R. – Nikodémusz E. – Balázs F. – Bailo A. – Alföldi L. (2008):* Evaluation of temperament in cows of different age and bulls of different colour variety., *Czech Journal Of Animal Science*. Vol. 48, no. 8, 343–348
- Winston, H. – Linzey, G. (1964):* Albinism and water escape performance in the mouse. *Science*. Vol. 144, 189–191
- Zöldág L. (2004):* A kültakaró színének öröklődése háziállatokban I. A pigmentképződés. *Kistermelők lapja*. 4: 37.

## Az angol telivér lófajta szerepe a mezőhegyesi hátszló-fajták jelenlegi állományának genetikai diverzitásában

Klein Renáta<sup>1,2</sup> – Posta János<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattudományi, Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Állattenyésztési Tanszék, Debrecen

<sup>2</sup>Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola, Debrecen  
klein.renata@agr.unideb.hu

### Összefoglalás

Őshonos lófajtáink hazánk kulturális és szellemi örökségének részei. A gidrán és a furioso north-star fajták a XIX. században a mezőhegyesi ménésben alakultak ki. Előbbi a hadsereg könnyű-, míg utóbbi a nehézhatás feladatait végezte. Mindkét fajta tenyésztéstörténetében folyamatos a nemesítő és vérfriessítő angol telivér ménék jelenléte. A vizsgálathoz referenciapopulációnak a két fajta 2019-ben aktív, törzskönyvi ellenőrzésben tartott lovait (983 egyed) választottuk. A referenciapopuláció átlagos teljes generációs ekvivalense 15,56 generáció. Az egyedek átlagosan 5,2 generációnyi teljes ismert ősi sorral rendelkeztek. Minden egyednek találtunk felmenőjét még a 28. ősi sorban is, de 5 egyednek a 40. generációban is voltak ismert ősei. A mezőhegyesi hátszló-fajták jelenlegi állományának genetikai változatosságát 457 egyed fedte le, amelyek 14 különböző fajtához tartoztak. A genetikai variabilitásáért 33,46%-ban angol telivérek és Godolphin Arabian angol telivér alapító mén feleltek. A variancia 37,04%-át furioso north-star, 20,16%-át gidrán egyedek tették ki. A genetikai variabilitást leginkább meghatározó tíz egyed között, három angol-, egy arab telivér, három gidrán és három furioso-north star egyed található. A genetikai változatosság lefedettségéhez a legnagyobb mértékben (7,55%) Herod xx járult hozzá.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A világon egyedülálló módon az 1784-ben katonai ménesként alapított Mezőhegyesi ménésben 3 őshonos lófajtát tenyésztettek ki: a furioso-north start, a gidránt és a nóniuszt. A fajták mindegyike – a maga nemében – eltérő használati típust képviselt. A gidránt könnyű-, a furioso-north start nehézhatás, míg a nóniuszt tüzérhámos feladatok ellátására tenyésztették ki (Sz. Bozsik, 1985). Mindhárom fajta része a magyar nemzeti örökségnek, a 32/2004. (IV. 19.) OGY határozat a védett őshonos vagy veszélyeztetett, magas genetikai értéket képviselő tenyésztett magyar állatfajták nemzeti kincsé nyilvánításáról mindhárom őshonos lófajtát nemzeti kincsé nyilvánította.

A gidránt és a furioso-north start a katonaság igényeit kielégítő hátszlóként tenyésztették. A XIX. századra Európa lótenyésztésében az angol lovak meghatározó szerepet kaptak. A magyar magán ménések mellett jelentőségük Mezőhegyesen is egyre nagyobbá vált (*Mihók és Ernst, 2015*).

Gidran Seniort báró Fechtig vásárolta 1816-ban, a mén Bábolnára került, ahonnan később hat fia (köztük Hidran II) és egy unokája került Mezőhegyesre, itt unokái révén terebélyesedet törzssé (*Bodó és Hecker, 1992*). Az évszázad közepére bebizonyosodott, hogy a mezőhegyesi IV. számú, azaz a „sárgaménés” Hidran leszármazottakra vezethető vissza. A mezőhegyesi rögnön négy-öt generáción keresztül folytatott beltenyésztés hatására az újabb generációk egyedei egyre jobban elkülönültek (*Mihók és Ernst, 2015*). A fajta önálló törzskönyvét 1855-től vezetik (*Jónás és mtsai, 2006*). Az angol telivérek használata 1861-ben kezdődött meg, az



arab lovak nem kívánatos tulajdonságainak kiszorítására. Az angol telivérek nem veszélyeztették az arab szervezeti szilárdságát, azonban kedvezőbb testalakulást örökítettek, így formálva a sárga arab gidrán törzs jellegét (*Mihók és Ernst, 2015*). A XIX. század utolsó évtizedére kialakult az anglo-arab jellegű gidrán fajta.

A furioso-north star fajta két nagyhatású angol telivér: a gróf Károlyi György derekegyházi ménéséből származó – a pályán is kiváló versenyző – Furioso Senior és az angol importként vásárolt bogárfekete North Star Senior évszázados tenyésztésének eredménye. Mindkét mén jól örökölte felépítési szilárdságát, kitűnő mozgását és intelligenciáját. A mezőhegyesi ménes méneskönyvei 1871-től tartalmazzák a mezőhegyesi félvér kancák adatait (*Bodó és Domokos, 2016*).

A populációk minél pontosabb genetikai szerkezetének ismerete különösen a kis egyed-számmal rendelkező fajták esetében fontos, mert ezek védelmére, genetikai variabilitásuk megtartására – veszélyeztetettségük okán – kiemelt figyelmet kell fordítani (*Ács és mtsai, 2019*). Származási adatok ismeretében pedig analízissel megismerhetjük az állományok genetikai hátterét és összetételét (*Vígh és mtsai, 2008*). Gazdasági állatfajok esetében az így számított értékek ismeretével alacsonyan tartható a beltenyésztettség szintje. Különösen fontos ez olyan fajták esetében, melyeket évszázadok óta zárt törzskönyvi rendszerben tenyésztnek, illetve ahol intenzív szelekciós munkát folytatnak (*Bokor és mtsai, 2010*). Zárt populációban, migráció nélkül, a beltenyésztettség mértékének folyamatos növekedése elkerülhetetlen, amely a genetikai változatosság folyamatos szűkülését eredményezi.

A hazai és nemzetközi szakirodalomban a különböző vadon élő és háziállat fajtákra vonatkozóan számos pedigreelemzéssel foglalkozó tanulmányt publikáltak (*Vígh és mtsai, 2008*). Az hazai angol telivér állományt *Bokor és mtsai (2013)*, a hucul állományt *Posta és mtsai (2020)*, míg a lipicai állományt *Zechner és mtsai (2002)* vizsgálták. Nemzetközi kitekintésben a holsteini fajtát *Roos és mtsai (2015)*, a lusitanot *Faria és mtsai (2018)*, a maremmanot *Giонтella és mtsai (2020)*, a trakehnenit *Teegen és mtsai (2008)* tanulmányozták.

Kutatásunk célja megvizsgálni az angol telivér egyedek hatását a mezőhegyesi hátslófajták állományának genetikai variabilitására.

## 2. Anyag és módszer

A kutatásunkhoz szükséges adatbázis felépítéséhez a származási adatokat a gidrán fajta akkori fenntartója a Kisbéri és Gidrán Lótenyésztő Országos Egyesület, valamint furioso-north star fajta fenntartója a Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület bocsátotta rendelkezésünkre. Ezen adatokat méneskönyvi források (*Mihók, 2012, 2020; Rombauer, 2015; Csónaki és mtsai. 1991, 1992, 1995; Csíkvári, 2014, 2015*) szakirodalmi források (*Mihók és Ernst, 2015; Ócsag, 1984; Bodó és Domokos, 2016*) és származási lapok használatával egészítettük ki. Az angol telivér egyedek származásának egészen az alapítóig való mélyítéséhez hazai és nemzetközi online elérhető adatbázisokat (Galopp adatbázis – [https://www.abrakmester.com/galopp\\_db.php](https://www.abrakmester.com/galopp_db.php), All Breed Horse Pedigree Database – <https://www.allbreedpedigree.com/>, Thoroughbred Pedigree Database – <https://www.pedigreequery.com/>) használtuk.

Az egyedekből Microsoft Access programban adatbázist építettünk – amennyiben lehetséges volt – az alábbi adatok felvételével: név, azonosító, apa, anya, ivar, születési dátum, fajta. A vizsgálati adatbázist a referencia populációként kijelölt 2019-ben aktív, törzskönyvi ellenőrzésben tartott gidrán (367 egyed) és furioso-north star (646 egyed) egyedekre alapozva jellemtük ki. Ezen egyedekhez hozzárendeltük anyai, illetve apai származásukat, egészen az alapítóig visszavezetve. Az így elkészült adattábla összesen 32625 ló adatait tartalmazta.

Az elkészült access táblát excel fájlba konvertáltuk, majd a Pedigree Viewer 6.0 (*Kinghorn, 1994*) programmal grafikusán ellenőriztük. A pedigreeelemzést az ENDOG 4.8 (*Gutiérrez és Goyache, 2005*) szoftverrel végeztük.

Az állomány genetikai összetételét a nem alapító ősökhöz köthető variabilitással jellemeztük. A pedigree minőségét és használhatóságát elsősorban a pedigrejeljesség határozza meg. A pedigree teljességet három különböző módon adtuk meg:

- Teljes ismert ősi sorok száma: az a legtávolabbi generáció, amelyben az összes ős ismert.
- Maximálisan ismert nemzedékek száma: megadja annak a generációnak a számát, amelybe az egyed legtávolabbi őse esik
- Teljes generációs ekvivalens: azt adja meg, átlagosan hány generációnyi információ áll az adatbázisban rendelkezésre az egyedről

### 3. Eredmények és értékelésük

Az 1. táblázatban a referencia állomány pedigrejeljességének értékeit szerepeltetjük. A teljes ismert ősi sorok átlagos száma 5,20 generáció. Kilenc teljes generációval 1, míg nyolc teljes generációs származással 8 ló rendelkezett. Hasonló értéket (5,40 generáció) közölt *Duru (2017)* a törökországi arab telivér populáció vizsgálatokor.

A maximálisan ismert nemzedékek száma átlagosan 35,98 generáció. Minden egyedre igaz, hogy legalább a 28., míg 5 egyednek a 40. ősi sorban is volt ismert őse. Ennek oka a mezőhegyesi hátasló-fajták angol telivér háttere. A két fajtában előforduló maximális pedigreehossz magas, ami a fajták mögött álló több évszázados tenyésztői munkát tükrözi. Az általunk számítottól elmaradó, de szintén hasonlóan magas értéket 34,82 generációt kaptak shagya arab lovak esetében *Pjontek és mtsai (2012)*.

A teljes generációs ekvivalens értéke 4,62 és 22,76 között szóródott, az átlagos érték 15,56 generáció. A lipicai fajtára *Curik és mtsai (2003)* 15,12, *Zechner és mtsai (2002)* 15,22, míg angol telivérekre *Bokor és mtsai (2013)* 15,64 generációs értéket számított.

1. táblázat: A referencia populáció pedigrejeljességének mérőszámai (generáció)

Mutató	Átlag
Teljes ismert ősi sorok száma	5,20
Maximálisan ismert nemzedékek száma	35,98
Teljes generációs ekvivalens	15,56

A referencia populáció teljes genetikai variabilitásáért 457 ló felelt. Az első tíz egyed adta a lefedettség 36,59%-át, ezeket a 2. táblázat mutatja. A variabilitást leginkább meghatározó tíz ős mindegyike mén, közöttük 3 angol telivér, 1 arab telivér, 3 gidrán és 3 furioso-north star található. A lista második helyén 5,96%-os hozzájárulással szereplő Godolphin Arabian arab telivér egyike az angol telivér fajta alapító ménjeinek. A listában az első kanca a 14. pozícióban található 1,42% lefedettséggel.

2. táblázat: A referenciaállomány genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló ősök

Egyed	Fajta	Születési év	A variabilitás lefedettségének aránya (%)
Herod xx	angol telivér	1758	7,55
Godolphin Arabian	arab telivér	1724	5,96
Eclipse xx	angol telivér	1764	4,91
Gidran XI	gidrán	1978	3,17
Furioso VI	furioso-north star	1969	3,05
Snap xx	angol telivér	1750	2,91
Gidran VI	gidrán	1972	2,41
Gidran XXIV	gidrán	1983	2,35
Furioso "A" XXVIII	furioso-north star	1902	2,33
Furioso XXIII	furioso-north star	1889	1,98

A referencia állomány genetikai változatosságáért leginkább felelős angol telivér ősöket a 3. táblázat mutatja. A továbbiakban a fajta alapító Godolphin Arabian ménhez köthető variancia arányát az angol telivérek értékéhez számítottuk. A tíz legnagyobb hatású egyed a lefedettség 36,59%-át tette ki. A referencia állomány genetikai variabilitásához 69 egyed varianciája járult hozzá, közülük 12 kanca. A legnagyobb lefedettséggel (7,55%) Herod xx rendelkezett. Ez a mén a fajtalapító Furioso Senior és North Star Senior pedigrijében is egyaránt szerepel. A táblázatban szereplő valamennyi egyedre igaz, hogy rendkívül sok pedigrijében szerepelnek, azonban – ahogy a születési dátumokból is látszik – a referencia populáció egyedeitől meglehetősen távoli generációkban. Így az egyes egyedeknél a lefedettség mértéke igen alacsony, de a nagy számosság miatt ezen értékek összeadódva jelentősek. A közelmúlt népszerű nemesítő telivér ménjei közül a legnagyobb lefedettséggel (0,34%), az adatbázisunkban 19 ivadékkal szereplő 2394 Déva xx bírt.

3. táblázat: A referenciaállomány genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló angol telivér, illetve angol telivér alapító ősök

Egyed	Ivar	Születési év	A variabilitás lefedettségének aránya (%)
Herod xx	mén	1758	7,55
Godolphin Arabian	mén	1724	5,96
Eclipse xx	mén	1764	4,91
Snap xx	mén	1750	2,91
Matchem xx	mén	1748	1,59
Rachel xx	kanca	1763	1,42
St. Simon xx	mén	1881	1,23
Touchstone xx	mén	1831	1,20
Stockwell xx	mén	1849	1,05
Melbourne xx	mén	1834	0,79

A referencia populáció genetikai változatosságát lefedő 457 ló 14 különböző fajtaba sorolható, erről nyújt áttekintést a 4. táblázat. A legtöbb ló a vizsgált mezőhegyesi hátszó-fajtákhoz köthető, 188 egyed furioso-north star, 99 gidrán fajtájú. Egyedszám alapján a harmadik pozícióban az angol telivér fajta állt, mely 69 egyedet adott a 457-ből. Ez a három fajta uralta a genetikai változatossághoz való hozzájárulást is, együttesen 90,66%-ot tettek ki. A további

fajták (holsteini, magyar sportló, angloarab, nóniusz, holland félvér, mezőhegyesi sportló) fajtánkénti hozzájárulása nem éri el az 1%-ot.

4. táblázat: A referenciaállomány genetikai variabilitásához legnagyobb arányban hozzájáruló angol telivér, illetve angol telivér alapító ősök

Fajta	A variabilitás lefedettségének aránya (%)	Egyedszám (db)
Furioso-north star	37,04	188
Angol telivér*	33,46	69
Gidrán	20,16	99
Shagya arab	3,68	14
Magyar félvér	1,80	44
Arab telivér	1,59	7
Kisbéri félvér	1,04	20
További fajták összesen	1,23	16
Összesen	100,00	457

\* Golophin Arabian értékével

#### 4. Következtetések, javaslatok

A vizsgált állomány pedigrelteljesség értéke magasnak tekinthető. Az akár 40, de átlagosan 35,98 generációig visszanyúló pedigrek háttérében a két fajta angol telivér háttere áll. Mindkét fajta angol félvér, ezért tenyésztésükben nemesítőként megengedett az angol telivér mének használata. A referencia populációban egyedenként átlagosan 5,2 teljes generációnyi adat áll rendelkezésünkre. Az alacsony értékek háttérében állhat, hogy a referencia populációban találhatóak a borodi gidrán kancacsaládok alapítóinak leszármazottai is. Ezek az egyedek az 1970-es évek közepétől fajtaátalakítási céllal kerültek a fajtába, leszármazottaik pedigreje jellemzően 4-6 nemzedék után hiányos.

A referencia populációként választott egyedeket leginkább meghatározó tíz ős között a két fajta egyedei mellett 3 angol telivért és 1 angol telivér alapítót is találunk. A fajták tenyésztési történetében mindig jelen voltak az angol telivérek, a referencia populáció genetikai változottsághoz 69 angol telivér egyed járul hozzá, mindösszesen a variancia 33,46%-át fedik le.

#### Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának A nemzeti kutatási, fejlesztési és innovációs alapról finanszírozott szakmai támogatásával készült.

#### 5. Felhasznált irodalom

- Ács V. – Bokor Á. – Nagy I. (2019): Population Structure Analysis of the Border Collie Dog Breed in Hungary, *Animals*, 9, 250.
- Bodó I. – Domokos G. (2016): A mezőhegyesi félvér. Magyar Lótenyésztők Országos Szövetsége, 365.
- Bodó I. – Hecker W. (1992): Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 429.
- Bokor Á. – Jónás D. – Pongrácz L. – Bokor J. – Szabari M. (2010): Populáció-genetikai vizsgálatok a magyarországi angol telivér állományban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 59. 4. 311–332.
- Bokor Á. – Jónás D. – Bart, D. – Nagy I. – Bokor J. – Szabari M. (2013): Pedigree analysis of the Hungarian Thoroughbred population. *Livestock Science*, 151. 1-10.

- Curik, I. – Zechner, P. – Sölkner, J. – Achmann, R. – Bodo, I. – Dovic, P. – Kavar, T. – Marti, E. – Brem, G.* (2003): Inbreeding, Microsatellite, Heterozygosity, and Morphological Traits in Lipizzan Horses. *Journal of Heredity*. 94. 2. 125–132.
- Csikvári M. /szerk./* (2014): Furioso-North Star Ménekönyv (1993-2013), Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület, 248.
- Csikvári M. /szerk./* (2015): Furioso-North Star tenyésztési évkönyv (2015), Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület, 211.
- Csónaki J. – Fábrián Gy. – Zámboi M.* (1995): Furioso North Star Méneskönyv III. kötet. 1990-1994 Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület, 266.
- Csónaki J. – Monori I. – Zámboi M.* (1991): Furioso North Star Méneskönyv I. kötet. Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület, 195.
- Csónaki J. – Monori I. – Zámboi M.* (1992): Furioso North Star Méneskönyv II. kötet. Furioso-North Star Lótenyésztő Országos Egyesület, 266.
- Duru, S.* (2017): Pedigree analysis of the Turkish Arab horse population: structure, inbreeding and genetic variability. *Animal*. 11. 1449–1456.
- Faria, R. A. S. – Vicente A. P. A. – Duarte Guedes Dos Santos, R, I. – Maiorano, A. M. – Curi, R. A. – Loyola Chardulo L. A. – Vasconcelos Silva, J. A* (2018): Genetic Diversity of Lusitano Horse in Brazil Using Pedigree Information. *Journal of Equine Veterinary Science* 69. 149–158
- Giontella, A – Cardinali, I – Lancioni, H – Giovannini, S – Pieramati, C – Silvestrelli, M – Sarti, F. M.* (2020): Mitochondrial DNA Survey Reveals the Lack of Accuracy in Maremmano Horse Studbook Records, *Animals*, 10, 839.
- Gutiérrez, J. P. – Goyache, F.* (2005): A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. *J. Anim. Breed. Genet.*, 122. 172–176.
- Jónás S. – Hajba N. – Mihók S. – Vörös J.* (2006): Monograph of the Gidran horse. Debrecen, Hungary, Center-Print Press.
- Kinghorn, B. P.* (1994): Pedigree Viewer – a graphical utility for browsing pedigreed datasets. Fifth World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Guelph, 7–12 August 1994. vol.22, 85–86.
- Mihók S. /szerk./* (2012): Gidrán méneskönyv II. kötet, Kisbéri és Gidrán Lótenyésztő Országos Egyesület, 450.
- Mihók S. /szerk./* (2020): Gidrán méneskönyv III. kötet, Gidrán Lótenyésztők Magyarországi Egyesülete, 533.
- Mihók S. – Ernst J.* (2015): A gidrán. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 303.
- Ócsag I.* (1984): A nóniusz. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 169.
- Posta J. – Somogyvári E. – Mihók S.* (2020) Historical Changes and Description of the Current Hungarian Hucul Horse Population. *Animals*, 10, 1242.
- Pjontek, J. – Kadlečík, O. – Kasarda, R. – Horný, M.* (2012): Pedigree analysis in four Slovak endangered horse breeds. *Czech Journal of Animal Science*. 57. 2. 54–64.
- Rombauer T.* (2015): Shagya Méneskönyv, Magyarországi Arablótenyésztők Egyesülete, 1275.
- Roos, L. – Hinrichs, D. – T. Nissen, – Krieter, J.* (2015): Investigations into genetic variability in Holstein horse breed using pedigree data. *Livestock Science* 177. 25–32.
- Sz. Bozsik N.* (1985): Mezőhegyes lótenyésztésének története 1785-től 1985-ig. Mezőhegyesi Mezőgazdasági Kombinát Munkaközössége, Mezőhegyes, 83.
- Teegen, R. – Edel, C. – Thaller, G.* (2008): Population structure of the Trakehner Horse breed. *Animal*. 3. 1. 6–15
- Vígh Zs. – Csató L. – Nagy I.* (2008): A pedigré analízisben alkalmazott mutatószámok és értelmezésük: Szakirodalmi áttekintés. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 57. 6. 549–564.
- Zechner, P. – Sölkner, J. – Bodó, I. – Druml, T. – Baumung, R. – Achmann, R. – Marti, E, Habe, F. – Brem, G.* (2002): Analysis of diversity and population structure in the Lipizzan horse breed based on pedigree information. *Livestock Production Science*. 77. 2-3. 137–146.



## **Egy fermentált gyógynövényes takarmánykiegészítő etetésének hatása a takarmány táplálóanyagainak emészthetőségére, valamint az utóbélben folyó mikrobiális folyamatokra gyakorolt hatásának vizsgálata lovakkal végzett kísérletben**

Gál Fruzsina Vanda – Bartos Ádám

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely*  
Bartos.Adam.Sandor@uni-mate.hu

### **Összefoglalás**

Kutatásunk legfőbb célkitűzése egy olyan a kereskedelmi forgalomban kapható fermentált gyógynövényes takarmány kiegészítő vizsgálata volt, melynek kifejlesztéséhez a Georgikonon korábban végzett kísérletek eredményei is nagyban hozzájárultak. Vizsgálatunk során az említett termék lovak emésztésére és a bél mikroflórájára gyakorolt hatását teszteltük. Kísérletünket négy kifejlett iskolalóval végeztük. A vizsgálatok megkezdése előtt valamennyi lóval fűszénát, valamint nedvesített darált zabot etettünk naponta kétszer. A vizsgált terméket az állatok a szokásos zab és széna mellett hét napon át fogyasztották, 200g mennyiségben. Mintavétel a kezelések előtt, közvetlenül után és 21 nappal később történt. A friss bélsármintákból meghatároztuk a tejsav termelő és coliform baktériumok számát. A kísérlet végén pedig megmértük a széna és a zab, valamint a bélsár minták szárazanyag, nyersfehérje, nyersrost, valamint a savban nem oldódó hamu (AIA) tartalmát. A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy az emésztést javító hatás a három héttel későbbi mérésnél mutatkozott meg egyértelműen. A készítmény mellett szól az emésztésre gyakorolt kedvező hatások mellett, hogy egy kifejezetten könnyen etethető és praktikus kiszerezésű termék.

### **1. Bevezetés és irodalmi áttekintés**

A lovak hasznosítása az utóbbi időben jelentősen megváltozott. A lovakat elsősorban sport és hobbi célra használják, így a lovak gazdasági állat helyett inkább társállatnak tekinthetők. Mivel az állatok egyedi értéke jelentősen megnőtt, a tulajdonosok számára kiemelten fontos a lovak egészsége és hosszú távú kiegyensúlyozott használhatósága. Gazdasági állataink közül lovaink emésztőrendszere a legérzékenyebb és a legsérülékenyebb, így fokozottan figyelni kell az etetett takarmányok minőségére. A leggyakoribb lovak esetében előforduló betegségek a kólikás megbetegedések, melyek kialakulásának legfőbb okai az elégtelen minőségű vagy szakszerűtlenül etetett takarmány (Meierhenry, 2008). Ezen túl a rossz minőségű, előregedett tömegtakarmányok negatívan befolyásolják a teljesítőképességet is. A lovak takarmányértékesítő képessége is rendkívül különböző, amelyre az életkor is jelentős hatással van. A ló egész közérzetére pozitív hatást gyakorol a hatékony emésztés az egészséges emésztőrendszer által (Hilary és Whishaw, 2014).

A hazai állatorvoslásban egyre inkább terjed a gyógynövények alkalmazása, szerencsére egyes betegségek kezelésére vagy tünetek enyhítésére egyre több állatorvos ajánl gyógynövényes kezeléseket. Lovak esetében a gyógynövényes kezeléseknél inkább a hosszútávú kiegyensúlyozott teljesítmény elérésében van szerepe. Jótékony hatásai révén egyes gyógynövények jelentősen javíthatják a sport és munka lovak teljesítményét, használhatóságát, kedvező hatással lehetnek az egyes táplálóanyagok emésztésére, így járulva hozzá lovaink egészségének fenntartásához.

Az ánizs kázusában annak görcsoldó, gyomorerősítő és étvágyjavító hatását írja le *Marton* (2005). A mentának figyelemreméltó görcsoldó, ízfokozó és epetermelést segítő hatása van. A fehérüröm főként általános immunerősítő hatással bír, vízhajtó hatású, valamint természetes féregűzőként is használják népi gyógyászatban. A pongyola pitypang, támogatja az epetermelést, fokozza a bélösszehúzókat pozitív hatással van a gyomorsav termelésre is. Illóolajos, beszárított kivonatát a humán gyógyászatban, gyomornyálka panaszokban és savbőségben szenvedőknek ajánlja *Rácz és Szabó* (2012). A gyökerek elsődlegesen emésztés és étvágyfokozó hatásúak (*Marton*, 2005). A kamillának lovak esetén kiemelendő görcsoldó és veseműködést segítő hatása van. Mindemellett a humán gyógyászatból ismerjük gyomorerősítő és nyugtató hatását is (*Bernáth*, 1993).

Manapság a jó munka jutalmazására különféle jutalomfalatok állnak rendelkezésre lovaink számára, viszont ezek legtöbbje ízfokozókat, aroma- valamint színező anyagokat, esetlegesen túl sok cukrot tartalmaz, amelyek sok esetben nem kifejezetten egészségesek lovaink számára. Az általunk vizsgált készítmény kizárólag természetes anyagokat tartalmaz így kockázatmentesen adható termék. Jótékony hatásaik révén a gyógynövények jelentősen javíthatják a sport és munka lovak teljesítményét, használhatóságát, kedvező hatással lehetnek az egyes táplálóanyagok emésztésére, így járulva hozzá lovaink egészségének fenntartásához. Kutatásunk legfőbb célja egy olyan a kereskedelmi forgalomban kapható fermentált gyógynövényes takarmány kiegészítő vizsgálata volt, melynek kifejlesztéséhez a Georgikonon korábban végzett kísérletek eredményei is nagyban hozzájárultak (*Bartos és mtsai.*, 2015; *Such és mtsai.*, 2017). Vizsgálatunk során az említett termék lovak emésztésére és a bél mikroflórájára gyakorolt hatását teszteltük.

## 2. Anyag és módszer

A kísérletet négy kifejlett, átlagos testalkatú, egészségügyi problémáktól mentes, iskolalóval végeztük. A lovak napi átlagos munkavégzése a vizsgálatok időtartama alatt nem változott, valamint egyéb külső stresszhatások sem érték az állatokat.

A vizsgált készítmény fermentált gabonakorpát, fermentált gyógynövénykeveréket (un. Fitocavallo mix: ánizsmag (*Anisi fructus*), gyermekláncfű gyökér és levél (*Taraxaci radix cum herba*), borsmenta levél (*Menthae Piperitae Folium*), fehérüröm (*Absinthii herba*), kamilla (*Chamomillae Flos*)), takarmány búzalisztet, Zeofeed zeolit port, cukornád melaszt, tisztított vizet tartalmazott.

A kísérlet megkezdése előtt 1100 g / 100 kg élőtömeg jó minőségű vegyes rétszénát, valamint naponta kétszer 0,25 kg nedvesített, darált zabot etettünk valamennyi lóval. Az első bélsár mintákat a vizsgálatok megkezdése után egy héttel vettük. Hosszabb szoktatási szakasz nem volt indokolt, mivel a lovak korábban is ugyanezt a takarmányt fogyasztották, egyedül az etetett mennyiségben volt különbség. A mintavétel két egymást követő napon a reggeli órákban, a lovak bokszának talajáról, több helyről kézzel felszedve történt. A mintavételt követően a lovak takarmányát, a készítmény gyártójának ajánlása szerint, 200 g termékkel egészítettük ki, melyet a lovak naponta két részre osztva a zabhoz keverve kaptak a reggeli és esti etetéskor, hét napon át. Valamennyi vizsgált ló esetén a gyűjtött mintákból átlagmintát készítettünk. A hét nap elteltével a lovak ismételen a készítmény nélküli takarmányt fogyasztották. További bélsár mintavételekre a készítmény etetésének befejezésekor, illetve a készítmény etetésének befejezése után három héttel került sor, a korábbiakban leírtak szerint.

### Mérések

A kísérlet megkezdése előtt valamennyi a későbbiekben felhasználni kívánt szénabálából és zabból mintát vettünk, melyekből átlagminta készült. A vizsgált széna és zab átlagos táplálóanyag tartalmát az 1. táblázat mutatja. A bélsár mintákat a labor vizsgálatokig – 20 °C-on fagyaszttva tároltuk. A kísérlet végén meghatároztuk a széna és bélsár minták szárazanyag, nyersfehérje, nyersrost, nyersszír, nyershamu és a savban nem oldódó hamu (AIA) tartalmát, ez utóbbi a látszólagos emésztési együtthatók meghatározásakor indikátorként szolgált (Müller, 2012).

1. táblázat: Az etetett széna és zab átlagos táplálóanyag tartalma (%)

	szárazanyag	nyersfehérje	nyersrost	savban nem oldódó hamu
<b>széna</b>	92,22	8,12	40,21	2,32
<b>zab</b>	88,45	12,86	11,84	0,94

A vizsgálatokat a Magyar Takarmánykódex takarmányvizsgáló útmutatása alapján, a savban nem oldódó hamu tartalmát a 152/2009/EK rendeletben leírtak szerint mértük (Európai Unió Hivatalos lapja, 2009). A rendelkezésre álló adatok segítségével kiszámítottuk lovanként az etetett takarmány egyes táplálóanyagainak látszólagos emészthetőségét.

Mikrobiológiai vizsgálatokat is végeztünk. Lovanként 10 g friss bélsármintát kimérünk és Erlenmeyer lombikban hozzáadtuk 90 ml steril Ringer oldathoz. A kapott elegyet 3-szor fél percig vortex-szel homogenizáltuk és 10 perc várakozás közben többször kézzel is ráztuk a megfelelő homogenitás miatt. Ezt követően az oldatokból hígítási sort készítettünk 10<sup>-7</sup> nagyságrendig. A megfelelő hígításokból 1-1 ml-t petricsészébe pipettáztunk, erre tejsav baktériumok esetén MRS agar, Coliformok esetén EMB agar táptalajból 15 ml-t öntöttünk, annak 50 °C-ra való hűlése után, és finoman elegyítettük vele. A mintákat állandó hőmérsékleten inkubáltuk, (27 °C) és a telepeket 2 nap után számoltuk meg.

A statisztikai értékelés az egyes mérési időpontokban kapott eredmények tekintetében párosított mintás T teszttel történt, 95%-os megbízhatósági szinten. A kiértékelést az SPSS 25.0 program segítségével végeztük.

### 3. Eredmények és értékelésük

Az állatok a készítményt kedvezően fogadták, takarmány visszautasítás nem történt. Kellemtelen mellékhatás, allergiás tünet egyik vizsgált lónál sem jelentkezett a termék etetése során.

#### Mikrobiológiai vizsgálatok

A vizsgált mintában viszonylag alacsony számú 6 CFU/g\*10<sup>4</sup> lactobacillust találtunk. Eredményeink alapján, a kezelések a lactobacillus és coli baktériumok számát jelentősen nem befolyásolták. A lactobacillus esetén az egyes méréseknél folyamatos enyhe negatív tendencia figyelhető meg a kezelések előtti állapothoz képest. A coli baktériumok vizsgálatakor a három héttel a kezelések utáni mérésnél tapasztaltunk nagyobb arányú csökkenést. A különbségek

statisztikailag egyik esetben sem igazolhatók, főként a kis egyedszám okozta magas szórásértékeknek köszönhetően.

### **Emésztési vizsgálatok**

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a kísérletben részt vett lovak kedvezően reagáltak a készítmény etetésére. A szárazanyag, nyersfehérje és nyersrost esetén egyaránt elmondható, hogy közvetlen a kezeléseket után jelentős változást ugyan nem tapasztaltunk, a három héttel későbbi mérésnél viszont az emészthetőség egyértelmű javulása volt érzékelhető. ennek háttérében feltételezhetően az állhat, hogy a készítmény prebiotikus hatásának érvényesüléséhez hosszabb időre volt szükség (2. táblázat).

2. táblázat: A vizsgált készítmény hatása az egyes táplálóanyagok emészthetőségére (%)

	kezelések megkezdése előtt	kezelések befejezésekor	3 héttel később
<b>szárazanyag</b>	46 ± 5,3 a*	43 ± 1,0 a	52 ± 2,8 b
<b>nyersfehérje</b>	61 ± 5,2 a	56 ± 11,0 a	67 ± 3,8 b
<b>nyersrost</b>	44 ± 4,5 a	41 ± 4,0 a	51 ± 3,4 b

ab az eltérő betűvel jelölt átlagok szignifikánsan különböznek ( $p < 0,05$ )

A készítmény lactobacillus tartalma, eredményeink szerint viszonylag alacsonynak mutatkozott. Úgy tűnik tehát, hogy a tapasztalt kedvező hatások elsősorban a gyógynövények jótékony hatásainak tudhatók be. A nyersrostonál megfigyelhető kifejezetten kedvező érték arra enged következtetni, hogy a kezeléseket kedvező hatással volt az utóbélben folyó bakteriális folyamatokra, ami a rostbontás hatékonyságát pozitívan befolyásolta.

Az emésztési vizsgálatok kedvező eredményei hasonlóak voltak egy korábbi, a Georgikonon végzett gyógynövényes kísérletnél kapott megfigyelésekhez (Bartos és mtsai., 2015), melyben a vizsgált készítmény gyártásának alapjául szolgáló szárított gyógynövény keverék, a rétiszéna táplálóanyagainak emésztésére gyakorolt hatását vizsgálták. Ebben az esetben a jótékony hatás már közvetlenül a kezeléseket után érzékelhető volt.

### **4. Következtetések, javaslatok**

Az általunk vizsgált gyógynövény keverék kizárólag természetes anyagokat tartalmaz és bizonyíthatóan egészséges termék így kockázatmentesen alkalmazható lovak esetén. A különböző jutalmazás céljából etetett készítmények, melyek gyakran ízfokozókat, aroma- valamint színező anyagokat, esetenként túl sok cukrot tartalmaznak, némi kivétlnivalót hagynak maguk után az esetlegesen hosszútávon fellépő egészség károsító hatásuk miatt. A vizsgált termék ezzel szemben nem tartalmaz mesterséges adalékanyagokat. Nem csak jutalmazásra, hanem akár kúraszerű alkalmazása is javasolt. A kísérletben bizonyítást nyertek a termék jótékony hatásai. Ezek közül kiemelkedő, hogy a készítmény kedvezően befolyásolja a rost emésztését, mely a humán gyógyászat tapasztalatait is figyelembe véve elsősorban az édesköménynek, valamint ánizsnak köszönhető (Bernáth, 1993; Rácz és Szabó, 2012). A javuló rost bontása kedvező hatása révén csökkenthető a bélsárpangás és egyes kólikás esetek kialakulásának esélye is. Véleményem szerint a készítmény fontos szerepet játszhat a takarmány kihasználás javításában az egyes takarmányok táplálóanyagait gyengébben hasznosító- illetve gyenge ét-

vágyú lovak esetén is főként a keserűanyagok étvágyfokozó hatása miatt (Csupor, 2003). Ezáltal javulhat a takarmányok táplálóanyagainak hasznosulása.

A vizsgált termék nagy granulátum formájának köszönhetően könnyen szállítható és ki-mérhető jó választás lehet minden lónak és lótartónak. Mivel a vizsgálatunk során bizonyítást nyert, hogy az állatok a készítményt szívesen fogyasztják, a termék kis mennyiségben (egy-lét granulátum) az elvégzett munka jutalmazására is javasolt lehet. Emésztést javító, egészség-megőrző kúrák esetén viszont a gyártó napi adagra vonatkozó ajánlását (200 g) célszerű kö-vetni. A kúrákat javasolt lehet néhány hét szünet után megismételni.

Kísérletünk során is bizonyítást nyert, hogy egyes gyógynövényeknek és kivonataiknak fontos szerepe lehet a lovak takarmányozásában, egészségmegőrzésben (Williams és Lam-percht, 2008; Hilary és Whishaw, 2014). A táplálóanyagok emészthetőségének szignifikáns javulása mellett a coli baktériumok számának csökkenő tendenciája is pozitív eredménynek tekinthető, bár utóbbi esetben a különbségeket statisztikailag nem tudtuk igazolni. A korábbi gyógynövényekkel végzett kísérletünkhöz hasonló eredményeink (Bartos és mtsai., 2015) arra engednek következtetni, hogy a készítmény előállítása (pl. granulálás folyamata) nem befolyásolta a keverékben található gyógynövények kedvező hatásait. A fermentálás az egyes hatóanyagok hasznosulása szempontjából kifejezetten kedvezőnek mondható.

Érdeemes lenne a kísérletet nagyobb lóállománnyal megismételni, akár hosszabb etetési sza-kaszok beiktatásával, hogy a készítmény pozitív, jótékony hatásait egyértelműen bizonyítani lehessen. Javasolt lehet továbbá a vizsgálatok folytatása a készítmény gyártásának alapjául szolgáló gyógynövény keverék és a termék direkt összehasonlítása. Így egyértelműen igazolni lehetne a fermentálás kedvező hatását.

A termék kedvező étrendi hatásai miatt javasolt lehet más, a lovak számára egészséges ki-egészítők, mint például huminsavak, a granulátumba történő keverése, mivel a készítménybe keverve ezeket is várhatóan szívesebben fogyasztanak az állatok.

Eredményeinket figyelembe véve, összességében elmondható, hogy a készítmény egy lo-vak által szívesen fogyasztott, az állatok egészségére egyértelműen kedvező hatást gyakorló, akár zabbal és tápokkal együtt biztonságosan és könnyen etethető, praktikus kiserelésű ter-mék.

## 5. Felhasznált irodalom

- Az Európai Közösségek Bizottsága 152/2009/EK rendelete* (2009. január 27.) a takarmányok hatósági ellenőrzé-se során alkalmazott mintavételi és vizsgálati módszerek megállapításáról Az Európai Unió Hivatalos Lapja 2009. 02. 26. L54/51 N. pontja (A módszer)
- Bartos Á. – Such N. – Koltay I. – Marton Zs. – Bányai A. (2015): Egy gyógynövénykeverék hatása a takarmány táplálóanyagainak látszólagos emészthetőségére lovakkal végzett kísérletben. *Állattenyésztés és Takarmányo-zás* 64. 198–206
- Bernáth J. (1993): Vadon termő és termesztett gyógynövények, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 640.
- Csupor Cs. (2003): Fitoterápia a háziorvoslásban. Emésztőszervi bántalmak, megbetegedések I. Csaláadorvosi Fórum 9. 46–51.
- Hilary, S. – Whishaw, C. (2014): Herbs for digestiv health. *Equine Wellness Magazin*, 5. 16–19
- Marton Zs. (2005): Lóherba, Gyógynövények lovaknak. Equinter Kiadó, Budapest, 166.
- Meierhenry, B. (szerk.) (2008): Colic: An age old problem. *Horse Report*, 26. 1–11
- Müller, C.E. (2012): Equine digestion of diets based on haylage harvested at different plant maturities. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 177. 65–74.
- Peters, J. – Combs, S. – Hoskins, B. – Jarman, J. – Kovar, J.L. – Watson, M. – Wolf, A. – Wolf, N. (2003): Re-com-mended Methods for Manure Analysis. In *Proceedings of the ASA-CSSA-SSSA Annual Meeting Abstracts*, Denver, CO, USA, 2–6 November 2003; ASA-CSSASSSA: Madison, WI, USA.
- Rácz G. – Szabó L. (2012): Gyógynövények ismerete. Galenus Kiadó, Budapest, 554.

*Such Nikoletta – Koltay Ilona – Ujj Zsófia - Bányai Adél – Bartos Ádám (2017): Probiotikus kiegészítő hatása a takarmány táplálóanyagainak látszólagos emészthetőségére lovakkal végzett kísérletben. Állattenyésztés és Takarmányozás 66. 3. 196–205*

*Williams, C A. – Lamprecht, E.D. (2008): Some commonly fed herbs and other functional foods in equine nutrition. The Vet. J., 178. 21–31.*

## Magyarországon 2017 és 2021 között rendezett lovastusa versenyek eredményeinek elemzése

Vincze Anikó – Gyovai Petra – Bokor Árpád

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus,  
Állattenyésztési Tudományok Intézet  
vincze.aniko@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A lovastusa egy átfogó, összetett lovasverseny, mely három részfeladatból tevődik össze (díjlovaglás, terep, díjugratás). A Nemzetközi Lovas Szövetség (FEI) azon dolgozik, hogy csökkentse a lovastusa versenyeken a terepverseny során tapasztalható súlyosabb ló és lovas balesetek számát. Ennek a tanulmánynak a célja, hogy megvizsgálja van-e összefüggés a lovastusa versenyek díjlovaglás és a terep eredményi, valamint a terep és díjugratás eredményi között. Vizsgálatunk a 2017 és 2021 között rendezett magyarországi lovastusa versenyek eredményein alapul ( $n = 2532$ ). A díjlovaglásban és a terepversenyen nyújtott teljesítmény között statisztikailag igazolhatóan ( $P < 0,05$ ) igen gyenge korrelációt (A0-A-CCN\*-Intro- CCN\*\*-CCN\*\*\*), illetve közepes pozitív korrelációt (CCN\*\*\*\*) tapasztaltunk. A terepversenyen és díjugratásban nyújtott teljesítmény között statisztikailag igazolhatóan ( $P < 0,05$ ) igen gyenge korrelációt figyeltünk meg az összes adat tekintetében ( $n = 2270$ ), és nem találtunk kapcsolatot az egyes kategóriákat külön értékelve. Mindezen eredmények azt sugallják, hogy a díjlovaglásban elért rosszabb eredmény nem feltétlen vetíti előre a terepen történő rosszabb teljesítést.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A Lovastusa egy összetett lovasverseny, mely teljesítéséhez elengedhetetlen, hogy a lovas pontosan ismerje lova képességeit, tisztában legyen a ló alapkiképzésével és általános képzettségi szintjével, valamint edzettségi állapotával, a ló egészségének és jó közérzetének megőrzése pedig egyedülálló kihívást jelent (*FEI, eventing rules, 2022*).

A lovastusa verseny három részfeladatból áll - díjlovaglás, terep, díjugratás - melyet a lovas ugyanazzal a lóval teljesít. A terepteszt a verseny legizgalmasabb és egyben a lovas és a ló részéről is a legnagyobb kihívást jelentő részfeladat. A terep a helyes alapokon nyugvó lóki-képzést értékeli, ahol fontos szerepet játszik, hogy a lovak és lovasok hogyan tudnak alkalmazkodni a verseny változó körülményeihez, ahol az egymás közötti bizalom és harmónia is meghatározó fontosságú. Minden versenyzőnek tudatában kell lennie, hogy a terep részfeladat teljesítése bizonyos mértékű kockázattal jár. Éppen ezért mindent meg kell tenni, hogy a versenyek minden szintjén felelősségteljes lovasok vegyenek részt, fokozatosan kiképzett lovakal, így ne jelentsen a versenyszám teljesítése nagyobb kockázatot, mint amit alapjában magában hordoz (*Nemzeti Lovastusa Szabályzat, 2022*).

Az elmúlt évtizedekben a lovastusa versenyek biztonságával kapcsolatban több tanulmány is készült, ahol a legnagyobb hangsúlyt a terepverseny kapta (*O'Brien és mtsai., 2016; International Eventing Safety Committee report, 2000*). Az elmúlt időszakban a terepszakasz követelményei az ugrások számát és nagyságát, valamint a szükséges sebességet illetően nem változtak, de a technikai nehézségeket figyelembe véve jelentősen növekedett (*Kirsch és mtsai., 2020; Marlin, 2007*;). Több tanulmány is foglalkozott az elmúlt időszakban azzal, hogy az egyes akadálytípusok milyen mértékben okoznak kockázatot a különböző nehézségi szinteken a lovastusa versenyeken (*Murray és mtsa., 2005; Murray és mtsai., 2004; Singer és mtsai.,*

2003). Azon lovagnál, amelyek nincsenek megfelelően felkészítve a terepróba követelményeire, a korai fáradtság jelentősen megnövelheti a sérülés kockázatát (Marlin, 2007). Az esések a terepverseny során igen súlyos következményekkel járhatnak, ami a ló és/vagy lovas halálát is okozhatja (Bennet és mtsai., 2021; *Eventing safety in the news*, 2012; Murray és mtsai., 2006). A terepen történő súlyos balesetek minimalizálása érdekében a *Nemzeti Lovastusa Szabályzat* (2022) értelmében a díjlovaglós feladatban történt megkérdőjelezhető teljesítés esetén a bírók a lovaszt a további versenyzésből kizárhatják.

Mindezeket figyelembe véve ennek a tanulmánynak a célja, hogy megvizsgálja a 2017-2021 között Magyarországon rendezett lovastusa versenyeken induló lovasok eredményei alapján az összefüggéseket a díjlovaglás és terepverseny eredménye, valamint a terepverseny és a díjugratás eredménye között.

## 2. Anyag és módszer

Vizsgálataink a 2017 és 2021 között rendezett Magyarországi lovastusa versenyek eredményein alapul. Az adatokat a Magyar Lovassport Szövetség Lovastusa Szakág nevezési programban (TopsSoft ZRt.) található eredményekből gyűjtöttük ki (*Lovastusa nevezési program*, 2017–2021). A terepverseny (1. táblázat) és díjugratás terhelései (2. táblázat) kategóriánként eltérőek.

1. táblázat: Magyarországon rendezett lovastusa versenyek terepterhelései kategóriánként

Verseny kategória	Akadályok száma (darab)	Erőkifejtések száma	Iram (méter/perc)	Táv (méter)	Akadály magasság / szélesség (méter)
AO	8-10	maximum 14	450	maximum 1800	0,9/1,0
A	15-20	maximum 25	500	maximum 2500	1/1,2
CCN*-Intro	20-25	maximum 28	520	maximum 3120	1,05/1,25
CCN**-S		25 – 30	520	2600 – 3120	110/140
CCN***-S		27 – 32	550	3025 – 3575	115/160
CCN****-S		30 – 35	570	3420 – 3990	120/180

Az adatok a *Nemzeti Lovastusa Szabályzat*ból (2022) lettek kigyűjtve.

A lovastusa versenyek eredményeinek meghatározása során a díjlovaglás százalékos eredményét hibapontokká alakítják, majd a díjlovaglás hibapontokhoz hozzáadják a díjugratás és a terepverseny akadályokon szerzett hibapontokat, az alapidő túllépéséért kapott hibapontokat és az egyéb hibapontokat. A győztes a három részfeladat során legkevesebb hibapontot kapott lovas-ló páros. Bármely részfeladatból történő kizárás azonnali kizárást von maga után az egész versenyből (*Nemzeti Lovastusa Szabályzat*, 2022).



2. táblázat: Magyarországon rendezett lovastusa versenyek díjugratás terhelései kategóriánként

Verseny kategória	Akadályok száma (darab)	Erőkifejtések száma	Iram (méter/perc)	Akadályok mérete magasság / szélesség – oxer (méter)
AO	8 – 10	9 – 11	350	0,9/0,9 -1
A	10 – 11	11-12	350	1/1,20
CCN*-Intro	10 – 11	maximum 12	350	1,1/1,25
CCN**-*S	10 – 11	maximum 13	350	1,15/1,35
CCN***-*S	10 – 11	maximum 14	350	1,2/1,4
CCN****-*S	11-12	maximum 15	375	1, 25/1,45

Az adatok a *Nemzeti Lovastusa Szabályzat*ból (2022) lettek kigyűjtve.

Az eredmények értelmezésénél kizárásról akkor beszélünk, ha a lovas-ló páros nem folytathatja a versenyzést a szabályzat értelmében. Feladta azt jelenti, hogy a lovas elkezdte a versenyszám teljesítését, de azt nem fejezi be saját döntése alapján. Visszalépett, ha valamely versenyszám előtt hivatalosan jelzi, hogy nem kívánja megkezdeni a versenyszám lovaglását (*Nemzeti Lovastusa Szabályzat*, 2022).

Az adatok előkészítését Microsoft Excel programmal, míg azok értékelését a SAS 9.4 (2013) szoftvercsomaggal végeztük. A lovastusa versenyeken díjlovaglásban elért eredményeknél a hibapontokat használtuk, míg a terepverseny eredményeit ordinális változóként kezelve (0 hp; 20 hp; 40 hp; 60 hp és „kizárt”) kategóriákba soroltuk. Azon terepverseny eredményeket, ahol a lovas a versenyt feladta, vagy az indulás előtt visszalépett kizártuk a vizsgálatból (terep:  $n_{\text{feladta}}$ ,  $n_{\text{visszalépett}} = 54$ ). A változók között korrelációs számítást végeztünk (polyserial correlation). Szintén vizsgáltuk a terepverseny hibapontjai, illetve a díjugratásban szerzett hibapontok közötti kapcsolatot (polychoric correlation). A korrelációs számításokat minden versenyeredmény, illetve kategóriánként is elemeztük.

### 3. Eredmények és értékelésük

A 3. táblázat mutatja, hogy míg díjlovaglás versenyszámban induló és befejező lovasok számában nincs különbség, addig a terepen és a díjugratásban több kizárt, feladott, visszalépett lovas található. Az AK kategóriát kivéve az egyes kategóriákban induló lovasok száma csökken a nehézségi szint emelkedésével párhuzamosan (A0-CCN\*\*\*\*) az elmúlt 5 év adatai alapján. Az AK kategóriában tapasztalható alacsonyabb létszám hátterében az állhat, hogy ez a kategória 2017-ben került bevezetésre, így kezdetben még kevesebb helyszínen került kiírásra ez a versenyszám, és a lovasok körében sem volt akkora népszerűsége.

A vizsgálatunkban a kizárt lovasok %-os aránya a díjlovaglásban indulókhöz képest az alábbi: AK (11,1%), A0 (9,3%), A (13%), CCN\*-Intro (10,9%), CCN\*\* (12%), CCN\*\*\* (12%), CCN\*\*\*\* (17, 8%), ami közel azonos, mint amit *Bennet és mtsai.* (2021) tapasztaltak a nemzetközi lovastusa versenyek eredményeinek értékelésénél, ahol ez az arány 9,8-13,8% között változott. A kategóriák nehézségi szintjének növekedésével a lovak nagyobb eséllyel buknak fel terepen, míg a hosszabb pályákon a lovasok nagyobb eséllyel esnek le *Bennet és mtsai.* (2021) vizsgálatai alapján, azonban arról nincs információnk, hogy ezek a számok a

magyarországi versenyeken hogyan alakultak, hiszen nincs külön feltüntetve az eredményeknél a kizárás oka. Azt is figyelembe kell venni, hogy a magasabb kategóriákban a szabályok megkövetelik, hogy a pályaépítők bonyolultabb pályatervet készítsenek, hogy nagyobb kihívást jelentsen a lovaknak és a lovasoknak, mint az alacsonyabb versenyszinteken (*Nemzeti Lovastusa Szabályzat*, 2022), ami tovább növelheti a kizárt lovasok arányát, mint ahogy azt a mi vizsgálatunk eredménye is mutatja.

3. táblázat: Magyarországon 2017 és 2021 között rendezett lovastusa versenyeken az induló és a befejező lovasok száma kategóriánként

Verseny kategória	Díjlovglásban indulók/befejezők száma	Terepen indulók/befejezők/kizártak/feladta/visszaléptek száma	Díjugratásban indulók/befejezők/kizártak/feladta/visszaléptek száma
AK	324 / 324	322 / 289 / 30 / 3 / 2	289 / 283 / 6 / 0 / 0
A0	889 / 889	889 / 803 / 79 / 5 / 2	788 / 784 / 4 / 15 / 0
A	617 / 617	612 / 537 / 72 / 3 / 5	527 / 518 / 8 / 1 / 10
CCN*-Intro	339 / 339	338 / 299 / 32 / 7 / 1	332 / 327 / 5 / 0 / 6
CCN**	332 / 332	331 / 285 / 35 / 11 / 1	280 / 273 / 5 / 2 / 5
CCN***	99 / 99	98 / 80 / 10 / 8 / 1	96 / 93 / 2 / 1 / 2
CCN****	28 / 28	28 / 20 / 3 / 5 / 0	26 / 24 / 2 / 0 / 2

A díjlovglásban és a terepversenyen nyújtott teljesítmény között statisztikailag igazolhatóan ( $P < 0,05$ ) igen gyenge korrelációt figyeltünk meg az A0-A-CCN\*-Intro- CCN\*\*-CCN\*\*\* (4. táblázat) kategóriáknál.

4. táblázat: Magyarországon 2017 és 2021 között rendezett lovastusa versenyek díjlovglás és a terep eredményei közötti összefüggések vizsgálata

Polyserial korreláció				
Kategória	Elemzés	Korrelációs együttható	Vald test	LR test
Összes	2532	0,135	< 0,0001	< 0,0001
AK	319	0,117	0,0881	0,0921
A0	867	0,129	0,0020	0,0024
A	598	0,114	0,0223	0,0239
CCN*-Intro	325	0,156	0,0161	0,0184
CCN**	313	0,171	0,0141	0,0168
CCN***	87	0,337	0,0049	0,0100
CCN****	23	0,489	0,0082	0,0297

Ez azt jelenti, hogy a díjlovglásban nyújtott esetleges gyengébb teljesítmény nem feltételezi azt, hogy a terepen is gyengébb teljesítményt tapasztalunk. A CCN\*\*\*\* kategória esetében a Polyserial korrelációs együttható (0,489) közepes pozitív kapcsolatot mutat. Ez az eredmény azt mutatja, hogy a nehezebb kategóriák esetében a díjlovglásban kapott nagyobb hibapont sugallhatja azt, hogy a lovasnak a terepen is több hibapontja lesz, esetlegesen kizárásra kerül. *Bennet és mtsai.* (2021) vizsgálata kimutatta, hogy azok a ló-lovas párosok, akik 50-nél magasabb hibapontot kaptak a díjlovglásban, azok nagyobb eséllyel esnek le vagy buknek fel a terepen, mint akik 50 vagy annál kisebb díjlovglás hibapontot értek el.

5. táblázat: Magyarországon 2017 és 2021 között rendezett lovastusa versenyek terep és a díjugratás eredményei közötti összefüggések vizsgálata

Polychoric korreláció			
Kategória	Elemsszám	Korrelációs együttható	P érték
Összes	2270	0,0449	<b>0,0325</b>
AK	288	0,0994	0,0918
A0	788	0,0034	0,0577
A	526	0,1419	0,0684
CCN*-Intro	293	0,0331	0,0864
CCN**	278	0,0538	0,0909
CCN***	77	0,0271	0,1684
CCN****	20	0,4501	0,2570

A terepteszt és a díjugratásban nyújtott teljesítmény között statisztikailag igazolhatóan ( $P < 0,05$ ) igen gyenge korrelációt figyeltünk meg az összes adat tekintetében, azonban nem találtunk statisztikailag igazolható kapcsolatot (5. táblázat), amikor a kategóriákat külön-külön értékeltünk. Bennet és mtsai., (2021) vizsgálata szerint nagyobb mértékben befolyásolja az eredményeket az, hogy hány héttel, milyen eredménnyel versenyzett a páros az adott verseny előtt, illetve hányszor versenyzett a ló és a lovas lejjebb lévő kategóriában, mint a többi részfeladatban nyújtott teljesítmény.

#### 4. Következtetések, javaslatok

Eredményeink alapján úgy tűnik, a terepen nyújtott teljesítmény kevésbé függ a többi részfeladat eredményétől egy lovastusa versenyen. A díjlovaslásban nyújtott esetleges gyengébb eredmény nem feltételezi azt, hogy a terepen is gyengébb teljesítményt tapasztalunk, valamint a terepen történő teljesítés és a díjugratás eredménye között sincs lényegi összefüggés a mi vizsgálatunk alapján.

Mivel egyes tanulmányok mutattak ki összefüggés a díjlovaslás és terep eredménye között nagyobb elemszám esetén, így lehet érdemes lenne több év, akár 10 év adatait feldolgozni a magyarországi versenyek esetében is a további összefüggések vizsgálata érdekében.

#### 5. Felhasznált irodalom

- Bennet, E. D. – Cameron - Whytock, H. – Parkin, T. D. (2021): Fédération Equestre Internationale eventing: Risk factors for horse falls and unseated riders during the cross - country phase (2008 - 2018). Equine veterinary journal.
- Fédération Equestre Internationale (FEI): Eventing rules 2022, 25th ed. FEI, Lausanne, Switzerland, 12. [https://inside.fei.org/sites/default/files/2022%20Eventin%20Rules\\_track%20changes\\_1.pdf](https://inside.fei.org/sites/default/files/2022%20Eventin%20Rules_track%20changes_1.pdf)
- International Eventing Safety Committee report, 2000 from <https://inside.fei.org/system/files/2000%20Safety%20report.pdf>. Last accessed 14 April 2021
- Kirsch, K. – Horstmann, S. – Holzhausen, H. – Serteyn, D. – Sandersen, C. (2020): Heart rate and blood lactate responses during the cross-country test of 2-star to 5-star eventing competitions. Comparative Exercise Physiology, 16(4), 303–318.
- Lovastusa nevezési program: 2017-2022: <http://nevezes.eventing.hu>
- Marlin, D. J. (2007): Exercise physiology of eventing: What do we know about the science of eventing?
- Murray, J. K. – Singer, E. R. – Saxby, F. – French, N. P. (2004): Factors influencing risk of injury to horses falling during eventing. The Veterinary Record, 154(7), 207–208.

- Murray, J. K. – Singer, E. R. – Morgan, K. L. – Proudman, C. J. – & French, N. P.* (2005): Risk factors for cross-country horse falls at one-day events and at two-/three-day events. *The Veterinary Journal*, 170(3), 318–324.
- Murray, J. K. – Singer, E. R. – Morgan, K. L. – Proudman, C. J. – French, N. P.* (2006): The risk of a horse - and - rider partnership falling on the crosscountry phase of eventing competitions. *Equine veterinary journal*, 38(2), 158–163.
- Nemzeti Lovastusa Szabályzat* (2022): <http://military.lovasszovetseg.hu/wp-content/uploads/2022/02/2022-HAZAI-LOVASTUSA-SZABALYZAT-tervezet.pdf>
- O'Brien, D.* (2016): Look before you leap: what are the obstacles to risk calculation in the equestrian sport of eventing? *Animals*, 6(2), 13.
- Eventing safety in the news* (2012): Available from <https://www.horsetalk.co.nz/2012/04/02/eventing-safety/>. Last accessed 14 April 2021
- SAS (2013)*: Statistical Analysis Software. Users' Guide Statistics Version 9.4. SAS Institute Inc., Cary.
- Singer, E. R. – Saxby, F. – French, N. P.* (2003): A retrospective case-control study of horse falls in the sport of horse trials and three-day eventing. *Equine Veterinary Journal*, 35(2), 139–145.

## A 2002 és 2017 között született lengyel hidegvérű fajtába, valamint a sokólski és sztumski tájfajtába tartozó ménnek testméreteinek vizsgálata

Gyovai Petra – Unger Helga – Vincze Anikó – Bokor Árpád

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus,  
Állattenyésztési Tudományok Intézet  
gyovai.petra@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A vizsgált egyedek a lengyel hidegvérű fajtába (LH) valamint annak két tájfajtájába (sztumski (sztum), sokólski (sokl)) tartozó 2002 és 2017 között született, ménnek voltak. A teljes adatbázisban 1986 mén (1363 db LH, 265 db sokl és 358 db sztum) bottal mért marmagassága (MM), övmérete (ÖV) és szárkörmérete (SzKM) szerepelt. A vizsgált LH ménnek átlagos MM  $161,38 \pm 3,01$  cm, a sokl tájfajta ménjeié  $160,17 \pm 2,37$  cm, míg a sztum  $161,25 \pm 2,97$  cm. A sokl tájfajta a MM tulajdonságban statisztikailag igazolhatóan ( $P < 0,0001$ ) eltér a másik két fajtától.  $219,82 \pm 7,56$  cm,  $220,10 \pm 7,32$  cm és  $217,32 \pm 6,54$  cm-es ÖV jellemzi sorrendben, a LH, sokl, és sztum. fajtákat. Az ÖV-et tekintve a sztum fajta különbözött ( $P < 0,0001$ ) a másik két fajtától a vizsgált időintervallumban. A szár körmérete a LH-nél  $27,52 \pm 1,23$  cm, a sokól  $26,21 \pm 0,78$  cm, a sztum-nál pedig  $27,22 \pm 0,95$  cm. Mindhárom fajta SzKM statisztikailag igazolhatóan ( $P < 0,0001$ ) eltér egymástól. A fajtákon belüli egyes évpárokra vonatkozó vizsgálatokban a LH-ben a MM és az ÖM voltak különbözőek. A sokl. és sztum. tájfajta esetében sem a MM sem az ÖV, sem a SzKM tulajdonságban nem találtunk a fajtán belül igazolható különbséget a vizsgált évjáratok között. Vizsgálatunk eredményei azt mutatják, hogy a LH és annak két tájfajtája az egyes testméretekben jól elkülöníthetők egymástól.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A lovak testméreteinek felvétele elengedhetetlen ahhoz, hogy meg tudjuk állapítani egy egyed fejlettségét, a fajtastandard-nek és a tenyészcélnak való megfelelését (Mihók, 2004). A ló testméretei meghatározóak az erőkifejtés, munkaképesség mértékének előrejelzésében és ebből adódóan az állat értékének megállapításában. (Schandl, 1955). A rámásság elbírálásához – vagyis, hogy az adott egyed méretei mennyire felelnek meg az adott fajta elvárásainak az ivar és életkor figyelembevételével – szükségünk van az egyed néhány testméretének ismeretére (Brem, 1998). Főleg igaz ez a munkalovak vagyis a többségében hidegvérű fajtacsoportba tartozó fajták egyedeire. Magyar hidegvérű és muraközi típusú kancák esetében Bene és mtsai (2011a, 2011b) közöltek testméretekre vonatkozó adatokat. A három leggyakrabban felvett testméretet lovak esetében a marmagasság (mérőbottal vagy szalaggal), az övméret és a szárkörméret. Az övméretet szalaggal mérjük a mar és könyök mögött, a törzs legkeskenyebb részén kilégzés közben. A mellkas mélységét és dongásságát jelzi ez az érték. A szárkörméretet a ló lábtöve alatt, a lábszár legkeskenyebb részén mérjük, általában bal lábon, feltéve, hogy azon nincs semmilyen sérülés, kinövés, amely a mérést befolyásolná. A szárkörméret a ló csontozatának erősségéről nyújt információt és ebben az esetben tized centimétereket is mérünk.

Lengyelország 2004-es Európai Unió csatlakozásával, valamint a lópopulációk genetikai erőforrásainak védelmét szolgáló programok létrehozásával szükség volt a hidegvérű lovak tenyésztésében egy külön fejezet nyitására. Az ENSZ Biológiai Sokféleség Egyezményének előírásai szerint – összhangban az Európai Unió elveivel – minden részes félnek, így Len-

gyelországnak és hazánkknak is nemzeti stratégiát kellett kidolgoznia a biológiai sokféleség megőrzésére és fenntartható hasznosítására. 2008-ban a lengyel Országos Állattenyésztési Kutatóintézet közreműködésével indult el a helyi lópopulációk genetikai sokféleségének védelmét szolgáló program (*POZGZG*, 2021). A program lehetőséget teremtett a lengyel póni, a hucul, a kis-lengyelországi ló, a nagy-lengyelországi ló, a sziléziai lófajták mellett a lengyel hidegvérű fajta tájfajtáinak, a sztumski és a sokólski tájfajták, megőrzésére is, melyek populációi az utóbbi évtizedekben drámai módon csökkentek. Hazánk és Lengyelország lóállományára vonatkozó 2017 évi adatok szerint Lengyelország összes lóállománya 260.700 db, melyből 134.000 db (~50%) valamely hidegvérű fajtába tartozik (*PZHK*, 2019), míg hazánk 57.200 db-ra becsült összes egyede közül csupán 3.900 db ló (~7%) képviseli valamely hidegvérű fajtát (*KSH*, 2020; *MHLOE*, 2019). Az adatokból az látszik, hogy Lengyelországban meghatározó szerepük van a hidegvérű lovaknak a többi fajtával szemben. A lengyel hidegvérű, valamint tájfajtáinak méneskönyveit a 19. század közepétől vezetik Lengyelországban. Míg a lengyel hidegvérűben szinte minden fajtájú mén fedezése elfogadott, ha az javító hatású a fajtára addig a fajtamegőrzési program előírása szerint sztumski és sokólski tájfajtájú kancák termékenyítéséhez csak a min. 75 % sztumski / sokólski vérhányaddal rendelkező mének használhatók. A lengyel hidegvérű lovak tenyésztési programja a származási követelményeken, a standard méreteken és a küllemre vonatkozó elvárásokon kívül rögzíti, hogy a méneknek kötelező teljesítmény vizsgálaton kell részt venni, ahol különböző ügyességi, erő kifejtéses és viselkedési tesztek, feladatok alapján kapják meg az összesített pontszámot, illetve minősítést (*LLOSZ*, 2020). Munkánk célja, az volt, hogy elemezzük a lengyel hidegvérű lófajta, valamint a génmegőrzési programban részt vevő tájfajtáinak, a sztumski és sokólski testméretváltozását a 2002 és 2017 között született és tenyésztési engedéllyel rendelkező mének esetében.

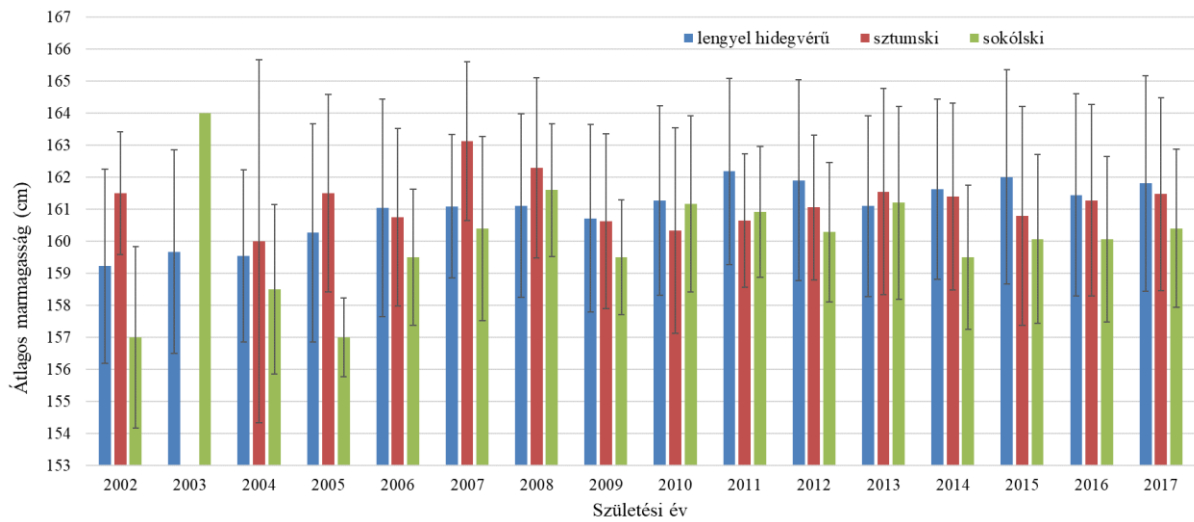
## 2. Anyag és módszer

Vizsgálatunkhoz a Lengyel Lótenyésztő Országos Szövetség által elvégzett hivatalos méretfelvételezés során feljegyzett adatok álltak rendelkezésünkre. A vizsgált egyedek a lengyel hidegvérű fajtába, valamint annak két tájfajtájába, a sztumski és sokólskiba tartozó 2002 és 2017 között született, tenyésztési engedéllyel rendelkező mének voltak. A teljes adatbázisban 1986 mén (1363 db lengyel hidegvérű, 265 db sokólski és 358 db sztumski) bottal mért marmagassága, övmérete és szárkörmérete szerepelt. Az adatelőkészítést Microsoft Excel programmal végeztük, a fajták közötti és a fajtán belüli három testméretre vonatkozó különbségek vizsgálatát egytényezős varianciaanalízissel és Tukey-Kramer teszttel végeztük a SAS 9.4 (2013) szoftver segítségével.

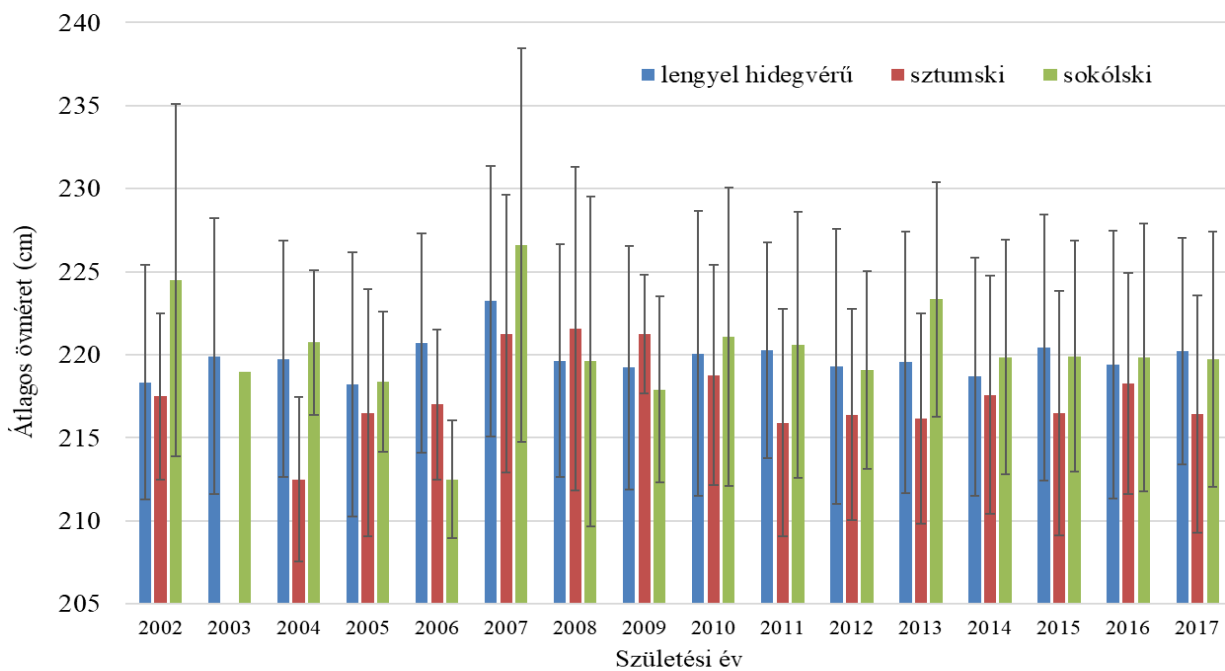
## 3. Eredmények és értékelésük

A vizsgált lengyel hidegvérű mének átlagos marmagassága  $161,38 \pm 3,01$  cm, a sokólski tájfajta ménjei  $160,17 \pm 2,37$  cm, míg a sztumskié  $161,25 \pm 2,97$  cm (1. diagram). A sokólski tájfajta a marmagasság tulajdonságban statisztikailag igazolhatóan ( $P < 0,0001$ ) eltér a másik két fajtától, de a lengyel hidegvérű és a sztumski nem különböznek egymástól.

$219,82 \pm 7,56$  cm,  $220,10 \pm 7,32$  cm és  $217,32 \pm 6,54$  cm-es övméret jellemzi sorrendben, a lengyel hidegvérű, sokólski, és sztumski fajtákat (2. diagram). Az övméretet tekintve a sztumski fajta különbözött ( $P < 0,0001$ ) a másik két fajtától a vizsgált időintervallumban.



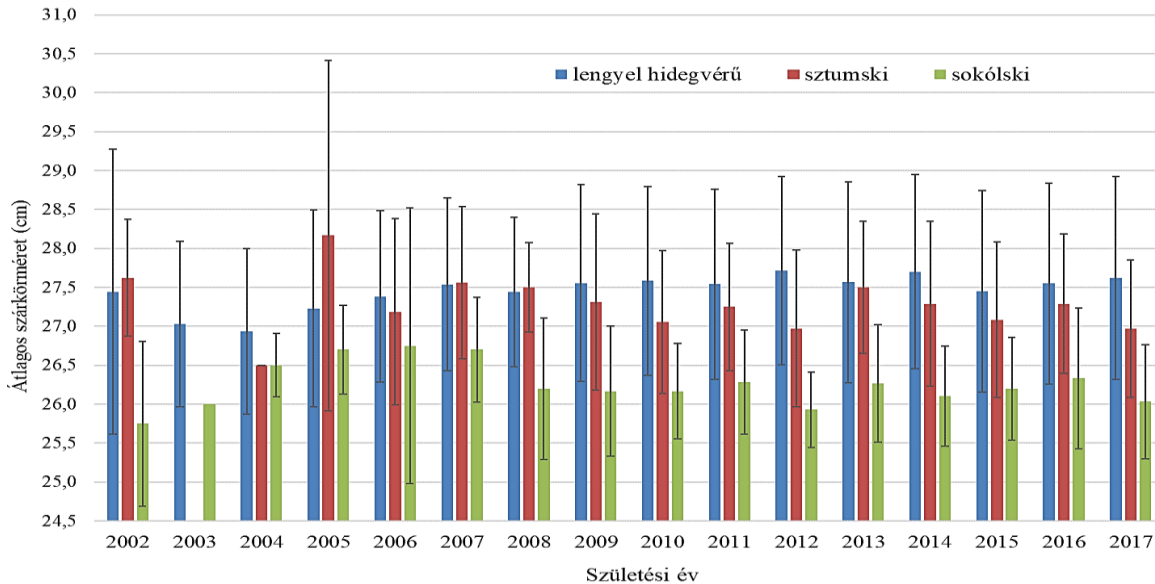
1. diagram: A 2002 és 2017 között született lengyel hidegvérű, valamint a sokólski és sztumski tájfajta ménjeinek átlagos marmagassága



2. diagram: A 2002 és 2017 között született lengyel hidegvérű, valamint a sokólski és sztumski tájfajta ménjeinek átlagos övmérete

Grażyna (2016) 2008 és 2014 közötti intervallumban vizsgálta a génmegőrzési programba bevont sokólski és sztumski kancák testméreteinek változását. A sokólski kancák esetében 156,68 cm-es, a sztumski kancáknál 158,59 cm-es átlagos marmagasságot és állapított meg, melyek a kancákra vonatkozó elvárt mérettartományon belül vannak (LLOSZ, 2020). Grażyna (2016) vizsgálatában a kapott eredmények alapján megállapítja, hogy a sztumski lovak a fajta tenyésztési programjának megfelelően nagyobbak és csontosabbak voltak. Eredményei összhangban vannak az általunk végzett vizsgálatok eredményeivel.

A szár körmérete a lengyel hidegvérűnél  $27,52 \pm 1,23$  cm, a sokólskinál  $26,21 \pm 0,78$  cm, a sztumskinál pedig  $27,22 \pm 0,95$  cm (3. diagram). Mindhárom fajta szárkörmérete statisztikailag igazolhatóan ( $P < 0,0001$ ) eltér egymástól.



3. diagram: A 2002 és 2017 között született lengyel hidegvérű, valamint a sokólski és sztumski tájfajta méneinek átlagos szárkörmérete

Az egyes fajta/tájfajták testméreteire kapott átlagokat összevetve az 1. táblázatban (LLOSZ, 2020) látható standard méretekkel azt látjuk, hogy az általunk vizsgált mének marmagassága, övmérete és szárkörmérete is megfelel a fajtastandardnak.

1. táblázat: A lengyel hidegvérű mének standard testméretei (LLOSZ, 2020)

	Marmagasság (cm)	Övméret (cm)	Szárkörméret (cm)
Lengyel hidegvérű	158-165	200 felett	26-28
Sokólski	155-165	200 felett	25-27
Sztumski	157-169	210 felett	26-30

A fajtákon belüli egyes évpárokra vonatkozó vizsgálatok alapján megállapítottuk, hogy a 2003-ban született lengyel hidegvérű mének átlagos marmagassága eltér ( $P < 0,0001$ ) a 2011, 2012, 2015 és a 2017-ben született mének marmagasságától, a 2004-ben született mének a 2011, 2012, 2014, 2015, 2016 és 2017-es születésű ménektől különböznek, míg a 2005-ben megszületők pedig 2011-es és 2012-es születésűektől. A 2007-ben született lengyel hidegvérű mének övmérete eltér ( $P < 0,0001$ ) a 2014 és 2016-os születésű mének átlagos övméretétől. Ugyanakkor a szárkörméret tekintetében nincs statisztikailag igazolható különbség az egyes években megszülető lengyel hidegvérű mének között.

A sokólski tájfajta esetében sem a marmagasság sem az övméret, sem a szárkörméret tulajdonságban nem találtunk a fajtán belül igazolható különbséget a vizsgált évjáratok között, és ugyan ez elmondható a sztumski fajtáról is.



#### 4. Következtetése és javaslatok

Vizsgálatunk eredményei azt mutatják, hogy a lengyel hidegvérű és annak két tájfajtája az egyes testméretekben jól elkülöníthetők egymástól. Az egyes évjáratok ménjeit összehasonlítva jól látszanak a fajtákon belüli fenotípusos változások, de ezek mind a tenyésztési, mind a fajta génmegőrzését – a sokólski és sztumski esetében – biztosító programok célkitűzéseivel összhangban vannak (POZGZG, 2021; LLOSZ, 2020; POZGZG, 2022a; POZGZG, 2022b). A megfelelő tenyésztési szabályozással, a folyamatos kontrollal elérhető, hogy a lovak ma ismert külleme, biometrikus méretei ne változzanak, ne vesszenek el a helyi fajok sajátosságai. Viszont annak érdekében, hogy a mára kialakult lengyel hidegvérűekre jellemző küllemi és méretbeli sajátosságokat megtartsák a fedezettésre használt mének megfelelő kiválasztására továbbra is nagy gondot kell fordítani. Bár a lengyel hidegvérű populáció mérete (134.000 egyed) jelentősen meghaladja a magyar hidegvérűjét (3.900 egyed) – így nagyobb szelekciós bázist és több lehetőséget nyújt –, azonban célszerű lenne itt is a tenyésztői és piaci igények finomhangolását úgy elvégezni, hogy a fajta, vagy annak típusai megőrizték küllemi sajátosságait.

#### 5. Felhasznált irodalom

- Bene Sz. – Nagy B. – Nagy Zs. – Kiss B. – Zsuppán Zs. – Szabó F. (2011a): Különböző fajtájú tenyészkanca élősúlya és testméretei. 6. közlemény: A magyar hidegvérű. Állattenyésztés és Takarmányozás, 60. 165–183.
- Bene Sz. – Kovács-Mesterházy Z. – Szabó F.: Különböző fajtájú tenyészkanca élősúlya és testméretei. 8. közlemény; A muraközi típus Állattenyésztés és Takarmányozás, 60. 371–384.
- Berm G. (szerk.) (2003): A gazdasági állatok küllemi bírálata. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó Kft. Budapest
- Grażyna P. (2016): Zmiany cech fenotypowych populacji koni sztumskich i sokólskich objętych programem ochrony zasobów genetycznych w latach 2008–2014. Wiadomości Zootechniczne, R. LIV, 2:119–129.
- KSH (2020): Központi Statisztikai Hivatal: <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo/haViewer.jsp> [letöltve: 2020.05.15.]
- Schandl J. (1959): Lótenyésztés, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- LLOSZ (2020): Lengyel Lótenyésztők Országos Szövetsége: Tenyésztési program és szabályzat 2020 (Program Hodowli Koni Rasy, Polski Koń Zimnokrwisty, 2020)
- LLOSZ (2021): Lengyel Lótenyésztők Országos Szövetsége: Méennyilvántartás 2021 <https://www.pzhk.pl/hodowla/rejestr-ogierow/> [letöltve: 2021.09.12.]
- Mihók S. (2004): A gazdasági állatok küllemtana, In: Szabó F. /szerk./: Általános állattenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- MHLEO (2018): Magyar Hidegvérű Lótenyésztő Országos Egyesület: Tenyésztési program és szabályzat (2018)
- MHLOE (2019): Magyar Hidegvérű Lótenyésztő Országos Egyesület: Tag, kanca és ménlétszám alakulás, <https://hidegverulotenyestok.hu/egyesuletrol/tag-kanca-es-menletszam-alakulas/> [letöltve: 2019.11.12.]
- POZGZG (2021): Állatállományok genetikai sokféleségének megőrzéséről szóló program, 2021: Programy Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt Gospodarskich [http://www.bioroznorodnosc.izoo.krakow.pl/konie/programy-ochrony?fbclid=IwAR3g6s5zpmzRBICwupa0b8vO5SgFhDgyOLV7fTLo-U3op\\_u-coePm8hhcb0](http://www.bioroznorodnosc.izoo.krakow.pl/konie/programy-ochrony?fbclid=IwAR3g6s5zpmzRBICwupa0b8vO5SgFhDgyOLV7fTLo-U3op_u-coePm8hhcb0) [letöltve: 2021.11.05.]
- POZGZG (2022a): A sokólski lovak genetikai sokféleségének megőrzésére irányuló program, 2022: (Program ochrony zasobów genetycznych koni sokólskich) Programy ochrony zasobów genetycznych koni; Programy Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt Gospodarskich (izoo.krakow.pl) [letöltve, 2022.03.18.]
- POZGZG (2022b): A sztumski lovak genetikai sokféleségének megőrzésére irányuló program, 2022: (Program ochrony zasobów genetycznych koni sokólskich) Programy ochrony zasobów genetycznych koni; Programy Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt Gospodarskich (izoo.krakow.pl) [letöltve, 2022.03.18.]
- PZHK (2019): Polski Związek Hodowców Koni, (2019): <https://www.pzhk.pl/?msclid=9561e83ecf6c11ec8d86117a98d65e86> [letöltve: 2020.04.15.]



## Morphometry analysis of Przewalski's horse (*Equus ferus*) spermatozoa using Sperm Sizer software – establishing repeatability

Ariuntungalag Javkhlan<sup>1</sup> – Zsófia Tóth<sup>2</sup> – Szabolcs T. Nagy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Institute of Animal Sciences

<sup>2</sup>University of Debrecen, Department of Evolutionary Zoology and Human Biology  
ariunaa0731@gmail.com

### Summary

Sperm morphometry analysis of *post mortem* collected Przewalski's stallion spermatozoa was done with Sperm Sizer software on smears stained Feulgen staining kit. Repeated measurements were done to reveal the repeatability of the staining and the morphometry software. Using Bland-Altman statistics we conclude that the current settings provide an acceptable repeatability in the measurement of different subdomains of Przewalski's stallion spermatozoa.

### 1. Introduction

Sperm morphology is one of the most important attributes in sperm quality (Nagy *et al*, 2013) and the relationship between morphological abnormalities and male fertility was established a century ago in domestic animals (Williams and Savage, 1927). Sperm morphology analysis is routinely assessed in the breeding soundness evaluation of breeding males (Barth and Oka, 1989).

Sperm morphology and morphometry, i.e. the measurement of spermatozoa with image analysis tools are important attributes to study the relationships between reproductive strategies like postcopulatory sperm competition and sperm morphological diversity (Kahrl *et al*, 2021).

Recently, a large scale database has been established to include sperm measurement data from different animal taxa (<https://spermtree.org/>), however, Przewalski's horse was not included at the time of the present study. Przewalski's horse (*Equus ferus*) is the only wild horse species, considered as Endangered according to the IUCN Red List.

The aim of the present study was to measure the sperm head, midpiece and flagellum length of *post mortem* collected and cryopreserved Przewalski's horse spermatozoa after Feulgen staining using the free Sperm Sizer software (McDiarmid *et al*, 2021). Using repeated measurements, we established the repeatability of this staining protocol and morphometric analysis.

### 2. Materials and methods

Sample collection and sperm staining was described by Javkhlan *et al* (2021). Briefly, epididymal sperm samples from five Przewalski's stallions were collected *post mortem*, then frozen in a commercial stallion semen extender and transferred to the laboratory in liquid nitrogen tank. Straws were thawed in a 37°C water bath for 30 sec, then smears were prepared on slides. Smears were allowed to dry then staining was done with a Feulgen staining kit (Merck,

cat.no. 1079070001) following the manual of the manufacturer with modifications (*Javkhlan et al, 2021*).

Digital photos were taken at 1000x magnification with phase contrast optics using an Olympus BX 43 microscope equipped with an Olympus DP26 digital camera and Olympus Stream Start image acquisition software.

Digital images were analyzed with Sperm Sizer free software (version 1.6.6.). Data were collected as pixels. Every sperm cell was measured twice, and the repeated measurements were analyzed to reveal repeatability using Bland-Altman statistics (*Bland and Altman, 1986*) with the BlandAltmanLeh package in R (version 3.6.1).

### 3. Results

Spermatozoa a uniform, bluish color, and with phase contrast optics, besides the sperm head, the midpiece and the main piece of the flagellum are visible (*Figure 1*).



*Figure 1. Feulgen staining of Przewalski's stallion spermatozoa visualized with phase contrast optics*

With Sperm Sizer, the three main sperm domains, the head, flagellar midpiece and main piece were identified and measured (*Figure 2*).

A total of 181 spermatozoa were identified correctly with the Sperm Sizer software. The average ( $\pm$  SD) sperm head size was 73 ( $\pm$  5,6), the midpiece 137 ( $\pm$ 25), the main piece 569 ( $\pm$  51) pixels. The Bland-Altman repeatability coefficient was -0.2; 0.7 and 1.5; the limits of agreement were 4.2 and -4.6; 25.3 and -23.9; 37.5 and -34.6 pixels for the sperm head, mid-piece and main piece, respectively (*Figure 3*).

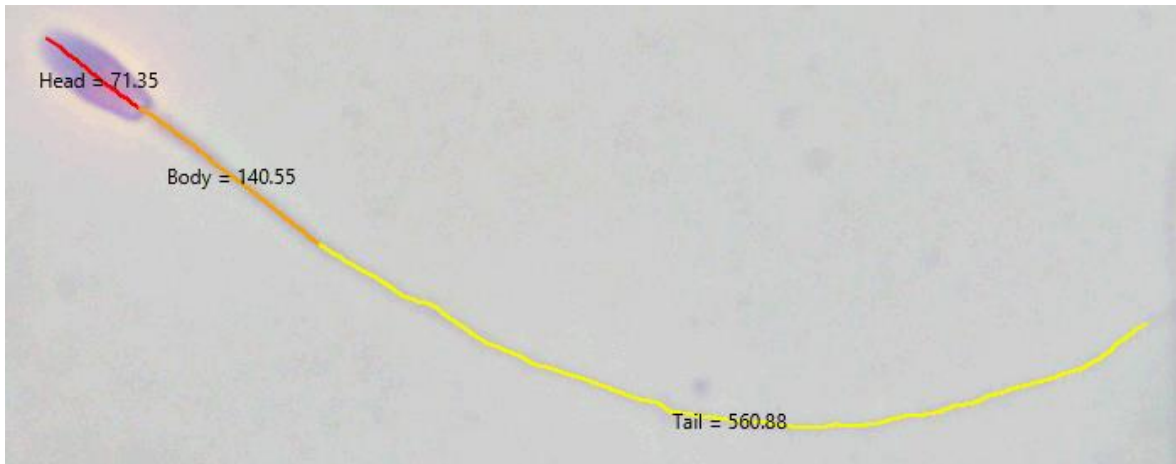
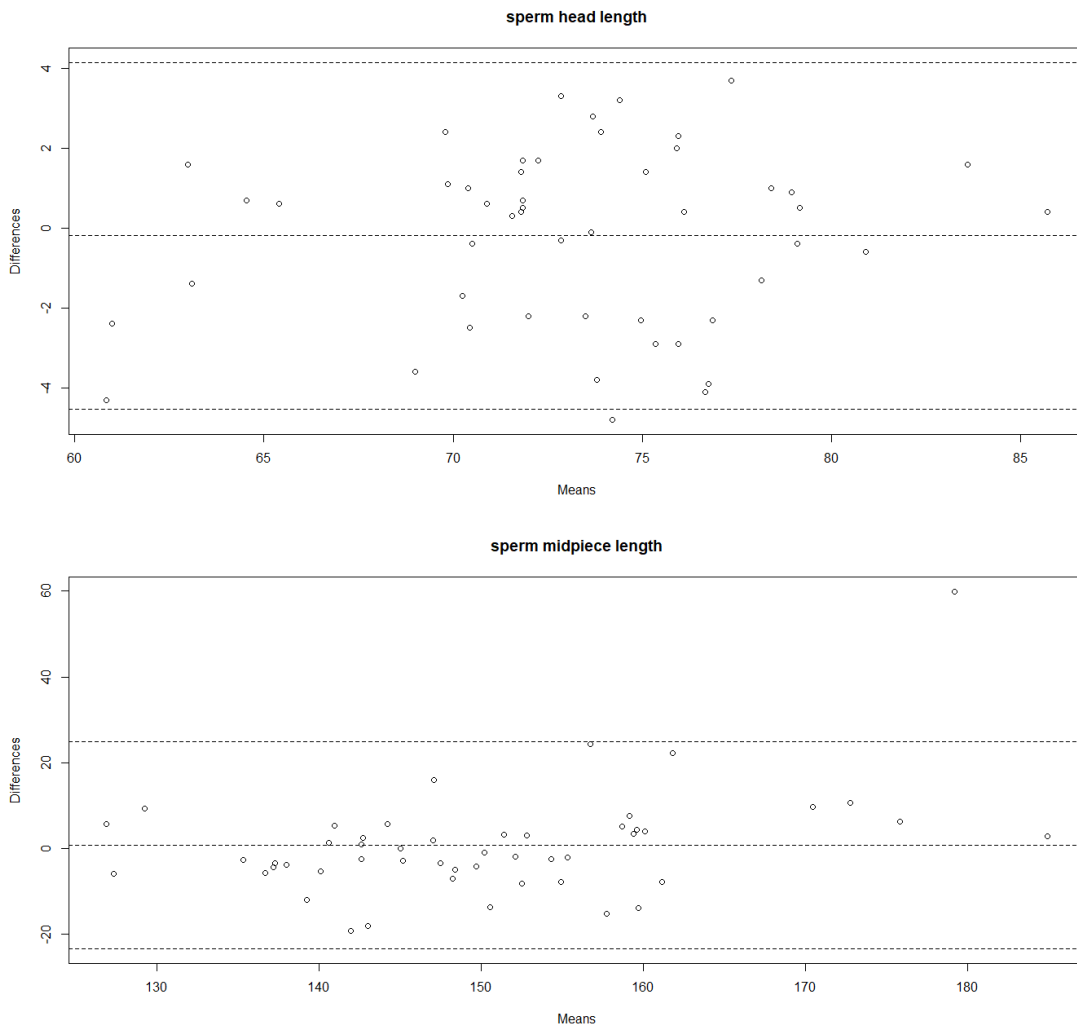


Figure 2. Sperm measurement with Sperm Sizer. Body refers to midpiece, tail refers to main piece of the sperm flagellum



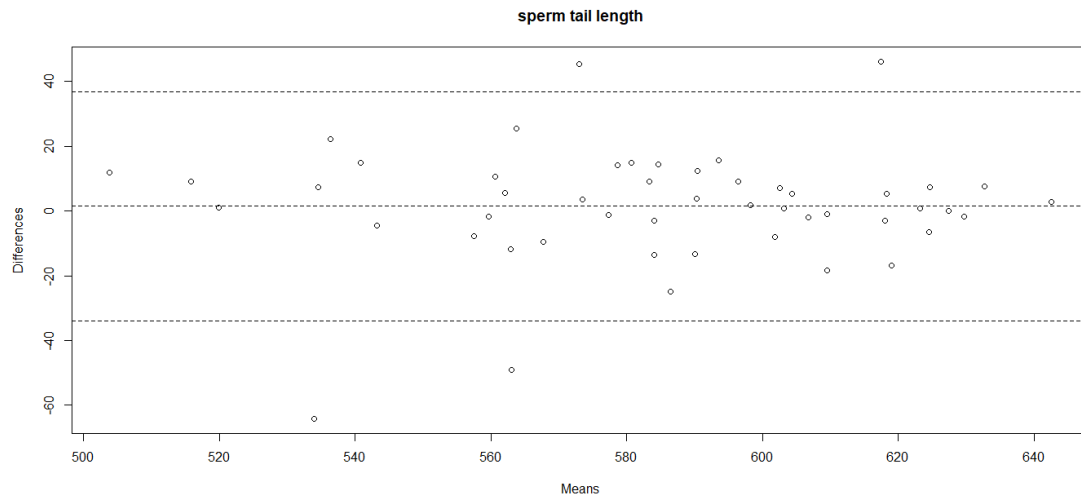


Figure 3. Sperm subdomain measurement repeatabilities using Bland-Altman statistics. Means of paired measurements are plotted against the differences between the paired measurements

#### 4. Conclusions

Using Bland-Altman statistics we conclude that the current settings of Feulgen staining, phase contrast microscopy and the Sperm Sizer software provide an acceptable repeatability in the measurement of different subdomains of Przewalski's stallion spermatozoa. In the follow-up study we plan to reveal individual differences in sperm domain sizes as well as the possible relationships between age, reproductive status, social rank and sperm morphometry.

#### 5. References

- Nagy, S. – Johannisson, A. – Wahlsten, T. – Ijäs, R. – Andersson, M. – Rodriguez-Martinez, H. (2013): Sperm chromatin structure and sperm morphology: their association with fertility in AI-dairy Ayrshire sires. *Theriogenology*. 79(8):1153–1161.
- Barth, A.D. – Oko, R.J. (1989): *Abnormal Morphology of Bovine Spermatozoa*. Ames: Iowa State University Press, 285 p.
- Kahrl, A.F. – Snook, R.R. – Fitzpatrick, J.L. (2021): Fertilization mode drives sperm length evolution across the animal tree of life. *Nat Ecol Evol*. 5(8):1153–1164.
- McDiarmid, C.S. – Li, R. – Kahrl, A.F. – Rowe, M. – Griffith, S.C. (2021): Sperm Sizer: a program to semi-automate the measurement of sperm length. *Behav Ecol Sociobiol* 75, 84 (2021).
- Javkhlan, A. – Kútvolgyi, G. – Nagy, Sz.T. (2021): Chromatin condensation status of post mortem collected Przewalski's horse (*Equus ferus*) spermatozoa In: Bene, Szabolcs XXVII. Ifjúsági Tudományos Fórum Keszthely, Magyarország: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus pp. 33–35.
- Bland, J.M. – Altman, D.G. (1986): Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 8;1(8476):307–310.

## Néhány tényező hatása kifejlett lipicai fajtájú lovak testméreteire

Bene Szabolcs – Luptyák Lilla Mercedesz – Polgár J. Péter

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely*  
Bene.Szabolcs.Albin@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A Szerzők három hazai lipicai tenyészetben 49 kifejlett ló 6 testméretét vették fel, majd értékelték. Munkájuk során arra keresték a választ, hogy az vizsgált testméreteket hogyan befolyásolja az apának, a tenyészetnek, az ivarnak, valamint a bírálatkori életkornak a hatása. Az adatok kiértékelése többtényezős varianciaanalízissel történt. A testméretek főátlaga a következő volt (átlag  $\pm$  SE): bottal mért marmagasság  $157,6 \pm 1,4$  cm, szalaggal mért marmagasság  $167,1 \pm 1,5$  cm, farmagasság  $157,5 \pm 1,6$  cm, törzshosszúság  $173,5 \pm 1,4$  cm, övméret  $190,5 \pm 2,9$  cm, bal mellső szárkörméret  $21,4 \pm 0,3$  cm. A testarány-indexek számított értékei a következők voltak: kvadrátikusági index 93,1, súlyindex 157,6, túlnótsági index 99,4, test index 89,4. Sem a tenyészetek, sem a két ivar között egyetlen testméret esetén sem találtak statisztikailag megbízható eltéréseket. Az életkor kategóriák között csupán a bottal mért marmagasság esetén figyeltek meg szignifikáns különbséget. Az eredmények alapján úgy tűnik, a vizsgált lipicai lóállomány legalább annyira homogén a testméretek tekintetében, mint a korábban vizsgált melegvérű fajták egyedei.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A lipicai fajta eredete több mint 400 évre nyúlik vissza, amikor 1580. május 19-én döntés született egy hercegi ménes felállításáról Lipizzán. A császári udvar számára kívántak itt kiváló, tűrőképes, a pompát, a gazdagságot minden jellegében mutató lovat előállítani. A tenyésztés a kor divatjának megfelelően spanyol lovakkal indult, de egész Európában kutattak olyan mének és kancák után, amelyek a kívánt célt biztosítani látszottak. A lipicai azon kevés fajták egyike, amelyet kezdetektől reprezentatív célokra szántak, így nem dolgozott sem a hadseregben, sem a mezőgazdaságban (Tóth és Várady, 1980).

Hosszú tenyésztői múltja miatt a lipicai meglehetősen konszolidált fajta. Ennek ellenére tenyészkörzetében (az egyes országokban) némi küllemi sajátosságok, különbözőségek tapasztalhatók. Példa erre a testtömeghez képest elég nagy kosfej, amely azonban nem túl durva, vagy burkolt. A romániai és horvátországi tenyészetekben a fej profilvonala csak egész enyhén ívelt, inkább az egyenes fej az általános (Tenyésztési program, 2017). Hasonló mondható el a testnagyság és a testméretek tekintetében is, melyet Zechner és mtsai (2001) részletesen ismertettek. A lipicai fajtában a küllemi tulajdonságok néhány populációgenetikai paraméterének vizsgálatáról Baban és mtsai (1998) számoltak be.

A Magyar Lipicai Lótenyésztők Országos Egyesületének Tenyésztési Programjában (2017) találunk adatokat a testméreteket illetően. Ezek szerint a kifejlett lipicai lovak standard méretei a következők: bottal mért marmagasság 152-162 cm, szalaggal mért marmagasság 163-171 cm, övméret 185-197 cm, szárkörméret 21-23 cm.

A lipicai jelenleg a tenyésztésben tartott egyedek létszámát tekintve a kis létszámú fajták közé sorolható (Bene és mtsai, 2012a; Luptyák, 2018). A tenyésztők fő feladata a jövőben a létszám szinten tartása és növelése mellett a sportra (díjlovaglás, fogathajtás) alkalmas lovak tenyésztése, ill. a méntörzsek és kancacsaládok fenntartása lenne (Tenyésztési Program, 2017). Ehhez viszont okvetlenül szükséges az, hogy a ma élő állományról a lehető legtöbb

információt összegyűjtjük, a fajta származása és teljesítménye mellett a küllemi adatbázisát is bővítsük. Ez különösen fontos feladat lenne, hiszen a meglévő (elsősorban küllemi) adatok jelentős része 50 éve (Hámori, 1946; Schandl, 1955), vagy még régebben (Kovácsy és Monostori, 1892) íródott szakkönyvekből származik.

A fentiek tükrében vizsgálatunk célja újabb adatok és információk gyűjtése volt a lipicai fajtájú lovak objektíven mérhető küllemi paramétereiről. Dolgozatunkban a kifejlett állatok testméreteit, a különböző tenyészetekből származó, különböző ivarú és korú lovak testméreteinek különbözőségét, a testarány-indexeket, valamint a testméretek között számított fenotípusos korrelációs értékeket mutatjuk be. Hangsúlyozni szeretnénk, hogy jelen munkánkban elsődlegesen az adatközlésre, az adatok „nyers”, objektív bemutatására és összevetésére koncentráltuk.

## 2. Anyag és módszer

Munkánk során három hazai lipicai tenyészetben (Fiad, Kutas-Kozmapuszta, Szentgyörgyvár) összesen 49 kifejlett lipicai ló 6 testméretét vettük fel és értékeltük. A vizsgált lovak közül 32 kanca, 10 mén, 7 pedig herélt volt. A ménék és a herélt lovak adatbázisát számításink során együtt kezeltük. A vizsgálatba vont állatok közül a legfiatalabb 4, a legidősebb pedig 18 éves volt, ezért munkánk során négy korcsoportot (6 évnél fiatalabb, 6-9 éves, 9-12 éves, 12 évnél idősebb) alakítottunk ki. A 49 értékelt ló 20 apától származott.

A felvett 6 testméret a következő volt: marmagasság bottal (MMB), marmagasság szalaggal (MMS), farmagasság (FMA), törzshosszúság (THO), övméret (ÖVM), illetve bal mellső lábbon mért szárkörméret (SZB).

A vizsgált testméreteket többtényezős varianciaanalízissel (*General Linear Model*) értékeltük. A modellek összeállítása során az apát véletlen (random), a többi vizsgált tényezőt - azaz a tenyészetet, a lovak ivarát, valamint az életkor kategóriát (a fentiek szerint) - fix hatásként vettük figyelembe. A munka során mind a 6 tulajdonságot egymástól külön kezeltük és külön-külön modellszámítást (futtatást) végeztünk. Az alkalmazott becslő modellek általános alakját (az övméretet példaként használva) a következőképp írtuk fel:

$$\hat{y}_{hijk} = \mu + A_h + T_i + I_j + K_k + e_{hijk}$$

(Ahol  $\hat{y}_{hijk}$  = „h” apától, „i” tenyészetben, „j” ivarú, „k” korú ló testmérete;  $\mu$  = az összes megfigyelés átlaga;  $A_h$  = az apa hatása;  $T_i$  = tenyészet hatása;  $I_j$  = az ivar hatása;  $K_k$  = a mérési életkor hatása;  $e_{hijk}$  = véletlen hiba).

Munkánk utolsó részében meghatároztunk néhány testarány indexet is (Bodó és Hecker, 1992; Zechner és mtsai, 2001; Cabral és mtsai, 2004; Druml és mtsai, 2008). Ezek számítási módját korábban (Bene és mtsai, 2009) bemutattuk.

## 3. Eredmények és értékelésük

Összességében a vizsgált tényezők csak nagyon kis mértékben befolyásolták a testméreteket. Az életkor hatását a bottal mért marmagasság esetén statisztikailag megbízhatónak ( $p < 0,05$ ) találtuk. Ezen kívül egyik tényező hatását sem tudtuk egyik testméret esetén sem bizonyítani. Korábbi vizsgálataink során (Bene és mtsai, 2012b, 2014 stb.), más lófajtákban az itt tapasztaltakhoz részben hasonló eredményeket kaptunk.

A vizsgált tulajdonságok főátlagát, valamint a különböző tényezők befolyásoló hatását az 1. táblázatban foglaltuk össze.



1. táblázat: A testméretek alakulása a vizsgált tényezők szintjein

Tulajdonságok	N	MMB (cm)	MMS (cm)	FMA (cm)	THO (cm)	ÖVM (cm)	SZB (cm)
Főátlag±SE	49	157,6±1,4	167,1±1,5	157,5±1,6	173,5±1,4	190,5±2,9	21,4±0,3
Eltérés a főátlagtól (cm)							
Apa száma							
- 1603	1	-12,1	-11,9	-12,3	+0,6	-9,6	-0,9
- 1946	5	+1,0	+1,5	+0,3	+3,0	+4,0	+0,7
- 2697	4	+2,1	+1,5	+0,2	-4,4	+1,1	+0,1
- 2999	1	+0,5	+2,3	+2,9	+9,1	+7,8	-0,3
- 3363	1	-4,1	-3,9	+2,7	+0,6	+2,4	-0,9
- 3550	1	-1,5	+1,7	+2,0	-3,1	-6,0	-1,8
- 3555	1	+2,7	-1,6	+1,9	-9,4	-1,6	-1,1
- 3574	1	-16,1	-12,9	-12,3	-2,4	-8,6	-1,9
- 3758	1	-4,3	-2,8	-2,4	-0,6	-1,3	+1,0
- 3762	2	-8,7	-5,8	-7,9	+2,0	-12,0	+0,1
- 3950	1	-4,3	-3,9	-5,9	+3,9	-2,1	+0,3
- 3974	1	-4,3	-1,8	-4,9	-1,6	-0,3	+0,5
- 4101	3	+0,5	+1,7	+0,4	+1,2	+7,9	-0,3
- 4325	1	+9,7	+5,4	+5,9	-11,4	-9,6	-0,1
- 4339	4	+6,5	+5,1	+6,2	-0,5	+8,4	+0,5
- 4347	15	+7,4	+5,1	+6,2	-0,1	+4,3	-0,5
- 4506	1	+7,5	+5,3	+1,9	+7,1	-2,2	+1,7
- 4508	2	+8,0	+5,3	+6,5	+0,4	+4,1	+1,0
- 4617	1	+5,7	+3,8	+2,0	+6,6	+5,5	+1,6
- 5286	2	+3,9	+5,6	+6,7	-1,2	+7,9	+0,1
Tenyészet							
- Fiad	28	+0,1	+0,2	+0,8	-3,0	-0,2	-0,1
- Kutas	10	-0,5	+3,6	-0,1	+5,2	+7,9	+1,0
- Szentgyörgyvár	11	+0,3	-3,9	-0,7	-2,3	-7,7	-0,8
Ivar							
- Mén és herélt	17	+2,0	+1,0	+2,3	-0,8	+0,1	+0,4
- Kanca	32	-2,0	-1,0	-2,3	+0,8	-0,1	-0,4
Életkor kat. (év)							
- < 6	12	<sup>a</sup> -2,9	-1,4	-3,2	+1,7	-7,1	+0,1
- 6-9	10	<sup>a</sup> -3,8	-3,1	-3,5	-1,6	+2,0	+0,3
- 9-12	11	<sup>a</sup> -1,7	-1,1	+0,4	-0,1	-0,4	-0,5
- 12<	16	<sup>b</sup> +8,3	+5,6	+6,3	+0,1	+5,4	+0,1

MMB = marmagasság bottal; MMS = marmagasság szalaggal; FMA = farmagasság; THO = törzshosszúság; ÖVM = övméret; SZB = bal mellső szárkörméret; az azonos betűt nem tartalmazók egymástól szignifikánsan ( $p < 0,05$ ) különböznek

A teljes populáció átlagában a bottal mért marmagasság  $157,6 \pm 1,4$  cm, a szalaggal mért marmagasság  $167,1 \pm 1,5$  cm, a farmagasság  $157,5 \pm 1,6$  cm, a törzshosszúság  $173,5 \pm 1,4$  cm, az övméret  $190,5 \pm 2,9$  cm, a bal mellső lábón mért szárkörméret pedig  $21,4 \pm 0,3$  cm volt. Az apák ivadékcsoportjai között valamennyi testméret esetén számottevő eltéréseket tapasztaltunk. Ezeket a különbségeket a nagyon szerény létszám következtében statisztikailag bizonyítani nem tudtuk. A két ivar között egyetlen testméret esetén sem találtunk statisztikailag megbízható különbséget. Az életkor kategóriák között viszont a bottal mért marmagasság esetén szignifikáns eltérést figyeltünk meg a négy csoport eredménye között. Várakozásaink-

nak megfelelően az idősebb lovak magasabbak voltak a fiatalabb társaiknál. Várakozásainkkal ellentétben a tenyészet hatását sem találtuk bizonyíthatónak.

A 2. táblázatban a lipicai fajta esetén mért adatainkat összevetettük a korábban értékelt tradicionális lófajták eredményeivel. Ez alapján megállapítható, hogy a lipicai lovak kisebb marmagassággal, nagyobb törzshosszúsággal és nagyobb szárkörmérettel rendelkeztek, mint a korábban mért melegvérű fajták egyedei. A bottal mért marmagasság, az övméret, a szárkörméret és a törzshosszúság esetén mért adataink egyezők voltak a hazai szakirodalomban fellelhető információk (Döhrmann, 1926; Schandl, 1955; Ócsag és Fehér, 1976; Bodó és Hecsker, 1992; Mihók és mtsai, 2001 stb.) túlnyomó részével.

2. táblázat: A lipicai fajta eredményeinek összevetése a korábban mért fajták adataival

Fajta	Angol telivér <sup>a</sup>	Gidrán <sup>b</sup>	Nóniusz <sup>c</sup>	Magyar sportló <sup>d</sup>	Magyar hidegvérű <sup>e</sup>	Furioso-North Star <sup>f</sup>	Lipicai
Testméretek (cm)							
MMB	160,9	162,5	164,7	165,7	159,8	161,4	157,6
MMS	168,8	167,6	174,3	174,8	170,1	171,9	167,1
FMA	159,9	161,2	161,7	163,0	160,0	158,2	157,5
THO	163,3	165,7	171,7	169,1	173,4	164,6	173,5
ÖVM	192,1	192,7	198,3	196,3	212,2	188,4	190,5
SZB	19,8	19,9	21,1	20,6	24,8	20,4	21,4
Testarány-indexek (indexpont)							
KVI	98,5	98,1	95,9	98,0	92,2	97,6	93,1
SÚI	146,9	145,2	154,2	147,3	206,1	145,1	157,6
TEI	85,0	86,0	86,6	86,1	81,7	87,8	89,4

források: <sup>a</sup>Nagy és mtsai (2011); <sup>b</sup>Nagy és mtsai (2009); <sup>c</sup>Bene és mtsai (2012b); <sup>d</sup>Bene és mtsai (2014); <sup>e</sup>Bene és mtsai (2011); <sup>f</sup>Bene és Deák (2016)

MMB, MMS = marmagasság bottal, szalaggal; FMA = farmagasság; THO = törzshosszúság; ÖVM = övméret; SZB = bal mellső szárkörméret; KVI = kvadratikusági index; SÚI = súlyindex; TEI = test index

Korábbi vizsgálataink eredményeivel összevetve (2. táblázat) megállapítható, hogy a lipicai fajta kvadratikusági indexe elmaradt a többi fajtától. Ez a megállapítás várakozásainkkal, illetve a *Tenyésztési szabályzat* (2017) célkitűzéseivel is ellentétes volt. Ezzel szemben a súlyindex tekintetében a lipicai lovak még a nagyramájú nóniusznál is nagyobbak bizonyultak. A túlnőttési index alakulása várakozásainknak, korábbi eredményeinknek és a meglévő szakmai axiómáknak megfelelő volt.

A 3. táblázatban az általunk mért adatokat hasonlítottuk össze a *Tenyésztési szabályzatban* (2017) szereplő értékekkel. Megállapítható, hogy az általunk bottal és szalaggal mért marmagasság, övméret, valamint bal mellső lábon mért szárkörméret adatok megfeleltek a szabályzat előírásainak. A farmagasságra és a törzshosszúságra vonatkozóan nem találtunk információt, így ezen eredmények ütköztetésére nem volt lehetőségünk.

#### 4. Következtetések, javaslatok

Három hazai ménesből származó, 49 különböző korú és ivarú lipicai ló testméret-felvételezési eredményeinek a vizsgálatát követően az alábbi megállapításokat tehetjük:

A munkánk során mért paraméterek közül a leggyakrabban használt testméretek (marmagasság, övméret, szárkörméret) adatai megegyeztek a meglévő szakirodalmi forrásokban talált értékek nagy részével. E testméretek hasonlóak voltak azokhoz az adatokhoz is, melyeket a

Magyar Lipicai Lótenyésztők Országos Egyesületének Tenyésztési Programjában találunk. Vizsgálatunk során újszerű, kísérletes adatokkal igazoltuk, hogy a fajtáról meglévő, ide vonatkozó küllemi információk helytállóak. A dolgozatunkban szereplő további két testméretről, a farmagasságról és a törzshosszúságról alig, vagy egyáltalán nem találtunk adatokat a szakirodalomban. Ezek esetében jelen vizsgálatunk számszerű eredményei újabb (újszerű) adatokat szolgáltathatnak a lipicai lófajta küllemének, testméreteinek pontosabb megítéléséhez.

3. táblázat: Az eredmények összehasonlítása a tenyésztési szabállyal

Testméret	Mért adatok átlaga $\pm$ SE (cm)	Tenyésztési szabályzat (cm)
MMB	157,6 $\pm$ 1,4	152-162
MMS	167,1 $\pm$ 1,5	163-171
FMA	157,5 $\pm$ 1,6	-
THO	173,5 $\pm$ 1,4	-
ÖVM	190,5 $\pm$ 2,9	185-197
SZB	21,4 $\pm$ 0,3	21-23

MMB = marmagasság bottal; MMS = marmagasság szalaggal; FMA = farmagasság; THO = törzshosszúság; ÖVM = övméret; SZB = bal mellső szárkörméret

Mindemellett úgy gondoljuk, hogy a törzshosszúságot, mint objektíven mérhető küllemi paramétert be lehetne emelni a fajtasztenderdbe is. A törzshosszúság mérésével és törzskönyvezésével nagyban elő lehetne segíteni a kvadratikusság irányába mutató munka hatékonyságát is. Véleményünk szerint számottevően javíthatná a küllemi tulajdonságokra irányuló szelekció sikerét az, ha a Tenyésztési Program több objektíven mérhető paraméterre adna meg kívánatosnak tekintett értékeket.

Nem találtunk számottevő különbséget a ménék (és heréltek), valamint a kancák testméretei között. Eredményeink alapján ismételtelen kijelenthető, hogy ló fajban az ivari dimorfizmus mértéke jóval kisebb annál, mint amit más gazdasági állatfajok esetén tapasztalhatunk.

A lipicai fajtájú lovak testméreti adataiban, valamint a számított testarány indexekben sem találtunk számottevő különbséget. Eredményeink alapján úgy tűnik, hogy az általunk vizsgált lipicai lóállomány a testméretek tekintetében meglehetősen homogénnek tekinthető.

Adatainkat korábbi vizsgálataink eredményeivel összevetve megállapítható, hogy a lipicai lovak a testméretek tekintetében minden korábban vizsgált fajtától különböztek. Kísérletes adataink tükrében úgy gondoljuk, ezt a tendenciát a különböző fajták típus, ráma és testnagyság szerinti besorolásánál célszerű lenne a későbbiekben figyelembe venni.

### Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnénk megköszönni a lipicai tenyészeteknek és tenyésztőknek, nevezetesen az *Acsa 2001 Kft.* (Fiad), a *Bajom Agró Kft.* (Kutas-Kozmapusztá), valamint *Forgács István Zoltán* és csapata (Szentgyörgyvár) munkáját, akik készségesen segítettek a testméret-felvételezések megszervezésében, a mérés lebonyolításában, valamint a törzskönyvi adatok összegyűjtésében.

## 5. Felhasznált irodalom

- Baban, M. – Rastija, T. – Caput, P. – Knezevic, I. – Stipic, N.* (1998): Estimation of heritability of Lipizzaner horses for morphological traits by means of various methods. *Czech. J. Anim. Sci.*, 43.299–303.
- Bene Sz. – Deák Sz.* (2016): Furioso-north star ménék és kancák testméretei különböző életkorban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 65.3. 40–54.
- Bene Sz. – Giczi A. – Kecskés B. S. – Nagy B.* (2014): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 11. közlemény: A magyar sportló. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 63. 14–27.
- Bene Sz. – Giczi A. – Nagy B.* (2012b): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 9. közlemény: A nóniusz. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 61. 73–86.
- Bene Sz. – Giczi A. – Szabó F.* (2012a): Különböző fajtájú ménék STV eredménye hazánkban 1998-2010 között. 1. közlemény: A melegvérű fajták hámos hasznosításban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 61. 1–16.
- Bene Sz. – Nagy B. – Szabó F.* (2009): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 1. közlemény: Irodalmi áttekintés. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 58. 213–230.
- Bene Sz. – Nagy B. – Nagy Zs. – Kiss B. – Zsuppán Zs. – Gulyás L. – Szabó F.* (2011): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 6. közlemény: A magyar hidegvérű. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 60. 165–183.
- Bodó I. – Hecker W.* (1992): Lótenyésztők kézikönyve. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 149–150.
- Cabral, G. C. – de Almeida, F. Q. – Quirino, C. R. – de Azevedo, P. C. N. – Batista Pinto, L. F. – Santos, E. M.* (2004): Avaliação morfométrica de eqüinos da raça Mangalarga Marchador: índices de conformação e proporções corporais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33. 1798–1805.
- Döhrmann H.* (1926): Magyarország állattenyésztése. II. kötet: Lótenyésztés. "Pátria" Irodalmi Vállalat és Nyomdai Rt., Budapest. 23–33.
- Druml, T. – Baumung, R. – Sölkner, J.* (2008): Morphological analysis and effect of selection for conformation in the Noriker draught horse population. *Livestock Science*, 115. 118–128.
- Hámori D.* (1946): Lótenyésztés. Atheneum Kiadó, Budapest. 143–172.
- Kovácsy B. – Monostori K.* (1892): A ló és tenyésztése. Koczányi és Vitéz, Kassa. 380–381.
- Luptják L. M.* (2018): Küllemi paraméterek értékelése a lipicai fajtában. *Állattenyésztő mérnök BSc szakdolgozat*, Keszthely.
- Mihók S. – Pataki B. – Kalm, E. – Ernst J.* (2001): Gazdasági állataink - Fajtatán. Ló és szamár. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 23-25., 54., 85–103., 206.
- Nagy B. – Bene Sz. – Bem J. – Fördős A. – Szabó F.* (2009): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 2. közlemény: A gidrán. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 58. 327–340.
- Nagy Zs. – Nagy B. – Kiss B. – Zsuppán Zs. – Szabó F. – Bene Sz.* (2011): Különböző fajtájú tenyészkancák élősúlya és testméretei. 4. közlemény: Az angol telivér. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 60. 135–150.
- Ócsag I. – Fehér D.* (1976): Lótenyésztés. In: *Horn A. (szerk.): Állattenyésztés II.* Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 384–397.
- Schandl J.* (1955): Lótenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 13-18., 97–138.
- Tenyésztési Program* (2017): Magyar Lipicai Lótenyésztők Országos Egyesülete, Tök.
- Tóth L. – Várady J.* (1980): A lipicai ló Magyarországon. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 19–20.
- Zechner, P. – Zohman, F. – Sölkner, J. – Bodó, I. – Habed, F. – Martie, E. – Bremf, G.* (2001): Morphological description of the Lipizzan horse population. *Livestock Production Science*, 69. 163–177.

## **2. Kérődző állatok tenyésztése**



## Genomszelekció bevezetése a magyar tarka tenyésztésben

Kovács Ákos – Bene Szabolcs – Polgár J. Péter

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely*  
Polgar.Jozsef.Peter@uni-mate.hu

### Összefoglalás

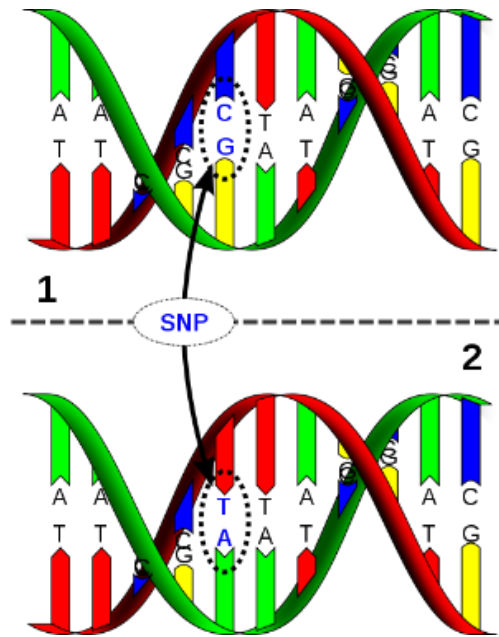
A genomszelekciós eljárások keretében molekuláris markerek alkalmazásával fiatal korban nagy pontosságú tenyészértéket tudunk becsülni mindkét nem esetében. A hagyományos BLUP tenyészértéknél fiatalabb korban pontosabb a genomtenyészérték, azonban nagyszámú utóvizsgálat (ivadékvizsgálat) után a hagyományos BLUP módszer nagyobb pontosságot eredményezhet. A gyakorlati tapasztalatok alapján a genomszelekció eredményei alapján nagyobb állományból lehet előszelekciót végrehajtani, és kevesebb bikát kell indítani ivadékteljesítmény vizsgálatban, tehát a két módszer nagyon jól kiegészítheti egymást. A hagyományos értelemben vett tenyésztési módszerek és kiválasztási eljárások nem mellőzhetőek a genomszelekció során sem. A legnagyobb előnyt a genomszelekciós eljárás bevezetése során az jelenti, hogy a generációs intervallum csökkenthető, körültekintőbb szelekciót tudunk végrehajtani adott populációban, és okszerű alkalmazása a beltenyésztési együttható csökkentését is eredményezheti. Ezen túl a szekvenálási információk értékelése során a terheltségekre is értékes adatokat nyújthat az eljárás.

### 1. Bevezetés

A szarvasmarha generációs intervalluma a faji sajátosságokból adódóan közel 5 év. A tenyészbikák hagyományos eljárással történő tenyészértékbecslése a kettős hasznú állományokban 5, a húshasznú állományokban is legalább 4 éves folyamat. A genom alapú tenyészérték – genetikai minta polimorfizmusai alapján becsült tenyészérték- ezt az intervallumot tudja lerövidíteni. A technológia kidolgozásának alapjait adó folyamat első lépéseként 2009-re befejeződött a szarvasmarha faj teljes genomjának feltérképezése és közzététele, ami mintegy hat éves munka eredményeként jött létre. Ezt követően 2010 körül indult meg az egyes fajták genomszelekciós eljárásainak kidolgozása. A munka első részeként, adott populáció referencia állományát határozták meg úgy, hogy a DNS sok ezer lókuszát illesztették a meglévő törzskönyvi adatbázishoz, olyan DNS markereket keresve, amelyek adott tulajdonságokat kódolnak. A kidolgozott módszerek fokozatosan fejlődtek a normális eloszlásos modellektől az egylépcsős (single step), többváltozós vagy egyéb összetett modellekig. Korábban a genomszelekciós módszert a bikák esetében alkalmazták, a lányaik termelési tulajdonságainak előrejelzésére, de ma már kiterjed a nőivarú állományok teljesítménybecslésére is, sőt az embriók későbbi tulajdonságainak előrejelzésére is alkalmasak lehetnek az egyes módszerek. A gyakorlatban a genomszelekció segítségével a tenyésztő eldöntheti egyedenként, hogy melyik üszőt melyik bikával párosítja, melyeket használja embrió donorként, melyeket termékenyíti ivarspecifikus spermával, illetve melyeket használja keresztezési partnerként (húshasznú bikával párosítva). A genomszelekciós folyamat igazán akkor gyorsult fel, mikor elérhetővé váltak nagy áteresztő képességű chippek, melyek segítségével egy eszközzel több százezer szarvasmarha egyed genotipizálható éves szinten, a kezdeti évekhez képest jóval alacsonyabb költséggel.

A genomszelekció a szarvasmarha esetében olyan biotechnológiai szelekciós módszer, amely a teljes genomot bevonja a szelekcióba. A genomszelekció során a genomot markerek-

kel kromoszóma-szegmensekre bontjuk, végighaladva a teljes kromoszómán. A genomselekción feltételezzük, hogy a marker és a kromoszómaszegmens egymással kapcsolatosan öröklődik, továbbá a kromoszómaszegmens hatása a vizsgált populációban azonos. Ennek a módszernek az alkalmazásához nagy markersűrűsége van szükség. A genomselekción nagy sebességű genotipizáló eszközökre van szükség melyekkel egy genomban tízezerszámai SNP (single nukleotid polimorfizmus) egy bázisnyi polimorfizmus azonosítható. Az SNP egy pontos nukleotid polimorfizmus, ahol egyetlen nukleotid különbözik az egyes változatokban. Ezekre az SNP-re alapul a genomselekción.



1. ábra: SNP által azonosított bázispárok

## 2. Genomszelekción a szarvasmarhatenyésztés gyakorlatában

A genomselekción két lépésben hajtható végre:

1. az egyes kromoszóma szegmensek hatásának becslése egy referenciapopulációban
2. genom tenyészték becslése a referenciapopuláción kívüli egyedekre (tenyészállatokra, amelyeknek csak a genotípusa ismert és nem rendelkeznek fenotípusos adattal)

A genetikai értékek meghatározásához szükséges referenciapopuláción nagysága, reprezentáltsága, a vizsgált SNP-k száma kulcsfontosságú a megbízhatóság szempontjából.

Szelekcion során a génhatások változnak, mert előbb a kedvező gének fixálódnak (homoizgótává válnak), így rájuk szelektálni szükségtelen. Figyelembe kell venni a genomselekción és a referencia populáción kialakítása során a gén-környezet kölcsönhatásokat és folyamatos kromoszómaszegmens értékbecslésre van szükség.

A genomselekción sornál először meg kell határoznunk azokat a géneket melyek valamilyen számunkra fontos tulajdonságot kódolnak. Ehhez van szükség a genetikai markerekre, a genomselekción esetében az SNP-re. A genomselekción során a kromoszómán QTL-eket keresnek (régiók kvantitatív jellegzetességet hordozó helyek) majd a finomtérképezés során SNP-eket határoznak meg a QTL-ek helyén. Ezeket a polimorfizmusok segítenek meghatározni a keresett géneket. A genomselekción használata főként a poligén és az egymással negatív korrelációban öröklődő tulajdonságok esetében jelenthet gyors genetikai előrehaladást, valamint azoknál a tulajdonságoknál használható ki a módszer előnye, amelyek örökölhetőség



kicsi. Az egy gén által meghatározott tulajdonságok hamar rögzíthetők egy adott populációban a hagyományos szelekciós módszerekkel is ezért ezeknél a többnyire minőségi tulajdonságoknál nem biztos, hogy szükséges ezt a módszert alkalmazni.

A genomszelekció a fiatal állatok esetében a marker-haplotípus hatások segítségével becsli a tenyésztértéket. A haplotípus egyik szülőtől és egy kromoszómáról származó, egymáshoz szorosan kapcsolódó genetikai markerek halmaza. A genomszelekció alapfelvetése az, hogy az egyes lókuszekben (génhelyeken) kapcsolódási egyensúlyhiányban (két allél egymástól függetlenül öröklődik) vannak QTL allélokkal (QT: mennyiségi tulajdonság, QTL: olyan genetikai lókuszek, amelyek adott jellemzővel együtt öröklődik), amelyek befolyásolják a szelekció alá eső tulajdonságok alakulását. A marker-allél haplotípus kombinációk levezetésére több módszer is alkalmazható.

### **3. A referencia populáció kialakítása**

Alapvetően elmondható a genomszelekciós eljárásokról, hogy mindegyik referenciapopuláció adataiból indul ki. Minél nagyobb az induló állomány és a hozzá kapcsolódó törzskönyvi adatbázis, annál pontosabb végeredményt, vagyis genomtenyésztértéket kapunk, amit jelentős mértékben befolyásol természetesen a teljesítmény adatok gyűjtésének pontossága is. A referencia populáció alapját elsősorban a tenyész bikák szolgáltatják, amelyek nagy számú megbízható teljesítményparaméterrel rendelkeznek. Kulcsfontosságú ennél a szakasznál a tenyész bikák száma. A szimentáli fajtacsoport esetében mintegy 6000 bika adatát használták fel, de kis számú fajtánál kibővíthető a kör a bikanevelő tehenek csoportjával is, hogy növelni tudjuk a megbízhatóságot. Továbbá nemzetközi együttműködések keretében azok a populációk vonhatók össze egy referencia állományba, amelyek azonos fajtába tartoznak és az egyes régiók termelési tulajdonságai, adatgyűjtési módszerei megegyeznek. A szimentáli fajtacsoport esetében jó példa a svájci és francia állomány, amely már nem nagyon követi a kettőshasznú irányt, így nem vonható össze a német-osztrák populációkkal, ahol ez továbbra is tenyészcél.

### **4. Genomtenyésztérték becslése**

A tenyésztértékbecslési folyamat esetében kétféle módszert különböztetünk meg, amelyek alkalmasak a termelési volumen előre jelzésére. A módszerek közti különbség főleg a felhasznált adatokból adódik, viszont köztük jelentős költségbeli eltérések lehetnek. Ezen módszerek nem szabadon választhatóak, hiszen a folyamat alapja a mindig bővülő adatbázis, ezáltal pedig az egyre pontosabb genomtenyésztérték.

Kis populációk esetében a nemzeti állományok létszáma nem elegendő ahhoz, hogy önállóan végezzék a genomszelekciós eljárást. További probléma, hogy nagy arányban támaszkodnak külföldi apaállatok szaporító anyagára, és ezen apák adatai hiányosak lehetnek. Ennek kiküszöbölésére az Interbull a különböző országokból származó apák törzskönyvi adatait egy nemzetközi törzskönyvbe integrálja, és országspecifikus rangsort tud felállítani. Ez az úgynevezett MACE eljárás, amely segítségével fenotípusos adatokat kapunk a genomtenyésztérték becsléséhez. A MACE információkat általában többlépcsős eljárással tudják felhasználni a folyamatban. A többlépcsős módszer számos feltevésen alapul, ami nem mindig teljesül, és általában kis létszámú populációk becslésére szolgálhat. Ennek a módszernek az alternatívája a single-step vagyis az egylépcsős eljárás. A módszer a fenotípusos, genomi és törzskönyvi adatokat együttesen egy lépésben használja. Ennél a módszernél elkerülhető, hogy ugyanazon

állatok adatait többször is felhasználjuk, ami nem megoldott a többlépcsős eljárásban. Azonban az egylépcsős módszer nem képes integrálni a multinacionális adatbázisokat, így a nemzeti adatbázisokat úgy kell kialakítani, hogy azok megfeleljenek ennek a futtatási módnak, így ez egyes nemzetek tenyésztési módszerét szorosan össze kell hangolni. Az USA-ban lévő Holstein-fríz populáció genomtenyésztésként becslésére a single-step eljárást kezdték el alkalmazni. Ez azért volt lehetséges, mivel több mint 6 millió tehén törzskönyvi fenotípusos adatát tudták felhasználni, és 6508 bikának végezték el a genotipizálását.

A genomszelekciós eljárás során több modellt alkalmaztak:

- Törzskönyv alapú kapcsolati mátrix
- Törzskönyvi és genomi alapú kapcsolati mátrix (egylépcsős megközelítés)
- Teljes adatsor és törzskönyv alapú kapcsolati mátrix
- Az első lépésből származó előrejelzés és a genomikus mátrix

A modellezés során a leghatékonyabbnak és legegyszerűbbnek az egylépcsős eljárást találták. A konkrét eljárás számítógépes futtatása hosszú folyamat, mivel rendkívül sok tényezővel dolgozik és nagyon nagy adatbázisokat kell egyidőben felhasználni hozzá.

## 5. Magyar tarka genom program

2019-ben indult a magyar tarka fajta esetében a jelentősebb európai tarka-tenyésztő országokhoz csatlakozva egy genomtenyésztésként alapuló, új tenyésztési program kialakítása. Ehhez első körben közel 11000 állat DNS mintáját gyűjtötték össze (*Foto 1. és 2.*, mintagyűjtés a Georgikon Tanüzemben) a tenyésztő szervezet szakemberei. A DNS mintát ebben az esetben farkször tüzöből nyerték ki, a Csehországban, Hradistko-ban található laborban (Českomoravská společnost chovatelů, as).

A genotipizáláshoz az Illumina vállalat által fejlesztett SNP50 v3 BeadChip chipet alkalmazták. Ennek jellemzője, hogy 53218 SNP-t tud kezelni a szarvasmarha faj teljes genomjára vetítve. A chip által lehetővé válik a genomszelekció végrehajtása a kvantitatív tulajdonságokért felelős lokuszok azonosítása, egyedi genetikai értékelés, összehasonlító elemzések, és az egyedi teljesítmény paraméterek becslése mellett a genetikai terheltségek beazonosítása. A folyamat második lépéseként a bajorországi LfL (The Bavarian State Research Center for Agriculture) központban történik a DNS szintű információk lefuttatása az ott kezelt szimentáli referenciapopuláción. A referencia adatbázisban a bajor, osztrák, cseh, olasz, és magyar populációk genomadatai találhatóak meg. A futtatást a már említett single step módszerrel végzik, melynek eredményeként a magyar tenyésztők 65 tulajdonságra kapnak genomtenyésztésként, tulajdonságonként meghatározott megbízhatósági adatokkal együtt. Ezek az adatsorok már kész tenyésztésként biztosítanak, konkrét tenyésztői döntések meghozatalához, tenyésztő szervezeti, valamint telepi szinten egyaránt. Jelenleg a teljes kettőshasznú állomány, valamint a húshasznú állományok kisebb hányada rendelkezik genomtenyésztésként, és folyamatos az újonnan bekerülő nőivarú egyedek vizsgálata is.



Fotó 1. és 2.: Kovács Ákos

## 6. Egyéb genom adatok felhasználása

A genomtenyészték fontos részét képezi az egyes genetikai terheltségekhez kapcsolódó adatok, melyeket az alábbi táblázat mutat be, összehasonlítva a német populációval.

Terheltség	DE hordozók %	MT_hordozó %	MT_HH_hordozó %
Szubfertilitás	7,2	7,44	2,79
Törpeborjú szindróma	0,7	1,68	0,31
BH2 korai borjú halálozás	1,0	6,21	5,00
FH2 örökletes fejlődési za-	4,0	5,84	8,48
Thrombopáthia	6,0	10,39	7,82
Cink-hiányszerű szindróma	1,0	2,88	2,31
Embrionális magzatelhalás	3,5	3,29	2,66
Szarvasmarhák arachnomeliája	3,3	3,44	0,31
FH5 korai borjú halálozás	2,5	4,20	2,27

## 7. Felhasznált irodalom

<https://www.origo.hu/tudomany/20090423-egy-nemzetkozi-kutatocsoport-meghatározta-a-szarvasmarha-genomszekvenciat.html>

[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(20\)30309-X/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(20)30309-X/fulltext)

[https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011\\_0079\\_antal\\_bioinformatika/ar01s02.html](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011_0079_antal_bioinformatika/ar01s02.html)

<https://academic.oup.com/genetics/article/178/1/553/6062311>

[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(16\)30812-8/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(16)30812-8/fulltext)

[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(10\)00718-6/fulltext#back-bib0045](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(10)00718-6/fulltext#back-bib0045)

<https://www.pnas.org/content/113/28/E3995>

<https://kormany.hu/hirek/lezarult-a-magyartarka-genom-projekt-elso-szakasza>

<https://www.cmsch.cz/>

<https://www.lfl.bayern.de/verschiedenes/en/index.php>

<https://www.illumina.com/>

Kovács-Mesterházy Zoltán (2022): Genom alapú tenyészték az MTE gyakorlatában, Keszthely, 2022. április 07., Országos Húsmarha Tanácskozás

## Genetikai paraméterek, tenyésztékek és trendek magyar tarka bikák hizlalási és vágási eredménye alapján

Bene Szabolcs<sup>1</sup> – Polgár J. Péter<sup>1</sup> – Kovács-Mesterházy Zoltán<sup>2</sup> – Szabó Ferenc<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely

<sup>2</sup>Magyartarka Tenyésztők Egyesülete, Bonyhád

<sup>3</sup>Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Mosonmagyaróvár

Bene.Szabolcs.Albin@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A Szerzők a Magyartarka Tenyésztők Egyesületének ivadékvizsgálati adatbázisát felhasználva (N = 1358) számos hizlalási és vágási tulajdonságban fenotípusos és genetikai trendeket, populációgenetikai paramétereket, valamint öröklődési értékeket becsültek. A trendek számításához súlyozott lineáris regressziós analízist, a populációgenetikai paraméterek és a tenyésztékek becsüléséhez többtényezős varianciaanalízist (GLM) alkalmaztak. Az eredmények szerint a legalacsonyabb öröklődhetőségi értéket ( $h^2 = 0,23$ ) a SEUROP faggyússági pontszámában találták. Az izmoltsági pontszám és a SEUROP izmoltsági pontszám esetén közepes ( $h^2 = 0,33$  és  $h^2 = 0,28$ ), a többi tulajdonság esetén magas öröklődhetőségi ( $h^2 = 0,47-0,52$ ) értékeket becsültek. A 2001 és 2019 között született bikák hizlalási és vágási tulajdonságainak fenotípusos trendje stagnáló jelleget mutatott. Az apák tenyésztékei között egyes tulajdonságoknál nagyobb, más tulajdonságoknál kisebb eltéréseket tapasztaltak. A genetikai trendszámítás adatai szerint az értékelt tulajdonságok meredekségi értékei (b) pozitívak voltak, a genetikai trendek enyhén javuló irányt mutattak a becsült időszakban. Megállapították, hogy a magyar tarka fajta hústermelő képessége az elmúlt időszakban nem csökkent.

### 1. Introduction and literature review

Napjainkban a gazdaságok meglehetősen kevés bikát és üszőt hizlalnak - nagy élősúlyra - Magyarországon. A húshasznú állományokból származó választott borjak nagy része, mint hizlalapanyag elhagyja az országot, és külföldön kerül hizlalásra, majd vágásra. Ebből adódóan hazánkban, az utóbbi időben csak meglehetősen kevés tapasztalattal rendelkezünk a különböző fajtájú, genotípusú és ivarú szarvasmarhák hizlalási és vágási teljesítményéről. Ilyen adatok a nemzetközi szakirodalomban is kisebb arányban állnak rendelkezésre (*Özlütürk és mtsai, 2004; Geuder és mtsai, 2012; Bureš és Bartoň, 2018*).

A különböző fajtájú szarvasmarhák hizlalási és vágási tulajdonságainak öröklődhetőségéről számos forrásadat található a szakirodalomban. *Crews és mtsai (2003)* szerint a vágási súly és a hasított felek súlyának  $h^2$  értéke 0,47, ill. 0,53 volt szimentáli állományokban. *Su és mtsai (2017)* a carcass súlyának öröklődhetőségére az előzőnél kisebb (0,34) adatot közöltek. *Hickey és mtsai (2007)* több fajtát érintő adatbázis kiértékelése során az EUROP minősítési pontszámok öröklődhetőségét kicsinek (0,17-0,26) találták. *Rumph és mtsai (2007)* vizsgálatában a szimentáli apaságú hizóbikák hasított féltesthez kötődő tulajdonságainak a  $h^2$  értéke 0,12-0,34 közötti értéket mutatott.

Az ivadékok hústermelő-képességét, azaz a növekedés ütemét, az életnapra jutó, ill. a hizlalás alatti súlygyarapodást, vagy a vágási mutatószámokat - a genetikai tényezők mellett - nagymértékben befolyásolhatják a különböző környezeti hatások is. A hizodalmasságot és a vágóértéket befolyásoló környezeti tényezők vizsgálatáról számos szakirodalmi forrásmunka

látott napvilágot (Steen, 1995; Laborde és mtsai, 2001; Bjelka és mtsai, 2002). A nevezett forrásmunkák eredményeit korábbi munkánkban (Polgár és mtsai, 2005) részletesen bemutattuk, így azokat itt nem részletezzük.

A hizlalási és vágási tulajdonságok fenotípusos és genetikai trendjének alakulásáról nagyon kevés újszerű adatot találtunk a szakirodalomban (Emmerling és mtsai, 2019). Szimentáli fajtában Elzo és mtsai (1987), bajor tarka fajtában Kögel és mtsai (1995) közöltek adatokat, de ezek meglehetősen réginek tekinthetők. Potočnik és mtsai (2007) szlovén szimentáli állományokban számos tejtermeléshez, küllemhez és vágáshoz kapcsolódó tulajdonságban növekvő genetikai trendeket állapítottak meg. Kaps és mtsai (2000) ivadékvizsgálatban részt vevő szimentáli hízó bikák életnapra jutó súlygyarapodásának fenotípusos trendjében nem tapasztaltak tendenciaszerű változást. Ehhez hasonló adatokat közöltek Röhrmohser és Pichler (2002) is.

A fentiek tükrében jelen munkánk célja az öröklődhetőségi értékek és a tenyésztérek meghatározása volt magyar tarka hízó bikák ivadékteljesítmény-vizsgálata során rögzített hizlalási és vágási tulajdonságokban. Kíváncsiak voltunk arra, hogy az elmúlt 20 évben milyen irányt mutatott a hizlalási és vágási teljesítmények fenotípusos és genetikai trendje.

## 2. Anyag és módszer

Munkánk során Magyar tarka Tenyésztők Egyesületének (MTE) országos ivadékteljesítményvizsgálati adatbázisát dolgoztuk fel, melyben 1358 fajtatiszta magyar tarka hízó bika hizlalási és vágási adatai szerepeltek. A hízó bikák összesen 125 apa és 1189 anya ivadékaik voltak. A hízó bikák 2001. január 8. és 2019. december 8. között születtek, a vágások 2002. május 13. és 2021. május 3. között zajlottak. A legfiatalabb hízó bika 12 hónapos, a legidősebb pedig 27 hónapos korban került vágásra (átlag 17.9 hónap). Az ITV lebonyolításában összesen 11 hizlaló üzem (hizlalda) vett részt.

Mivel a hízó bikák biztosan nem lettek tenyésztésbe véve, az adatbázisból nem tudtunk érdemi rokonsági mátrixot összeállítani. A tulajdonságok kialakításában nem tudtunk sem anyai genetikai hatást, sem más, anyához köthető környezeti hatást definiálni. A vizsgált tulajdonságok jellege miatt az ismételhetőséggel sem tudtunk számolni. Ennek következtében összetettebb becslési eljárások (pl. BLUP egyedmodell) futtatására nem volt lehetőségünk.

Az adatok kiértékelését ezért többtenyezős variancia-analízissel (GLM) végeztük. A modell összeállítása során a hízó bikák apját véletlen (random), a hizlalás helyét (azt a hizlaló telepet, ahonnan az ivadék a vágóhidra került) és a hízó bikák születési évét fix hatásként vettük figyelembe. A hízó bikák vágáskori életkorát kovariánsként építettük a modellbe.

A fenotípusos trendek számításakor a hízó bikák születési évenkénti átlageredményeiből indultunk ki. A vizsgált tulajdonságok évenkénti átlagára egytenyezős lineáris regresszióanalízis segítségével egyeneseket illesztettünk. Függő változónak az értékelt tulajdonságot, független változónak pedig a születési évjáratot tekintettük.

A populációgenetikai paraméterek számítása Szőke és Komlósi (2000), valamint Lengyel és mtsai (2004) útmutatása alapján ANOVA Type III módszerrel történt. A munka során minden tulajdonság esetén négy értéket, az ivadékcsoportok közötti varianciát ( $V_g$ ), az ivadékcsoporton belüli (környezeti) varianciát ( $V_k$ ), a fenotípusos varianciát ( $V_f$ ) és az öröklődhetőségi értéket ( $h^2$ ) határoztuk meg. Ezek számításának a módját korábban részletesen ismertettük, így azt itt nem részletezzük.

A vizsgált kilenc érték mérő tulajdonság alakulásának genetikai trendjét - Ostler és mtsai (2005) vizsgálatához hasonlóan - az azonos évben született apák átlagos tenyésztékéből határoztuk meg. Korábbi vizsgálatunkhoz (Bene és mtsai, 2021) hasonlóan a számításokat súlyozott egytenyezős lineáris regresszióanalízis segítségével végeztük, függő változónak az

átlagos tenyésztéket, független változónak az apa születési évjáratát, súlynak pedig az apánkénti ivadékok számát tekintettük.

Az adatok előkészítését Microsoft Office Excel 2003 programmal, az adatbázis kiértékelését pedig az SPSS 9.0 statisztikai programcsomaggal végeztük.

### 3. Eredmények és értékelésük

A hízóbikák születési évenként átlagolt eredményeit valamennyi tulajdonság esetén az 1. táblázatban mutatjuk be. A teljes populáció átlagában a hízóbikák izmoltsági pontszáma 6,7 pont, a hizlalási végsúlya 646,3 kg, a vágási súlya 606,0 kg, az életnapra jutó súlygyarapodása 1215 g/nap, a hasított test súlya 366,2 kg, a vágási százaléka 60,4%, az életnapra jutó csontos hús termelése 688 g/nap, a SEUROP izmoltsági pontszáma 3,6 pont (U-), a SEUROP fagyússági pontszáma pedig 2,4 pont volt. A vonatkozó szakirodalmi források jellemzően kisebb hizlalási végsúlyról (*Özlütürk és mtsai, 2004*), hasonló életnapra jutó súlygyarapodásról (*Bureš és Bartoň, 2018*), ill. kismértékben kisebb vágási százalékról (*Cesarini és mtsai, 2020*) számoltak be.

1. táblázat: A bikák születési évének hatása a vizsgált tulajdonságokra

Év*	N	MUS (pont)	LWF (kg)	DWG (g/nap)	SWE (kg)	CAR (kg)	DRP (%)	ACP (g/nap)	EUR (pont)	FAT (pont)
2001	143	6,8	640,0	1211	616,3	368,1	59,6	697	3,3	2,4
2002	109	6,6	643,4	1205	618,9	373,2	60,3	702	3,7	2,2
2003	91	6,8	689,4	1239	656,6	389,8	59,3	705	3,2	2,4
2005	40	6,3	651,4	1176	614,3	366,0	59,3	661	4,0	1,9
2006	97	6,1	675,1	1208	633,2	383,9	60,4	688	3,2	2,5
2007	58	5,8	644,9	1179	600,5	351,1	58,3	639	3,1	2,2
2008	25	7,3	767,8	1392	715,0	429,3	59,4	780	4,2	2,3
2009	19	7,7	627,0	1152	596,1	370,0	62,1	681	4,4	2,5
2010	37	6,8	635,5	1214	600,4	362,8	60,5	693	3,7	2,5
2011	75	6,8	617,8	1189	581,3	349,3	60,1	671	3,7	2,7
2012	122	7,1	647,5	1251	600,8	361,5	60,3	697	3,8	2,5
2013	51	6,9	629,9	1221	579,5	355,2	61,2	685	3,7	2,3
2014	65	6,6	599,7	1131	554,5	367,5	65,2	687	3,7	2,1
2015	103	6,3	654,6	1246	605,3	367,5	60,8	697	3,6	2,8
2016	122	6,8	643,7	1232	594,7	357,5	60,2	680	3,6	2,7
2017	74	6,7	575,1	1126	534,2	322,8	60,5	631	3,5	2,3
2018	60	7,0	646,3	1264	603,9	361,4	60,0	706	3,6	2,5
2019	67	6,8	644,8	1240	602,1	355,4	59,1	682	3,7	2,5
Átlag <sup>#</sup>	1358	6,7	646,3	1215	606,0	366,2	60,4	688	3,6	2,4

\* = bika születési éve; # = korrigált átlag; MUS = izmoltsági pontszám; LWF = hizlalási végsúly; DWG = hizlalás alatti napi súlygyarapodás; SWE = vágási súly; CAR = hasított felek súlya; DRP = vágási százalék; ACP = életnapra jutó csontoshús-termelés; EUR, FAT = SEUROP izmoltsági és fagyússági pontszám

Statisztikailag megbízható fenotípusos trendeket csak két tulajdonság, a vágási súly és a hasított felek súlya esetén találtunk. Mindkét tulajdonság esetén a meredekség (b) negatív előjelű volt, így ezekben a tulajdonságokban évenként kismértékű, csökkenő tendenciát tudunk meg-

állapítani (-3,45 kg/év, ill. -1,75 kg/év). A többi tulajdonság esetén a meredekség értéke nagyon kicsinek bizonyult, azaz azok évenkénti alakulásában sem javuló, sem romló tendencia nem volt megfigyelhető. Ezen eredmények eltérők voltak *Füller és mtsai* (2009) dolgozatában bemutatott adatoktól, akik kismértékű növekvő fenotípusos tendenciákat figyeltek meg.

A vizsgált tulajdonságok számított populációgenetikai paramétereit a 2. táblázatban foglaltuk össze. Az izmoltsági pontszám, a SEUROP izmoltsági pontszám, valamint a SEUROP faggyússági pontszám közepes öröklődhetőséget mutatott ( $h^2 = 0,23-0,33$ ). A többi tulajdonság öröklődhetősége jó volt ( $h^2 = 0,47-0,53$ ). A SE értékek alapján  $h^2$  értékek statisztikai értelemben vett megbízhatósága kielégítő volt. A becsült öröklődhetőségi értékek hasonlóak voltak a szakirodalomban fellelhető adatokhoz (*Crews és mtsai*, 2003; *Hickey és mtsai*, 2007; *Rumph és mtsai*, 2007; *Su és mtsai*, 2017).

2. táblázat: A vizsgált tulajdonságok populációgenetikai paramétereit

Tul.	Additív direkt genetikai variancia ( $\sigma^2_d$ )	Környezeti variancia ( $\sigma^2_e$ )	Fenotípusos variancia ( $\sigma^2_p$ )	Öröklődhetőség ( $h^2 \pm SE$ )
MUS	0,5	1,0	1,5	0,33 $\pm$ 0,09
LWF	2876,3	2983,7	5859,9	0,49 $\pm$ 0,11
DWG	8963,7	10290,1	19253,8	0,47 $\pm$ 0,11
SWE	2810,4	2568,8	5379,3	0,52 $\pm$ 0,12
CAR	1083,4	1007,3	2090,7	0,52 $\pm$ 0,12
DRP	4,1	3,6	7,7	0,53 $\pm$ 0,12
ACP	3477,0	3474,3	6951,4	0,50 $\pm$ 0,11
EUR	0,1	0,3	0,4	0,28 $\pm$ 0,09
FAT	0,1	0,2	0,2	0,23 $\pm$ 0,08

MUS = izmoltsági pontszám; LWF = hizlalási végsúly; DWG = hizlalás alatti napi súlygyarapodás; SWE = vágási súly; CAR = hasított felek súlya; DRP = vágási százalék; ACP = életnapra jutó csontoshús-termelés; EUR, FAT = SEUROP izmoltsági és faggyússági pontszám

Valamennyi tulajdonság esetén számottevő különbség adódott a tenyészbikák becsült tenyészértékében. Az életnapra jutó súlygyarapodás tekintetében a legjobb (24229-es számú bika, + 270 g/nap), és a legrosszabb (18428-as bika, -50 g/nap) apa tenyészértéke között 320 g/nap volt a különbség. A SEUROP izmoltsági pontszám esetén is a 24229-es apa tenyészértékét találtuk a legnagyobbknak (+0,9 pont), ami nagyságrendileg másfél osztálynyival (1,6 ponttal) volt nagyobb annál, mint amit a 19227-es tenyészbika (-0,7 pont) esetén becsültünk.

Az azonos évben született apák kilenc értékmérő tulajdonságban - külön-külön - becsült tenyészértékének átlagolásával kapott genetikai trendeket a 3. táblázatban foglaltuk össze. Eredményeink szerint egy tulajdonság, a SEUROP faggyússági pontszám esetén az átlagos tenyészérték időbeni változása (b) negatív irányú volt, a többi tulajdonság esetén a regresszió analízis során meghatározott meredekség (b) értéke pozitív irányt mutatott. A pozitív eredményekhez azért azt hozzá kell tenni, hogy a tulajdonságonkénti átlagos tenyészérték évről évre történő javulása meglehetősen lassú ütemű volt. Hat tulajdonság esetén a genetikai trendek megbízhatósága statisztikai értelemben véve igazolhatónak bizonyult. Eredményeinkhez hasonlóan több forrásmunka (*Potočník és mtsai*, 2007; *Emmerling és mtsai*, 2009) is a genetikai trendek növekedéséről számolt be. Ugyanakkor *Kaps és mtsai* (2000), valamint *Röhrmoser és Pichler* (2002) az életnapra jutó napi súlygyarapodás genetikai trendjét stagnáló jellegűnek találták.



3. táblázat: A vizsgált tulajdonságok genetikai trendje az apák tenyésztéke alapján

tul.	Merekség (bX)			Tengelymetszet (a)			Illeszkedés	
	b	SE	p	a	SE	p	R <sup>2</sup>	p
BV <sub>MUS</sub>	+0,09	0,03	<0,01	-178,52	51,52	<0,01	0,41	<0,01
BV <sub>LWF</sub>	+3,39	2,67	NS	-6807,10	5358,59	NS	0,09	NS
BV <sub>DWG</sub>	+2,48	4,92	NS	-4979,03	9875,54	NS	0,02	NS
BV <sub>SWE</sub>	+3,08	2,48	NS	-6190,52	4985,98	NS	0,08	NS
BV <sub>CAR</sub>	+4,09	1,23	<0,01	-8197,34	2474,72	<0,01	0,39	<0,01
BV <sub>DRP</sub>	+0,37	0,10	<0,01	-738,54	199,43	<0,01	0,45	<0,01
BV <sub>ACP</sub>	+5,84	2,33	<0,05	-11712,10	4685,72	<0,05	0,27	<0,05
BV <sub>EUR</sub>	+0,04	0,02	<0,05	-83,84	29,50	<0,05	0,32	<0,05
BV <sub>FAT</sub>	-0,05	0,02	<0,01	90,95	29,44	<0,01	0,36	<0,01

X = az apa születési éve; BV<sub>MUS</sub> = az izmoltsági pontszám tenyésztéke (pont); BV<sub>LWF</sub> = a hizlalási végsúly tenyésztéke (kg); BV<sub>DWG</sub> = a hizlalás alatti napi súlygyarapodás tenyésztéke (g/nap); BV<sub>SWE</sub> = a vágási súly tenyésztéke (kg); BV<sub>CAR</sub> = a hasított felek súlyának tenyésztéke (kg); BV<sub>DRP</sub> = a vágási százalék tenyésztéke (%); BV<sub>ACP</sub> = az életnapra jutó csontoshús-termelés tenyésztéke (g/nap); BV<sub>EUR</sub> = a SEUROP izmoltsági pontszám tenyésztéke (pont); BV<sub>FAT</sub> = a SEUROP faggyúsági pontszám tenyésztéke (pont)

#### 4. Következtetések, javaslatok

Korábbi vizsgálatunk (*Bene és mtsai, 2016*) eredményeivel összhangban megállapíthatjuk, hogy a hizóbikák apja (a minősítés alatt álló tenyészbika) számottevő befolyással lehet az értékelt hizlalási és vágási tulajdonságokra. A vizsgálatban szereplő apák tenyésztéke között néhány tulajdonságban nagyobb, más esetekben kisebb különbségeket találtunk. Munkánk eredményei alapján ismételten kijelenthető, hogy egy megfelelő apaállat kiválasztásával, ill. használatával akár egy generáción belül is érzékelhetően lehet javítani a hizlalási és/vagy vágási teljesítményeket.

A Magyar Tarka Tenyésztők Egyesülete a kettőshasznú termelési indexben (KTI) a hús tenyészték indexet 27%-os aránnyal veszi figyelembe. Ebből látható, hogy a fajta tenyésztése napjainkban inkább a tej tenyészték indexet (TTI), illetve a fitness tenyészték indexet (FTI) alkotó tulajdonságokra irányul, azokat helyezi előtérbe (37%, ill. 36%). Ennek következtében számos forrásmunka (*Potočnik és mtsai, 2007; Emmerling és mtsai, 2009*) a szimentáli tehének tejtermelési paramétereiben a fenotípusos és genetikai trendek erőteljes növekedéséről számolt be. Az értékelt 20 év időtartama alatt az átlagos, éves laktációs teljesítmény a hazai termelésellenőrzött populációban kb. 1500 kg-mal nőtt (*Kovács-Mesterházy, 2021*).

A szimentáli fajtacsoport egyedei általában jó hústermelők, de a tejtermelésük a tejhasznú fajtákénál jóval gyengébb. Ennek következtében a figyelem a magyar tarka fajtában elsősorban a tejtermelő-képesség és a másodlagos tulajdonságok javítására irányult, így a hústermelő-képesség esetén pedig már a szinten tartás, illetve a kismértékű javulás is elfogadható eredménynek tekinthető. Ez utóbbi megállapítást jelen dolgozatunk eredményei teljes mértékben alátámasztják.

## 5. Felhasznált irodalom

- Bene, Sz. – Vigh, Z. – Húth, B. – Füller, I. – Wagenhoffer, Zs. – Polgár, J. P. (2016): Fattening and slaughtering results of Hungarian Simmental bulls based on progeny test. *Hung. J. Anim. Prod.*, 65. 55–70.
- Bene, Sz. – Polgár, J. P. – Szűcs, M. – Márton, J. – Szabó, E. – Szabó, F. (2021): Environmental effects, population genetic parameters, breeding value, phenotypic and genetic trend for age at first calving of Limousin cows. *J. Cent. Eur. Agric.*, 22. 240–249.
- Bjelka, M. – Subrt, J. – Polách, P. – Krestynová, M. – Uttendorfsky, K. (2002): Carcass quality in crossbred bulls in relation to SEUROP system grading. *Czech J. Anim. Sci.*, 47. 467–475.
- Bureš, D. – Bartoň, L. (2018): Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus, Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. *Liv. Sci.*, 214. 231–237.
- Cesarani, A. – Hidalgo, J. – Garcia, A. – Degano, L. – Vicario, D. – Masuda, Y. – Misztal, I. – Lourenco, D. (2020): Beef trait genetic parameters based on old and recent data and its implications for genomic predictions in Italian Simmental cattle. *J. Anim. Sci.*, 98.skaa242.
- Crews, D. H. – Pollak, E. J. – Weaber, R. L. – Quaas, R. L. – Lipsey, R. J. (2003): Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. *J. Anim. Sci.*, 81. 1427–2433.
- Elzo, M. A. – Pollak, E. J. – Quaas, R. L. (1987): Genetic trends due to bull selection and differential usage in the Simmental population. *J. Anim. Sci.*, 64. 983–991.
- Engellandt, T. – Reinsch, N. – Schild, H. J. – Kalm, E. (1999): Genetic parameters from two different field testing schemes for beef traits of German Gelbvieh finishing bulls. *Liv. Prod. Sci.*, 60. 219–228.
- Füller, I. – Stefler, J. – Bene, Sz. – Kiss, B. – Fördős, A. – Szabó, F. – Polgár, J. P. (2009): Heritability and breeding value of fattening and slaughter parameters of dual purpose Hungarian Simmental. *Hung. J. Anim. Prod.*, 58. 315–325.
- Geuder, U. – Pickl, M. – Scheidler, M. – Schuster, M. – Götz, K. U. (2012): Growth performance, carcass traits and meat quality of Bavarian cattle breeds. *Züchtungskunde*, 84. 485–499.
- Hickey, J. M. – Keane, M. G. – Kenny, D. A. – Cromie, A. R. – Veerkamp, R. F. (2007): Genetic parameters for EUROP carcass traits within different groups of cattle in Ireland. *J. Anim. Sci.*, 85. 314–321.
- Kapš, M. – Posavi, M. – Stipič, N. – Mikulič, B. (2000): Genetic evaluation of semen and growth traits of young Simmental bulls in performance test. *Agric. Consp. Sci.*, 65. 15–20.
- Kovács-Mesterházy, Z. (edit.) (2021): Summary of performance results of Hungarian Simmental breeding bulls. Association of Hungarian Simmental Breeders, Bonyhád.
- Kögel, J. – Graser, H. U. – Matzke, P. – Pickl, M. (1991): Entwicklung der Fleischleistung von Bayerischen Fleckvieh im Zeitraum 1965-1990. *Züchtungskunde*, 63. 354–365.
- Laborde, F. L. – Mandell, I. B. – Tosh, J. J. – Wilton, J. W. – Buchanan-Smith, J. G. (2001): Breed effects on growth performance, carcass characteristics, fatty acid composition, and palatability attributes in finishing steers. *J. Anim. Sci.*, 79. 355–365.
- Lengyel, Z. – Balika, S. – Polgár, J. P. – Szabó, F. (2004): Examination of reproduction and weaning results in Hungarian Limousin population. 2<sup>nd</sup>: Sire-and animal model comparison. *Hung. J. Anim. Prod.*, 53. 199–211.
- Ostler, S. – Fries, R. – Emmerling, R. – Götz, K. U. – Aumann, J. – Thaller, G. (2005): Investigation of determinants for the genetic progress in the Bavarian Fleckvieh. *Züchtungskunde*, 77. 341–357.
- Özlütürk, A. – Tüzemen, N. – Yanar, M. – Esenbuga, N. – Dursun, E. (2004): Fattening performance, carcass traits and meat quality characteristics of calves sired by Charolais, Simmental and Eastern Anatolian Red sires mated to Eastern Anatolian Red dams. *Meat Sci.*, 67. 463–470.
- Polgár, J. P. – Wagenhoffer, Zs. – Grubics, Zs. – Hornyák, Z. – Török, M. – Lengyel, Z. – Szabó, F. (2005): Slaughter results and carcass traits of F<sub>1</sub> and R<sub>1</sub> genotyped Red Angus cattle. *Hung. J. Anim. Prod.*, 54. 109–120.
- Potočnik, K. – Štepec, M. – Krsnik, J. (2007): Genetic trends for production and non-production traits in Simmental breed in Slovenia. *Biotech. Anim. Husb.*, 23. 47–53.
- Röhrmoser, G. – Pichler, R. (2002): Improvement of both beef and milk in one breed - with Fleckvieh Simmental. 14. World Simmental Fleckvieh Congress, 19–29. August 2002, South Africa, Namibia.
- Rumph, J. M. – Shafer, W. R. – Crews, D. H. – Enns, R. M. – Lipsey, R. J. – Quaas, R. L. – Pollak, E. J. (2007): Genetic evaluation of beef carcass data using different endpoint adjustments. *J. Anim. Sci.*, 85. 1120–1125.
- Steen, R. W. J. (1995): The effect of plane of nutrition and slaughter weight on growth and food efficiency in bulls, steers and heifers of three breed crosses. *Liv. Prod. Sci.*, 42. 1–11.
- Su, H. – Golden, B. – Hyde, L. – Sanders, S. – Garrick, D. (2017): Genetic parameters for carcass and ultrasound traits in Hereford and admixed Simmental beef cattle: Accuracy of evaluating carcass traits. *J. Anim. Sci.*, 95. 4718–4727.
- Szőke, Sz. – Komlósi, I. (2000): Comparison of BLUP models. *Hung. J. Anim. Prod.*, 49. 231–246.

## A tőgyödéma vizsgálata egy Csongrád-Csanád megyei tehenészetben

Tóth Violetta<sup>1</sup> – Gráff Myrtil<sup>2</sup> – Mikó Edit<sup>2</sup> – Gulyás László<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Mosonmagyaróvár*

<sup>2</sup>*Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely  
toth.violetta@mgk.u-szeged.hu*

### Összefoglalás

A tőgygyulladás a tejtermelő tehenek leggyakoribb és kezelését tekintve legkölségesebb betegsége, ezért nagy hangsúlyt kell fektetni annak megelőzésére. Szakirodalmi források alapján elmondható, hogy a tőgyödéma gyakorisága és a tőgygyulladás megjelenése között pozitív összefüggés van. Vizsgálatainkat egy Csongrád-Csanád megyei tehenészetben végeztük. Eddig 47 tőgyödémás tehen adatait gyűjtöttük össze. A tőgyödéma súlyosságát egy 0-3 pontig terjedő skálán értékeltük egy héttel az ellés előtt és az ellés után 3 héten keresztül. Ellés után vizsgáltuk a négy tőgybimbó hosszát és átmérőjét. A hátulsó tőgybimbók esetében 2-3 milliméteres rövidülés volt megfigyelhető a súlyosan ödémás teheneknél. A tőgybimbó átmérőjének vizsgálatakor megállapítottuk, hogy az ödéma súlyosságának függvényében az elülső tőgybimbók 2.2-3.5, illetve a hátulsó tőgybimbók 2-2.3 milliméterrel bizonyultak vastagabbnak, mint az ödémában nem szenvedő tehenek tőgybimbói. A tőgy bőrének rugalmasságának mérésekor megállapítottuk, hogy az enyhe súlyosságú ödéma esetében átlagosan 28.4, a mérsékelt súlyos állapotban 62.9, a súlyosan ödémás állapotban pedig 81.4 másodpercebe telt mire a tőgy bőre visszanyerte eredeti állapotát.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A tejtermelő tehenek tejhozamának csúcsa várhatóan a harmadik laktációban fog bekövetkezni, tehát a fiatal tehenek kiselejtezése egyáltalán nem kívánatos tényező (*Rilanto*, 2020). Szakirodalmi források támasztják alá, hogy az üszök 11–22% -át leselejtezik még az első ellésük előtt (*Hultgren és mtsai*, 2008; *Brickell és Wathes*, 2011), valamint a tehenek 8–19%-a pedig az első laktációján belül kerül ki a termelésből (*Bach*, 2011; *Brickell és Wathes*, 2011), ami nagyban csökkenti a gazdaságos tejtermelés tényét.

*Bar és mtsai*, (2008) vizsgálataikban megállapították, hogy a tehenek 5-20%-a került ki a termelésből tőgygyulladás miatt. *Tóth és mtsai*. (2019) által vizsgált állományban a tőgygyulladás és a tőgyproblémák 30%-ban vezettek selejtezéshez. Számos kutatás leírta, hogy az ödémás tőgy hajlamosabb a sérülésre, így a tőgyödémát a klinikai tőgygyulladás előfordulásának egyik kockázati tényezőjeként azonosították (*Slettbakk*, 1995; *Ivemeyer és mtsai*, 2011). Egyes tanulmányok leírták, hogy magasabb selejtezési arány volt megfigyelhető a súlyosan tőgyödémás teheneknél (*Hayes és Albright*, 1976; *Gussmann és mtsai*, 2019).

A tőgyödéma nem más, mint a nyirokfolyadék felhalmozódása a tőgy és a környező szövetek intersticiális terében (*Kojouri és mtsai*, 2015). Számos szakirodalmi forrás leírja, hogy a kiterjedt tőgyödéma befolyásolhatja a tejtermelést és a tőgy egészségét is (*Kojouri és mtsai*, 2015; *Morrison*, 2018). *Melendez és mtsai*, (2006) megfigyelték, hogy a tejmenyiség az első próbafejés során 3,6 kg-kal csökkent a tőgyödémás tehenek esetében. *Okkema és Grandin* (2021) szerint, a tőgyödémának káros hatása van a hasznos élettartamra, ugyanis az ödéma a tőgyfüggesztő szalagok károsodását okozhatja. Többen is lejegyezték, hogy a tőgyödéma hatására a tőgybimbók megrövidülhetnek, megvastagodhatnak, sőt a bimbócsatorna beszűkülése

is előfordulhat, ami megnehezíti a fejés folyamatát (*Medrano - Galarza és mtsai, 2012; Okkema és Grandin, 2021*).

*Randall és mtsai. (1974)* takarmányozási kísérletükben megállapították, hogy az ödémás állapot kialakulásának elkerülése érdekében célszerű a takarmányadag sótartalmának korlátozása. Az oxidatív stressz enyhítése érdekében az exogén antioxidánsok, például E-vitamin, C-vitamin, karotinoidok és flavonoidok megfelelő mennyiségének biztosítása a takarmányadagban szintén segíthet megelőzni az ödéma kialakulását (*Alhadrami és Faye, 2016, Reddy és mtsai, 2016; Mueller és mtsai, 2019*).

*Sharma (2005)* szerint, súlyos esetekben nagyhatású vízajtó (pl. furoszemid) készítmények és kortikoszteroid (pl. dexametazon) alkalmazása, valamint a tőgy masszázsa elegendő az állat 3-4 napon belüli felépüléséhez. *Ghodasara és mtsai, (2012)* szintén javasolják az ödémás tőgy rendszeres masszírozását, valamint annak hideg-meleg vizes borogatását. Enyhe tőgyödéma esetén általában nincs szükség kezelésre, mivel az néhány napon vagy egy héten belül elmúlik magától (*Ranjan és Zahid, 2011*).

A fentiek tükrében vizsgálatunk célja a tőgyödéma súlyosságának, illetve a tőgybimbókra való hatásának megfigyelése holstein-fríz szarvasmarhák esetében. Jelen munkában a vizsgált telepen leggyakrabban előforduló termelésből való kikerülési okokat, a tőgybimbók hosszának és vastagságának, valamint a tőgy bőrének rugalmasságának változását mutatjuk be.

## 2. Anyag és módszer

Munkánk során egy Csongrád-Csanád megyei tejtermelő tehenészet holstein-fríz állományának legfőbb selejtezési okait vizsgáltuk. Ezen felül 47 tőgyödémás egyed különböző paramétereit vettük fel négy ismétlésben. A felvett paraméterek a következők voltak: kondíció pont, tőgyödéma súlyossága, tőgybimbó hossza és átmérője, a tőgy hőmérséklete, a tőgyfüggesztése, a tőgy bőrének rugalmassága.

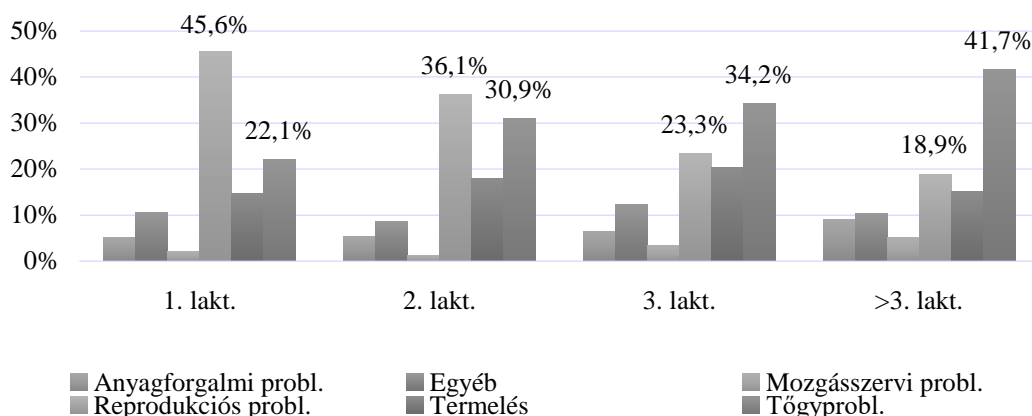
A tőgybimbók méret-felvételezése hagyományos eszközökkel, mérőszalaggal és digitális tolómérővel történt. A tőgy hőmérsékletét érintés nélküli, digitális hőmérővel mértük meg. A tőgy bőrének rugalmasságát az úgynevezett „ujjlenyomat próba” segítségével állapítottuk meg, melynek lényege, hogy ujjunkkal benyomjuk az ödémás területet és stopperóra segítségével megmérjük, hogy a tőgy bőre mennyi idő alatt nyeri vissza eredeti állapotát. A tőgyödéma súlyosságát a *Morrison és mtsai. (2018)* által kidolgozott 0-3 pontig terjedő skálán értékeltük. A kondíciót *Edmonson és mtsai. (1989)* által leírt 1-5 pontig terjedő skála alapján pontoztuk. A kikerülési okok vizsgálatát és elemzését a RISKÁ telepirányítási rendszerből összegyűjtött adatok alapján végeztük.

Vizsgáltuk a legfőbb selejtezési okok előfordulási arányát az egyes laktációkban. Munkánk során megvizsgáltuk, hogy az ödéma súlyosságának van-e hatása a tőgybimbók átlag hosszára, illetve átmérőjére. Kimutatásra került, hogy átlagosan hány másodperc alatt nyeri vissza eredeti állapotát a tőgy bőre az ödémás állapot súlyosságának függvényében.

Az adatok előkészítését és rendszerezését, illetve kiértékelését a Microsoft Office Excel 2016 programmal végeztük.

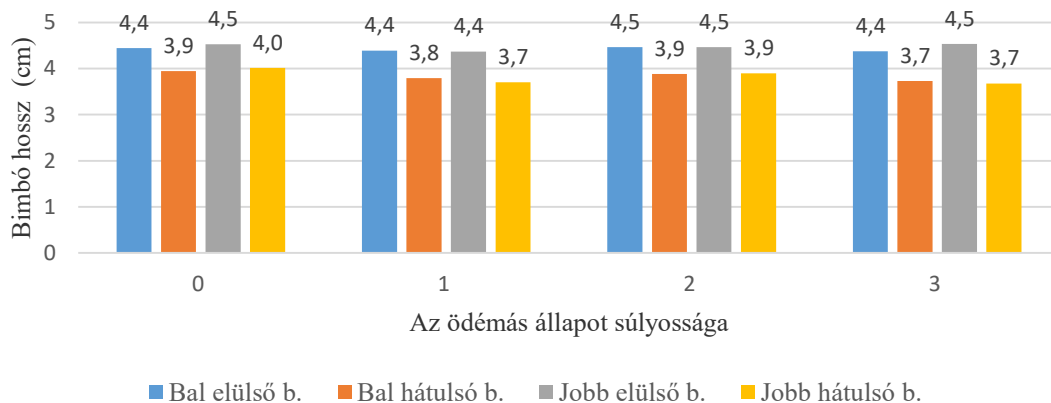
### 3. Eredmények és értékelésük

Az 1. ábra a selejtezési okok megoszlását mutatja az első három laktációban és a további laktációkban. Megfigyelhető, hogy laktációtól függetlenül, a vizsgált telepen a selejtezés fő okai a szaporodásbiológiai rendellenességek és a tőgyproblémák. Az első laktációs, fiatal tehének selejtezésének közel 50%-át szaporodásbiológiai problémák okozzák. A tőgyproblémák miatt az első laktációs tehének 22%-a hagyja el a termelést. A második laktációtól kezdve a szaporodási rendellenességek miatti selejtezések aránya csökken, míg a tőgygyulladás és a tőgyproblémák miatti selejtezések aránya nő. A harmadik laktációban, amikor a tehén tejtermelésének csúcspontja várható, a tőgyproblémák és tőgygyulladás miatti selejtezés aránya már eléri 34%-ot.

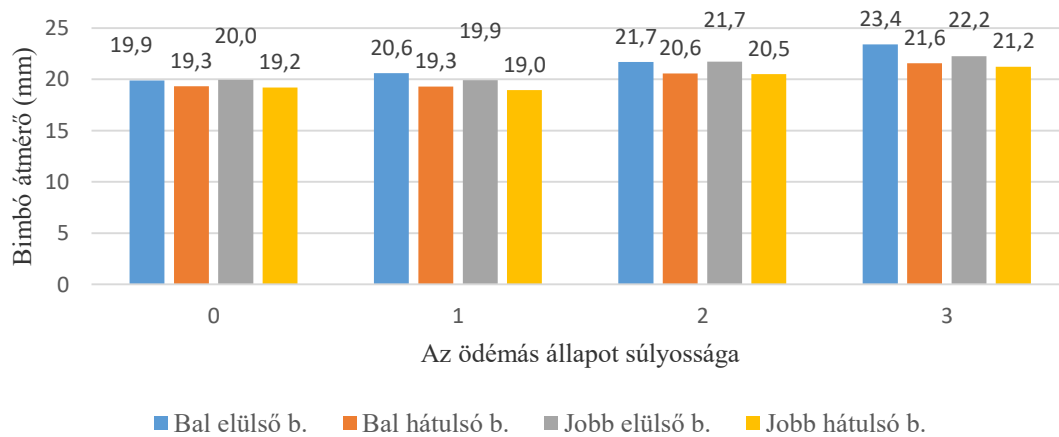


1. ábra: A legfőbb selejtezési okok megoszlása a vizsgált telepen 2015 és 2020 között

A 2. ábra a tőgybimbók hosszának átlagos alakulását mutatja, figyelembe véve a tőgyödéma súlyosságát. A kapott eredmények azt mutatják, hogy a tőgyödéma súlyossága ezidáig nem volt hatással az elülső tőgybimbók hosszára. A hátulsó tőgybimbók esetében a súlyosan ödémás teheneknél 2, illetve 3 mm-es rövidülést figyelhető meg a nem ödémás állatok bimbó hosszához képest.



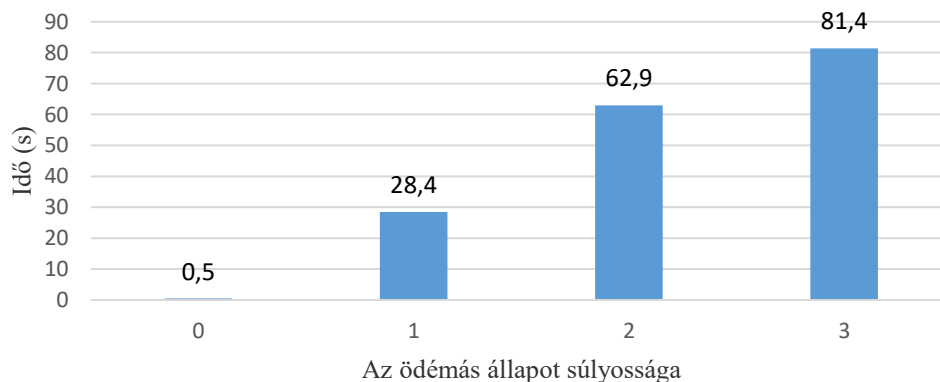
2. ábra: A tőgybimbó hosszának átlagos alakulása az ödémás állapot súlyosságának tekintetében



3. ábra: A tőgybimbó átmérőjének átlagos alakulása az ödémás állapot súlyosságának tekintetében

A 3. ábra szemlélteti a tőgybimbó átmérőjének átlagos változását az ödéma súlyosságának függvényében. Az összegyűjtött adatok alapján elmondható, hogy mind a négy tőgybimbó fokozatosan megvastagodott az ödémás állapot súlyosbodásával. Az elülső bimbók tekintetében a súlyosan ödémás tehének tőgybimbói az egészséges állapothoz képest 2,2 illetve 3,5 mm-rel vastagabbak voltak. A hátulsó bimbók esetében 2 illetve 2,3 mm-es vastagodás volt megfigyelhető.

A 4. ábrán mutatjuk be a tőgy bőrének átlagos rugalmasságát az ödémás állapot súlyosságának tekintetében. A tőgy bőrének rugalmasságát a már fent említett „ujjlenyomat - próbával” vizsgáltuk. Egészséges állatoknál a tőgy bőre azonnal visszanyeri eredeti állapotát. Az ödémás állapot súlyosbodásával ez az érték fokozatosan nőtt. A súlyos tőgyödémával küzdő teheneknél ez az érték átlagosan 81 másodperc volt.



4. ábra: A tőgy bőrének átlagos rugalmassága az ödémás állapot súlyosságának tekintetében

#### 4. Következtetések, javaslatok

Összefoglalva elmondható, hogy a vizsgált tehenészetben a termelésből való kikerülés fő okai a szaporodásbiológiai problémák, a tőgygyulladás és a tőgyproblémák, valamint az alacsony tejhozam voltak. A tőgyproblémák, tőgygyulladás miatti selejtezések aránya a 3. laktációban kezdett emelkedni, míg a szaporodásbiológiai problémák miatti selejtezések arány csökkent. A szakirodalommal ellentétben ezidáig nem találtunk szoros összefüggést a tőgyödéma súlyossága és a tőgybimbók hossza között. Csak a hátulsó tőgybimbók hosszában figyeltünk meg kismértékű (2 és 3 mm) rövidülést. Továbbá megállapítottuk, hogy az ödéma súlyossága a tőgybimbók megvastagodását és a tőgy bőrének rugalmatlanságát okozza.

A gyakorlatban igen fontos lenne a nagy teljesítő képességű egyedeket minél tovább termelésben tartani, annak érdekében, hogy elérhessék a genetikailag lehetséges maximum tejhozamukat, így gazdaságosabbá téve a tejtermelést. Ennek elérése érdekében fontos ismerünk egy adott telep leggyakoribb selejtezési okait. Esetünkben kijelenthető, hogy a szaporodásbiológiai rendellenességek és a tőgyproblémák megelőzésével, megoldásával nagyban hozzá lehetne járulni ahhoz, hogy a teheneket, minél tovább a termelésben tartsuk.

Számos szakirodalom a tőgyödéma megjelenését a klinikai tőgygyulladás egyik lehetséges kockázataként azonosította. Ahogyan az már ismert a tőgygyulladás a tejelő tehenek egyik leggyakoribb és kezelését tekintve az egyik legköltségesebb betegsége. Éppen ezért a tőgygyulladás megelőzése a cél, ebben pedig segíthet a tőgyödéma súlyosságának mérséklése, esetleges megelőzése.

A fent ismertetett vizsgálati eredményekből még nem lehet konkrét, messzemenő következtetéseket levonni, hiszen az adatgyűjtés folyamatos, az eddig összegyűjtött adatok még kis-számúak, így a tőgyödémával kapcsolatosan további kutatásokra, adatgyűjtésre van szükség. Véleményünk szerint a tőgyödéma vizsgálata egy lehetséges megoldás lehet a tőgygyulladás előfordulásának csökkentésére.

#### 5. Felhasznált irodalom

- Alhadrami, G. A. – Faye, B.* (2016): Animals that produce dairy foods: Camel. Reference Module in Food Science. Elsevier. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00620-X>
- Bach, A.* (2011): Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation. *J. Dairy Sci.*, 94. 1052–7. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3633>.
- Bar, D. – Gröhn, Y. T. – Bennet, G. – González, R. N. – Hertl, J. A. – Schulte, H. F. – Tauer, L. W. – Welcome, F. L. – Schukken, Y. H.* (2008): Effects of repeated episodes of generic clinical mastitis on mortality and culling in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 91. 2196–2204. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2007-0460>
- Brickell, J. S. – Wathes, D. C.* (2011): A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms. *J. Dairy Sci.*, 94. 1831–1838. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3710>
- Edmonson, A. J. – Lean, I. J. – Weaver, L. D. – Farver, T. – Webster, G.* (1989): A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 72. 68–78.
- Ghodasara, S. N. – Savsani, H. H. – Vataliya, P. H.* (2012): Therapeutic management of periparturient udder edema in Jaffrabadi buffaloes and Gir cows. *Buffalo Bulletin* 31. 111–113.
- Gussmann, M. – Denwood, M. – Kirkeby, C. – Farre, M. – Halasa, T.* (2019): Associations between udder health and culling in dairy cows. *Preventive Veterinary Medicine* 171. 104751. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2019.104751>
- Hayes, R. L. – Albright, J. L.* (1976): Older heifers have more severe edema. *Hoard's Dairyman*, Jan. 25:75.
- Hultgren, J. – Svensson, C. – Maizon, D. O. – Oltenacu, P. A.* (2008): Rearing conditions, morbidity and breeding performance in dairy heifers in southwest Sweden. *Preventive Veterinary Medicine*. 87. 244–260 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2008.04.003>

- Ivemeyer, S. – Knierim, U. – Waiblinger, S. (2011):* Effect of human-animal relationship and management on udder health in Swiss dairy herds. *J. Dairy Sci.*, 94:5890–5902. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4048>.
- Kojouri, G. A. – Pouryeganeh, M. M. – Nekouei, S. – Nazifi, S. (2015):* Udder edema and association with some serum biochemical measures and dietary factors in first calving cows. *Iranian Journal of Veterinary Research*. 16. 345–349.
- Medrano-Galarza, C. – Gibbons, J. – Wagner, S. – de Passille, A. M. – Rushen, J. (2012):* Behavioral changes in dairy cows with mastitis. *J. Dairy Sci.*, 95. 6994–7002. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5247>.
- Melendez, P. – Hofer, C. C. – Donovan, G. A. (2006):* Risk factors for udder edema and its association with lactation performance on primiparous Holstein cows in a large Florida herd, U.S. A. *Preventive Veterinary Medicine*. 76. 211–221. DOI: [10.1016/j.prevetmed.2006.05.004](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2006.05.004)
- Morrison, E. I. – DeVries, T. J. – LeBlanc, S. J. (2018):* Short communication: Associations of udder edema with health, milk yield, and reproduction in dairy cows in early lactation. *J. Dairy Sci.*, 101. 9521–9526. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14539>
- Mueller, F. J. – Miller, J. K. – Campbell, M. H. – Madsen, F. C. (2019):* Prevention of Udder Edema in Dairy Cows. *Dairexnet*. <https://dairy-cattle.extension.org/prevention-of-udder-edema-in-dairy-cows/>
- Okkema, C. – Grandin, T. (2021):* Graduate Student Literature Review: Udder edema in dairy cattle—A possible emerging animal welfare issue. *J. Dairy Sci.*, 104. 7334–7341.
- Randall, W. E. – Hemken, R. W. – Bull, L. S. – Douglas, L. W. (1974):* Effect of Dietary Sodium and Potassium on Udder Edema in Holstein Heifers. *J. Dairy Sci.*, 57. 472–475. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(74\)84916-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(74)84916-7)
- Ranjan, R. – Zahid, U. N. (2011):* Udder Edema (Synonym: Cake). 315–323. In: *Sharma, N. – Singh, N. K. – Bacic, G. (2011):* Production Diseases of Dairy Animals (with special references to post-parturient metabolic disorders). Satish Serial Publishing House, Delhi.
- Reddy, P. R. K. – Raju, J. – Redy, A. N. – Reddy, P. P. R. – Hyder, I. (2016):* Transition Period and its Successful Management in Dairy Cows. *Indian Journal Of Natural Sciences*, 38. 11691–11699.
- Rilanto, T. – Reimus, K. – Orro, T. – Emanuelson, U. – Viltrop, A. – Mötus, K. (2020):* Culling reasons and risk factors in Estonian dairy cows. *BMC Veterinary Research*. 16. 173.
- Sharma, N. – Maiti, S. K. – Mukherjee, K. – Ghosh, S. C. – Roy, S. (2005):* Post parturient udder edema in a Sahiwal cow and its treatment. *Indian Vet. J.*, 82. 675–676.
- Slettbakk T. – Jørstad, A. – Farver, T. B. – Holmes, J. C. (1995):* Impact of milking characteristics and morphology of udder and teats on clinical mastitis in first- and second-lactation Norwegian cattle. *Preventive Veterinary Medicine*. 24. 235–244.
- Tóth, V. – Nagypál, V. – Süli, Á. – Mikó, E. (2019):* Investigation of culling practices on a dairy farm. *Review on Agriculture and Rural Development* 8. 96–101.



## A termelésben töltött időt befolyásoló tényezők elemzése, különös tekintettel a lineáris küllemi tulajdonságokra a hazai tejtermelő állományokban

Török Evelin<sup>1,2</sup> – Béri Béla<sup>1</sup> – Posta János<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debreceni Egyetem, Debrecen

<sup>2</sup>Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola, Debrecen  
torok.evelin@agr.unideb.hu

### Összefoglalás

A szerzők a lineáris küllemi tulajdonságok és a termelésben töltött idő közötti kapcsolatot elemezték túlélési analízis (Survival Kit program, Weibull-modell) alkalmazásával 17715 holstein-fríz tehén adatai alapján. Az értékelési modellben a tenyészet, a születési év, az első elléskori életkor, valamint a legfontosabb lineáris küllemi tulajdonságok hatását fix, míg az ellési évet idő-függő változóként vették figyelembe. Eredményeik szerint az első elléskori életkor előrehaladtával a kiesés kockázata növekedett, míg a közepes farmagasság, a közepes törzsmélység, a közepes élesség pontszám, a szűk far, az erős elülső tőgyfélillesztés, a magas hátulsó tőgyfél, a sekély tőgy, illetve a közepes hosszúságú bimbó a kiesés kockázatát csökkentette. Megállapításaik szerint a laza elülső tőgyfélillesztés, az alacsony hátulsó tőgyfél, a mély tőgy, valamint a rövid bimbó a termelésben töltött időt negatívan befolyásolta.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

Hazánkban az 1970-es évekig a meghatározó tenyésztett fajta a magyar tarka volt. Ezt követően a fogyasztói igények megváltoztak, nőtt a tej és tejtermékek iránti kereslet. Ennek következtében dinamikusan nőtt a holstein-fríz és a velük keresztezett állományok létszáma. Ennek oka, hogy a holstein-fríz tejtermelése egyedülálló, egy laktáció alatt akár a 10000-12000 kg-ot meghaladó tejtermelésre is képes. A nagy mennyiségű tejtermelésre végzett szelekció azonban számos értékmérő tulajdonság romlását eredményezte, többek között a termelésben töltött idő csökkenését.

A hasznos élettartam az első laktáció kezdetétől a kikerülés napjáig terjed (Báder, 2001). A hasznos élettartam nem éri el a 3 évet, jelenleg 2,2-2,3 laktáció között alakul. Az élettartam növekedésével viszont kevesebb üszőt kell beállítani, így az állománypótlás költsége csökkenhet (Ducrocq és mtsai, 1988). A hosszú, hasznos élettartam csökkenésének következtében a felnevelési költség (improduktív szakasz) aránya nő (Kovács és Molnár, 2014). A hasznos élettartam több mutatóval is kifejezhető, az állományban eltöltött évek számával (O'Rourke és mtsai, 1995), a teljesített laktációk (Brotherstone és mtsai, 1997), vagy az ellések számával (Sawa és Boguczki, 2010). Martinez és mtsai (2004) meghatározása alapján az első elléstől a selejtezésig tartó időszak napokban kifejezve.

A termelésben töltött időt számos tényező befolyásolhatja, többek között az egyed testalkulása és külleme. A küllem és a hasznos élettartam közötti kapcsolat elemzéséről számos kutatás született. A legtöbb nemzetközi irodalom a küllemi tulajdonságok közül a tőgyhöz, valamint a lábhoz kapcsolódó tulajdonságok szerepét emelte ki (Setati és mtsai, 2004; Vacek és mtsai, 2006; Wasana és mtsai, 2015).

Kutatásunk célja a hazai holstein-fríz tehenek termelésben töltött idejének értékelése túlélési analízis alkalmazásával. A termelésben töltött időt befolyásoló tényezők közül célunk a lineáris küllemi tulajdonságok hatásának vizsgálata.

## 2. Anyag és módszer

Kutatásunk során négy hazai nagyüzemi holstein-fríz szarvasmarha-állomány adatait dolgoztuk fel. A lineáris küllemi tulajdonságok és a hasznos élettartam közötti kapcsolat elemzéséhez 17715, 2000 és 2017 között született tehen adatait használtuk fel. Az értékeléskor 3950 tehen még termelésben volt, ezek teljesítményét cenzorált adatként vettük figyelembe.

A vizsgált modellben az első elléskori életkor (22 hónapos, vagy fiatalabb; 23; 24; 25; 26; 27; 28 hónapos, vagy idősebb), a tenyészet (1, 2, 3, 4), a születési év (2000-2017) fix, az egyed random, míg az ellési év idő-függő tényezőként jelent meg. Tehát a vizsgálat során minden egyed, minden ellési évét figyelembe vettük. Továbbá a modell a lineáris küllemi tulajdonságokat (farmagasság, erősség, törzsmélység, élesség, farlejtés, farszélesség, hátulsó láb hátulnézet, hátulsó láb oldalnézet, elülső tőgyfélillesztés, hátulsó tőgyfélmagasság, tőgyfüggesztés, tőgymélység, elülső bimbóhelyeződés, bimbóhossz) is tartalmazta. A lineáris küllemi tulajdonságok pontozását – 1-9-ig terjedő skálán – a Holstein-fríz Tenyésztők Egyesületének bírálói végzik. Az értékeléshez a pontszámokat három kategóriába soroltuk:

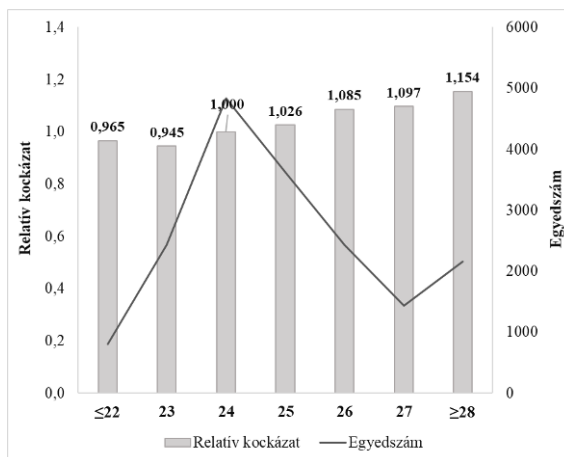
1. kategória: A bírálati pontszám 1, 2, 3,
2. kategória: A bírálati pontszám: 4, 5, 6,
3. kategória: A bírálati pontszám: 7, 8, 9.

Az adatok gyűjtését, szűrését és feldolgozását a Microsoft Excel és a Microsoft Access programok segítségével végeztük el. A hasznos élettartamot befolyásoló tényezők elemzéséhez túlélési analízist alkalmaztunk a Survival Kit (*Mészáros és mtsai, 2013*) program segítségével. A túlélés elemzést a Weibull-moddellel végeztük el. A relatív kockázat a kiesés kockázatát jelenti, amelyet a referencia csoporthoz (relatív kockázat = 1,000) viszonyítva értékeltünk.

## 3. Eredmények és értékelésük

A vizsgált paraméterek közül a születési év, az első elléskori életkor, a farmagasság, a törzsmélység, az élesség, a farszélesség, az elülső tőgyfélillesztés, a hátulsó tőgyfélmagasság, a tőgymélység és a bimbóhossz befolyásolta a holstein-fríz tehenek kiesését. Számos nemzetközi szakirodalmi forrással szemben a farlejtés, valamint a láb tulajdonságai nem voltak hatással a termelésben töltött idő alakulására. A legtöbb szerző a láb tulajdonságai közül a körömszög és a mozgáskép szerepét hangsúlyozta (*Zavadilová és Štipková, 2009; Van der Waaij és mtsai, 2005*).

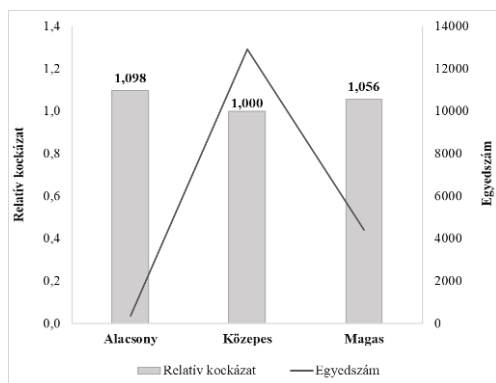
Az 1. ábra az első elléskori életkor kockázati hányadosait szemlélteti. Eredményeink alapján elmondható, hogy a legkisebb kiesési kockázat a 23 hónapos első ellési életkornál figyelhető meg. Megállapítható, hogy az első elléskori életkor előrehaladtával a relatív kockázat növekedett. Eredményinkkel összhangban állnak *Cielava és mtsai (2017)* megállapításai, miszerint a későbbi első elléskori életkor az élettartam csökkenését eredményezi, hiszen a reprodukciós teljesítményre negatív hatást gyakorol. *Chirinos és mtsai (2007)* a 34 hónapos első elléskori életkornál figyelték meg a legnagyobb kiesési kockázatot.



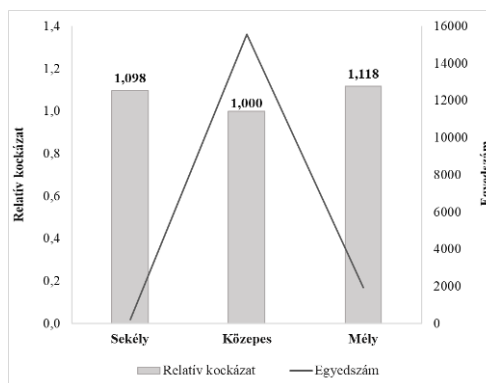
1. ábra: Az első elléskori életkor kockázati hányadosai

A 2. ábra a farmagasság kockázati hányadosait mutatja be. Megállapítható, hogy a közepes farú tehenek maradtak a legtovább termelésben. A vizsgált állományokban a legtöbb egyed közepes farú, de több mint 4000 tehen magas farú.

A törzsmélység vizsgálatánál megállapítottuk, hogy a közepes és a sekély törzsű tehenek kiesési kockázata a legkisebb, míg a mély törzsűeké a legnagyobb (3. ábra). A mély törzs relatív kockázata több mint 10%-kal haladta meg a közepes törzs kiesési valószínűségét. Megállapításunk megegyezik *Morek-Kopec és Zarnecki* (2012), illetve *Sewalem és mtsai* (2004) eredményeivel. Ezzel szemben *Berta és Béri* (2011) szerint a mély törzsű tehenek tovább maradtak termelésben.



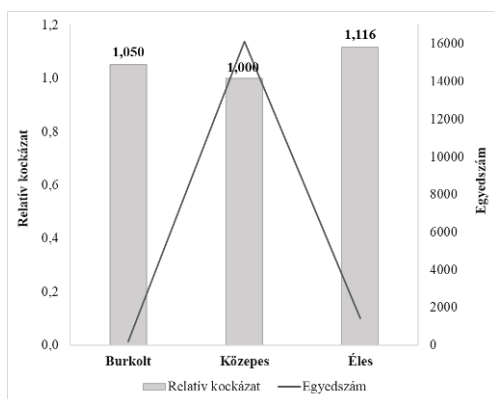
2. ábra: A farmagasság kockázati hányadosai



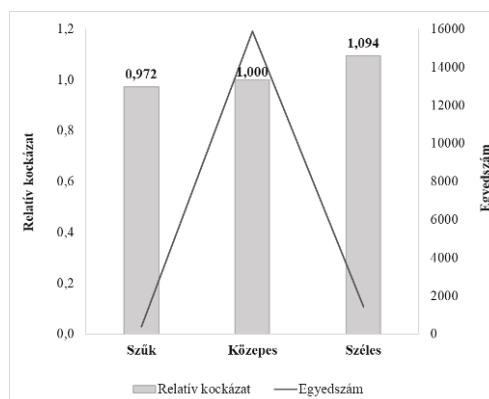
3. ábra: A törzsmélység kockázati hányadosai

Az élesség kockázati hányadosait a 4. ábra szemlélteti. Eredményeink alapján a magas élesség pontszám (7, 8, 9) több mint 10%-kal haladta meg a közepes pontszám relatív kockázatát. Az élesség és a termelésben töltött idő közötti kapcsolatot vizsgálva ellentétes eredmények születtek, hiszen egyes kutatások szerint az élesség pontszám növekedése kedvezőtlenül (*Zavadilová és Štipková*, 2012), míg más források szerint kedvezően (*Berta és Béri*, 2005) befolyásolta a termelésben töltött idő alakulását. *Zwald és mtsai* (2004) szerint a magas tejtermelésű tehenek élesebbek, kondíció pontszámuk alacsonyabb, ezáltal a betegségekre fogékonyabbak, mint alacsonyabb tejtermelésű társaik.

A farszélességnél a legnagyobb kockázatot a széles farnál, míg a legalacsonyabbat a szűk farnál tapasztaltunk (5. ábra). A szűk far és a termelésben töltött idő közötti kapcsolatot *Buenger és mtsai* (2001) is megállapították. Ezzel szemben *Berta és Béri* (2011) szerint a széles far kedvező az élettartamra.

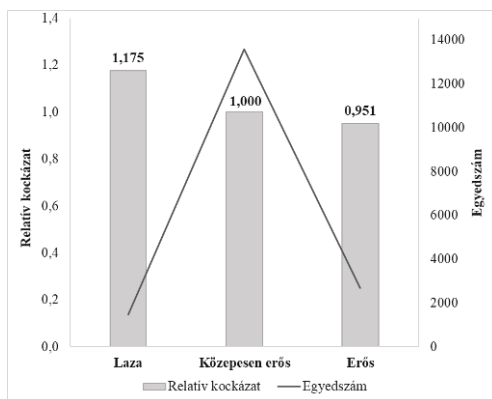


4. ábra: Az élesség kockázati hányadosai

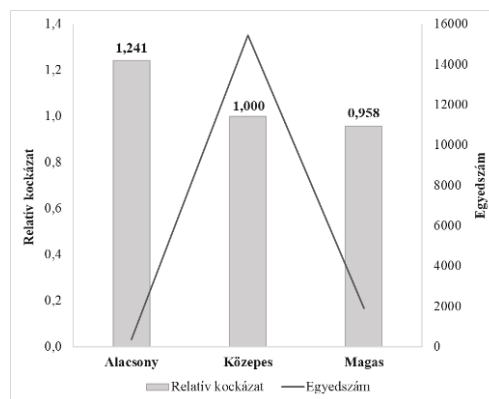


5. ábra: A farszélesség kockázati hányadosai

A 6. ábra az elülső tőgyfélillesztés kockázati hányadosait szemlélteti. Megállapítottuk, hogy a laza elülső tőgyfélillesztés kiesési kockázata a legnagyobb, tehát az erős elülső tőgyfélillesztéssel rendelkező egyedek tovább maradtak termelésben. Számos szakirodalmi forrás beszámolt az erős elülső tőgyfélillesztés és a termelésben töltött idő (*Dube és mtsai*, 2009; *Vacek és mtsai*, 2006), valamint az elülső tőgyfélillesztés és az alacsonyabb szomatikus sejtszám pozitív kapcsolatáról (*Dube és mtsai*, 2009; *Bobbo és mtsai*, 2019).



6. ábra: Az elülső tőgyfélillesztés kockázati hányadosai



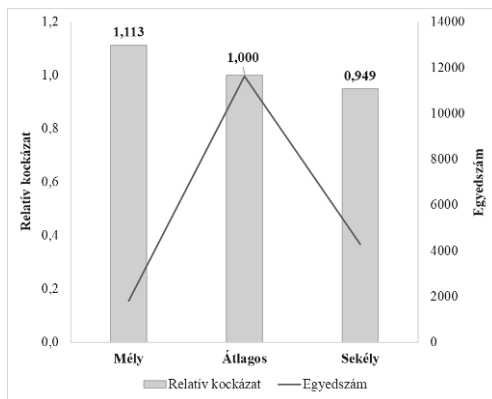
7. ábra: A hátulsó tőgyfélmagasság kockázati hányadosai

A hátulsó tőgyfél magasság és a termelésben töltött idő közötti kapcsolat értékeléskor megállapítottuk, hogy az alacsony hátulsó tőgyfél több mint 20%-kal haladta meg a közepes hátulsó tőgyfél relatív kockázatát (7. ábra). A termelésben töltött idő szempontjából a magas hátulsó tőgyfél bizonyult a legkedvezőbbnek. *Buenger és mtsai* (2001) szerint az alacsonyabb hátulsó tőgyfelű tehének tejtermelése alacsonyabb, ezáltal növeli a kiesés kockázatát.

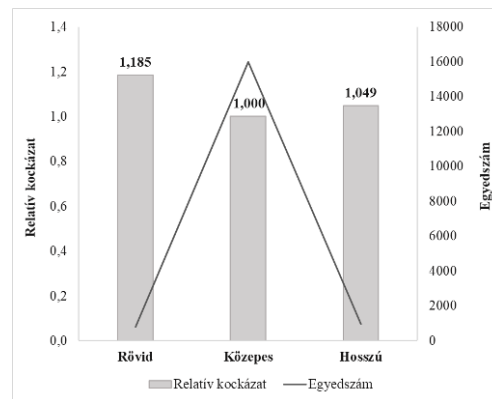
A tőgymélység vizsgálatánál megállapítottuk, hogy a legnagyobb kiesési kockázat a mély tőgyű, míg a legkisebb a sekély tőgyű egyedeknél volt tapasztalható (8. ábra). Az egyedszám

alapján elmondható, hogy a tehenek jelentős része átlagos, vagy sekély tőgygel rendelkezett. Hasonló eredményt állapított meg *Morek-Kopec és Zarnecki* (2012), a szerzők szerint a mély tőgy kiesési kockázata 1,5-szer nagyobb a sekély tőgy relatív kockázatához képest.

A 9. ábra a bimbóhosszúság kockázati hányadosait szemlélteti. Megállapítottuk, hogy a rövidebb bimbó kiesési kockázata a legnagyobb, több mint 18%-kal haladta meg a másik két csoport értékeit. Hasonló eredményt kaptak *Buenger és mtsai* (2001), hiszen vizsgálatuk szerint a közepes bimbóhosszúságú egyedek maradtak a legtávolabbi termelésben.



8. ábra: A tőgymélység kockázati hányadosai



9. ábra: A bimbóhosszúság kockázati hányadosai

#### 4. Következtetések, javaslatok

A vizsgált hazai holstein-fríz tehenek termelésben töltött idejét a születési év, az első elléskori életkor, a lineáris küllemi tulajdonságok közül a farmagasság, a törzsmélység, az élesség, a farszélesség, az elülső tőgyfélillesztés, a hátulsó tőgyfélmagasság, a tőgymélység és a bimbóhossz befolyásolta.

Az első elléskori életkor előrehaladtával a kiesés kockázata növekedett. A közepes farmagasság, a közepes törzsmélység, a közepes élesség pontszám, valamint a szűk far a termelésben töltött időt növelte. A laza elülső tőgyfélillesztés, az alacsony hátulsó tőgyfél, a mély tőgy, valamint a rövid bimbó a kiesés kockázatát jelentősen növelte. Az erős elülső tőgyfélillesztés, a magas hátulsó tőgyfél, a sekély tőgy, illetve a közepes hosszúságú bimbó kiesési kockázata volt a legalacsonyabb.

#### Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

## 5. Felhasznált irodalom

- Báder E. (2001): Élettartam, hasznos élettartam. *Agro Napló*. 5–6. 45–46.
- Berta A. – Béri B. (2005): Kiváló ételteljesítményű tehenek származásának és küllemének elemzése. *Agrártudományi Közlemények*. 16. 13–17.
- Berta A. – Béri B. (2011): A hasznos élettartam és a küllem kapcsolatának elemzése holstein-fríz teheneknél. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 601. 47–55.
- Bobbo, T. – Roveglia, C. – Penasa, M. – Visentin, G. – Finocchiaro, R. – Cassandro, M. (2019): Genetic relationships of alternative somatic cell count traits with milk yield, composition and udder type traits in Italian Jersey cows. *Animal Science Journal*. 90. 808–817.
- Brotherstone, S. – Veerkamp, R. F. – Hill, W. G. (1997): Genetic parameters for a simple predictor of the lifespan of Holstein-friesian dairy cattle and its relationship to production. *Animal Science*. 65. 31–37.
- Buenger, A. – Ducrocq, V. – Swalve, H. H. (2001): Analysis of survival in dairy cows with supplementary data on type scores and housing systems from a region of Northwest Germany. *Journal of Dairy Science*. 84. 1531–1541.
- Chirinos, Z. – Carabano, M. J. – Hernández, D. (2007): Genetic evaluation of length of productive life in the Spanish Holstein-Friesian population: Model validation and genetic estimation. *Livestock Science*. 106. 120–131.
- Cielava, L. – Jonkus, D. – Paura, L. (2017): The effect of cow reproductive traits on lifetime productivity and longevity. *International Journal of Animal and Veterinary Sciences*. 11. 220–223.
- Dube, B. – Dzama, K. – Banga, C. B. – Norris, D. (2009): An analysis of the genetic relationship between udder health and udder conformation traits in South African Jersey cows. *Animal*. 3. 4. 494–500.
- Ducrocq, V. P. – Quaas, R. L. – Pollak, E. J. – Casella, G. (1988): Length of productive life of dairy cows. 1. Justification of a Weibull model. *Journal of Dairy Science*. 71. 11. 3061–3070.
- Kovács A. Z. – Molnár I. (2014): Hosszú élettartammal rendelkező holstein-fríz tehenek termelési paramétereinek sajátosságai. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 63. 1. 56–70.
- Martinez, G. E. – Koch, R. M. – Cundiff, L. V. – Gregory, K. E. – Vleck, L. D. V. (2004): Genetic parameters for six measures of length of productive life and three measures of lifetime production by 6 yr after first calving for Hereford cows. *Journal of Animal Science*. 82. 1912–1918.
- Mészáros, G. – Kadlecik, O. – Kasarda, R. – Sölkner, J. (2013): Analysis of longevity in the Slovak Pinzgau population-Extension to the animal model. *Czech Journal of Animal Science*. 58. 289–295.
- Morek-Kopec, M. – Zamecki, A. (2012): Relationship between conformation traits and longevity in Polish Holstein Friesian cattle. *Livestock Science*. 149. 53–61.
- O'Rourke, P. K. – Fordyce, G. – Holroyd, R. G. – Sulliva, R. M. (1995): Mortality, wastage, and lifetime productivity of Bos Indicus cows under extensive grazing in Northern Australia 3. Comparison of culling strategies. *Australian Journal of experimental Agriculture*. 35. 307–316.
- Sawa, A. – Boguczki, M. (2010): Effect of some factors on cow longevity. *Archiv Tierzucht*. 53. 4. 403–414.
- Setati, M. M. – Norris, D. – Banga, C. B. – Benyi, K. (2004): Relationships between longevity and linear type traits in Holstein cattle population of Southern Africa. *Tropical animal health production*. 36. 8. 807–814.
- Sewalem, A. – Kistemaker, G. J. – Miglior, F. – Van Doormal, B. J. (2004): Analysis of the relationship between type traits and functional survival in Canadian Holstein using a Weibull Proportional Hazards Model. *Journal of Dairy Science*. 87. 11. 3938–3946.
- Vacek, M. – Štípková, M. – Němcová, E. – Bouska, J. (2006): Relationships between conformation traits and longevity of holstein cows in the Czech Republic. *Czech Journal of Animal Science*. 51. 8. 327–333.
- Van Der Waaij, E. H. – Holzhauer, M. – Ellen, E. – Kamphuis, C. – De Jong, G. (2005): Genetic parameters for claw disorders in Dutch dairy cattle and correlations with conformation traits. *Journal of Dairy Science*. 88. 3672–3678.
- Wasana, N. – Cho, G. – Park, S. – Kim, S. – Choi, J. – Park, B. – Park, C. – Do, C. (2015): Genetic relationship of productive life yield and type traits of Korean Holsteins at early lactations. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 28. 1259–1265.
- Zavadilová, L. – Štípková, M. (2009): Analysis of the phenotypic relationships between type traits and functional survival in Czech Fleckvieh cows. *Czech Journal of Animal Science*. 12. 521–531.
- Zavadilová, L. – Štípková, M. (2012): Genetic correlations between longevity and conformation traits in the Czech Holstein population. *Czech Journal of Animal Science*. 57. 125–136.
- Zwald, N. R. – Weigel, K. A. – Chang, Y.M. – Welper, R. D. – Clay, J. S. (2004): Genetic selection for health traits using producer-recorded data. II. Genetic correlations, disease, probabilities, and relationships with existing traits. *Journal of Dairy Science*. 87. 4295–4302.

## A hőstressz élettani hatásainak vizsgálata tejhasznú borjakon

Szalai Szilvia – Kovács Levente – Bodnár Ákos

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Gödöllői Campus, Gödöllő*  
Szalai.Szilvia.2@phd.uni-mate.hu

### Összefoglalás

Kutatásunk során választás előtti borjak élettani válaszreakcióit vizsgáltuk hőstressz időszakban 5 napon keresztül, árnyékolt ( $n = 8$ ) és nem árnyékolt ( $n = 8$ ) egyedi ketrecekben: 1. nap (kontroll), 2. nap (hőstressz), 3-5. nap hőstressz utáni időszak. Első nap (kontroll) mindkét csoport borjait árnyékoltuk. Az állatok mikrokörnyezetében a relatív páratartalom, a hőmérséklet és a hőmérséklet-páratartalom index (Temperature Humidity Index, THI) értékeit mértük. Az élettani változók közül a légzésszámot, a rektális hőmérsékletet, és a szívritmus paramétereit vizsgáltuk. Az állatokon mérhető és meteorológiai mutatók közötti összefüggések alapján a környezeti hőmérséklet szorosabb összefüggéseket mutatott az élettani jelzőszámokkal, mint a THI. A rektális hőmérséklet volt az egyetlen élettani paraméter, amely szorosabb korrelációt mutatott a termikus indexekkel az árnyékolt állatok esetén, mint a nem árnyékolt csoportnál. Az eredményekből arra következtethetünk, hogy a fiatal borjak árnyékolása megfelelő módszer az akut hőstressz enyhítésére.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A klímaváltozás következtében az évi átlaghőmérséklet és a hőstressz napok száma évről évre növekszik, melynek negatív gazdasági hatásai az állattenyésztésben is érzékelhetők. Az extrém hőhullámok növelhetik az elhullások számát (*Morignat és mtsai*, 2014), de már enyhébb mértékű hőstressz is okozhat különféle állategészségügyi problémát.

Fiziológiás hőstressz lép fel, amikor a környezeti hőmérséklet vagy napsugárzás mértéke túllépi az állat termoneutrális zónájának felső határértékét (*Dado-Senn és mtsai.*, 2020). A borjak esetében a környezeti hősemleres érték 25 és 32 °C (*Reynolds*, 2008), míg *Collier és mtsai.* (2019) 26 °C-on határozták meg a felső kritikus határértéket választás előtti borjaknál. Az élettani testhőmérséklet 38,5 °C és 39,1 (39,5) °C között változhat (*Piccione és mtsai*, 2003), amely hőstressz idején elérheti a 40,1 °C (*Peña és mtsai.*, 2016) de akár a 40,4 °C-ot is (*Kovács és mtsai.*, 2018b).

Jóllehet, a születés utáni hőterhelés is nagymértékben befolyásolja a felnevelés eredményességét (*Tao és mtsai*, 2013; *Dado-Senn és mtsai*, 2020), a gyakorlatban a választás előtti borjak kevesebb figyelmet kapnak a nagyobb testfelület/tömeg arányuk, valamint kisebb hőterhelésük miatt, mint a termelő tehének (*Broucek és mtsai.*, 2009).

A tejelő tehennel ellentétben a borjaknál a hőstressz indikátorai és határértékei, illetve a megfigyelt élettani változások mértéke még nem megfelelően definiált a szakirodalomban (*Bakony és Jurkovich*, 2020). *Peña és mtsai.* (2016) a hőstresszt rektális hőmérséklet és légzésszám alapján értékelték borjaknál. Azonban, az akut hőstressz kimutatására más fiziológiai mérések is léteznek.

A termál diszkomfort első jeleként megváltozik a viselkedés, a borjak keresik az árnyékot, gyakran változtatják testhelyzetüket (*Roland és mtsai.*, 2016), ugyanakkor a legmelegebb órákban csökken a testhelyzet változtatás gyakorisága és kevesebbet mozognak (*Kovács és mtsai.*, 2018a). A párolgásos hővesztés fokozása érdekében nő a légzésszám, amely akár 50%-kal, az élettani 30-50 belégzés/percről 70-140 belégzés/percre is növekedhet.

A hőstressz okozta főbb élettani és viselkedési változások közül a szívritmus változékonyság elemzése során a hőstressznek kitett borjak szimpatikus tónusa magasabb, azaz a hőterhelés akut stresszt vált ki (Kovács és mtsai., 2018c). Ezt hormonális vizsgálatok is alátámasztják, ugyanis hőstresszben a vérplazma és a nyál krotizol koncentrációja magasabb (Kovács és mtsai., 2019), a vérplazma T3 és T4 hormon koncentrációja pedig alacsonyabb (López és mtsai., 2018) a hőselemleges környezetben mért értékeknél.

Habár pontos meghatározása nincs a szakirodalomban a THI kritikus értékére borjaknál, Dad-Senn és mtsai. (2020) javaslata alapján árnyékolt borjak esetén 65 THI, szórófejekkel folyamatosan hűtött borjaknál 69 THI felett érdemes ellenőrizni az állatok hőkomfortját. 82 THI értéktől a tejpotló-felvétel is csökken, amelynek metabolikus, termelési és jólléti vonatkozásai is lehetnek. A szerzők kísérletükben ventilátorokkal csökkentették a hőstresszt, amely szignifikánsan csökkentette az átlagos légzésszámot és a rektális hőmérséklet értékeit azokhoz a borjakhoz képest, amelyek csak árnyékolt és nyitott oldalú istállóban voltak. Megfigyelték, hogy a THI küszöbértékek a borjak termikus környezetétől függően változtak, így a folyamatosan hűtött borjak THI küszöbértékei magasabbak voltak, mint a csupán árnyékolt borjaké. Ez bizonyítja, hogy a ventilátorok biztosítása és a 2 m/s légsebesség elegendő a hővesztés elősegítéséhez borjakban.

Kísérletünkben egy olyan hőstressz-időszakot vizsgáltunk, amely egyre gyakrabban fordul elő hazánkban is a nyár folyamán. A tejlő borjak hőstresszre adott akut élettani válaszait értékeltük árnyékolt és nem árnyékolt környezetben. Rektális hőmérsékletet, légzésszámot és szívritmust mértünk, összefüggéseket keresve az élettani mutatók, a környezeti hőmérséklet, a relatív páratartalom és a THI között. Azt feltételeztük, hogy a légzésszám és a szívritmus szorosabb korrelációt fog mutatni a meteorológiai értékekkel, mint a rektális hőmérséklet, továbbá, hogy az állaton mért értékek és a meteorológia mérések közötti összefüggések eltérőek lesznek a termikus környezettől függően (árnyékolt vs. árnyékolatlan). Feltételeztük, hogy az árnyékolt borjak rövidtávú stresszválaszai mérsékeltebbek lesznek a nem árnyékolt csoporthoz képest.

## 2. Anyag és módszer

A kísérletet a Prograg Agrárcentrum Kft. ráckeresztúri telepén végeztük el, 2021-ben. A tehenészetben 1000 holstein-fríz tehén és szaporulata található. A meteorológiai előrejelzések alapján választottuk ki a vizsgálat napjait. A munkát az árnyékoló szerkezet felállításával kezdtük árnyékolt ( $n = 8$ ) és nem árnyékolt ( $n = 8$ ) borjúkunyhók és a hozzájuk tartozó kifutók fölé. A vizsgálatok előtti 2 nap során a borjak új környezetéhez szoktatása is megtörtént.

Az 1 kísérleti napon (kontroll, max. 28,3 °C a borjúházak környezetében) az összes borjú árnyékolva volt 24 órán keresztül, majd az árnyékolót eltávolítottuk a nem árnyékolni kívánt csoport fölé. A kísérlet 2. napját tekintettük hőstresszes napnak (max. 37,7 °C az árnyékolt borjúházak környezetében) és a 3-5. napot a stressz utáni időszaknak (3. nap max. 30,3 °C, 4. nap max. 26,5 °C és 5. nap max. 24,3 °C az árnyékolt borjúházak környezetében).

A kísérleti telepen a borjak tartása egyedi ketrecekben, kor és ivar szerint csoportosítva, 1,65 × 1,20 m műanyag borjúházakban (Calf-Tel ECO, Hampel Animal Care, Wisconsin, USA) történt, 1,60 m<sup>2</sup> kifutóval.

Az egyedhez köthető (ivar, kor, testtömeg) és a környezeti tényezők (egyedi ketrecek elhelyezkedése) lehetséges hatásainak elkerülése érdekében hasonló életkorú és testtömegű (életkor =  $46,7 \pm 2,4$  nap, testtömeg =  $74,3 \pm 2,6$  kg), egy héttel választás előtti borjakat választottunk ki ugyanazon sorban és közülük jelöltünk ki árnyékolt és nem árnyékolt kísérleti állatokat. Az árnyékoló szerkezet 32,5 × 3,4 m volt, amely a borjúkunyhókat és a kifutókat is lefed-



te. Az árnyékoló levételét követően a nem árnyékolt egyedi ketrecek direkt napsugárzásnak voltak kitéve 5 m-rel az árnyékolt csoporttól. A zöld raschel háló (Nortene Texanet, Celoplast S.A.S., Ballée, Franciaország) mint árnyékoló eszközt a talajtól 2 m magasságba helyeztük, amely a gyártó szerint 80%-os árnyékot biztosít.

A borjak egyszeri etetésre 3,8 liter tejpótlót kaptak reggel (5:00) és *ad libitum* lucernaszénát és borjúindító tápot (Purina starter, Cargill, USA), amely megfelelt a választás előtti holstein borjak szükségleteinek. Napi kétszer friss vizet biztosítottak műanyag vödörben (7,6 liter) a borjak számára. A takarmányozás a kísérlet alatt nem változott.

A környezeti hőmérséklet és relatív páratartalom méréséhez VOLT-CRAFT DL-181THP (Conrad Electronic SE, Hirschau, Németország) eszközt helyeztünk fel egyenként a kísérleti borjúkunyhók hátsó részébe, valamint Testo 175 H1 (Testo Inc., Sprata, USA) eszközöket szereltünk fel az árnyékoló szerkezet tartóoszlopára a talajtól 1 m magasságban a kifutók fölé. Harminc perces rögzítési gyakoriságot választottunk mindkét eszköznél a kísérlet 1. napja 0:00 (első rögzítés) és 5. napja 24:00 (utolsó rögzítés) között. A borjak termikus mikrokozonyzetének jellemzésére a hőmérséklet, relatív páratartalom és THI értékeit használtuk. A THI a Bianca és mtsai. (1962) által leírt képlet alapján került kiszámításra:

$$THI = (0,35 \times T_{db} + 0,65 \times T_{wb}) \times 1,8 + 32$$

ahol  $T_{db}$  = szárazhőmérséklet és  $T_{wb}$  = nedveshőmérséklet

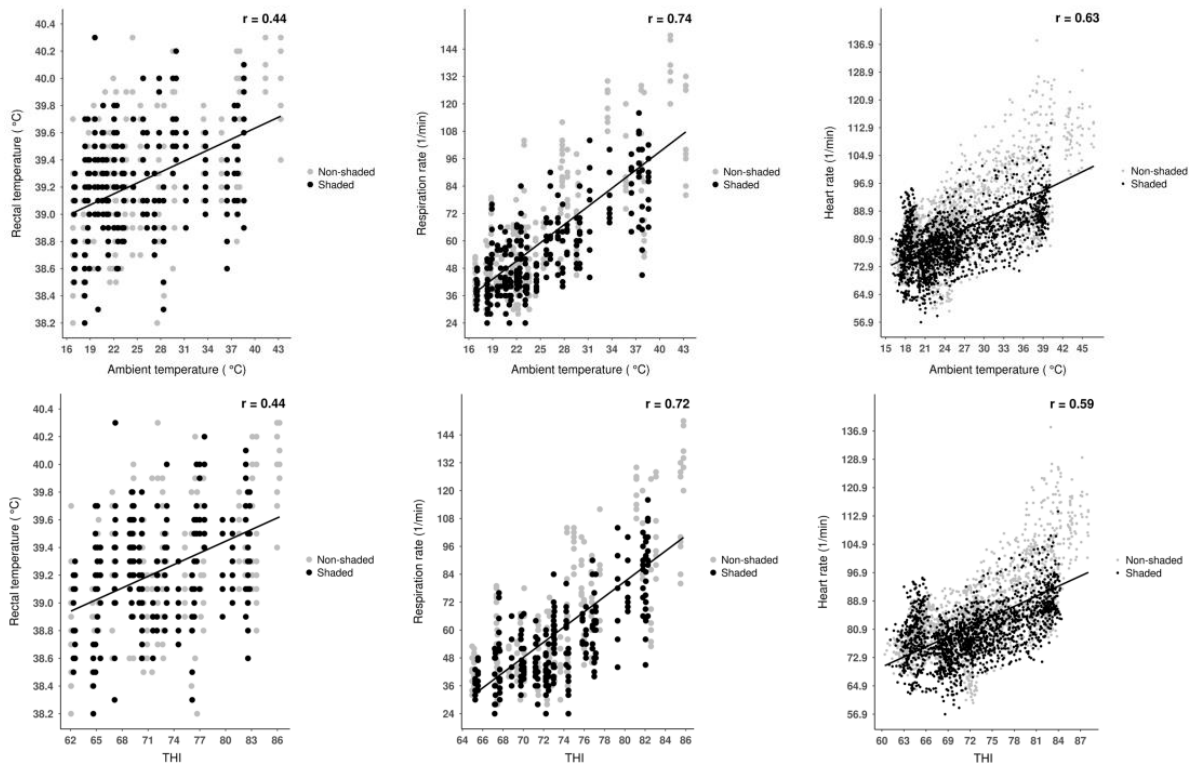
A légzésszámot (belégzés/perc) 4 óránként jegyeztük fel minden kísérleti állat esetében. A légzésszám megfigyelését követően azonnali rektális hőmérséklet mérés következett (Digi-Vet SC 12; Jørgen Kruuse A/S, Langeskov, Dánia).

A szívritmust folyamatosan rögzítettük a kísérleti 1. nap (0:00) és 5. nap (24:00) között két integrált elektródával ellátott Polar elektróda övvel, kompatibilis Polar H7 HR szenzorral és Polar V800 szívritmusmérő órával (POLAR, Kempele, Finnország). Az eszközöket a 0. napon szereltük fel az állatokra és az 5. napon távolítottuk el, majd az adatokat a Polar FlowSync programba töltöttük. A szívritmus elemzését a Kubios HRV standard szoftverrel (version 2.2, Biomedical Signal Analysis Group, Department of Applied Physics, University of Kuopio, Finnország) végeztük, azonos hosszúságú 5 perces rögzített felvételek alapján az állatok zavartalan fekvési viselkedése mellett.

A statisztikai értékeléshez az R-3.0.2. programot használtuk. Az adatok normál eloszlását Levene teszttel, a hibavariancia egyenlőséget Shapiro-Wilk próbával végeztük az árnyékolt és nem árnyékolt csoportnál egyaránt. Az állat alapú hőstressz indikátorok és a termikus paraméterek közötti összefüggéseket Pearson-féle korrelációval értékeltük. Fisher-féle z-transzformáción alapuló z-teszt segítségével 0,05 szignifikancia mellett megvizsgáltuk, hogy van-e különbség a korrelációs együtthatók között a környezet alapján (árnyékolt vs. nem árnyékolt). Az árnyékolás hatását az állatok termikus mikrokozonyzetére a 30 perces gyakorisággal rögzített meteorológiai adatok alapján t-próbával hasonlítottuk össze 0,05 szignifikancia szinten.

### 3. Eredmények és értékelésük

Az állatokon mért hőstressz indikátorok erős pozitív korrelációt mutattak a környezeti hőmérséklettel és a THI-vel (1. ábra).



1. ábra: A rektális hőmérséklet, a légzésszám és a szívritmus összefüggései a környezeti hőmérséklettel és THI-vel

A rektális hőmérséklet közepes korrelációt mutatott, míg a fiziológiai paraméterek erős korrelációt a meteorológiai értékekkel. Ezek alapján a légzésszám és a szívritmus megfelelőbbnek bizonyult a rektális hőmérsékletnél az akut stressz mérésére tejlő borjakban.

Statisztikai eltérés nem volt igazolható a relatív páratartalom maximum és átlagértékeiben az árnyékolás és nem árnyékolás csoportok környezetében a kísérlet során.

Az 1. napon (kontroll) nem találtunk statisztikailag igazolható eltérést a környezeti hőmérséklet maximális és átlag értékeiben ( $P = 0,875$ ,  $P = 0,920$ ) és a THI-ben ( $P = 0,930$ ,  $P = 0,945$ ). A 2. nap (0:00) és 4. nap (24:00) között mért értékek bizonyítják az árnyékolás pozitív hatását a hőkönyezetre.

A 2. napon megfigyelt maximális hőmérséklet és THI 16:00 órakor a nem árnyékolás egyedi ketrec környezetében magasabb volt, mint az árnyékolás kísérleti csoportnál ( $43,7 \pm 0,1$  vs.  $37,7 \pm 0,1$  °C,  $P = 0,005$  és  $86,4 \pm 0,1$  vs.  $78,2 \pm 0,1$   $P < 0,001$ ). Az árnyékolás egyedi ketrecben a nem árnyékolás csoporthoz képest csökkent a hőterhelés, ami az átlaghőmérsékletben is tükröződött hőstressz napokon ( $28,5 \pm 0,1$  vs.  $24,2 \pm 0,1$  °C;  $P < 0,001$ ) és a THI-ben is ( $78,1 \pm 0,1$  vs.  $71,3 \pm 0,1$ ;  $P = 0,011$ ).

A maximum és átlagos napi környezeti hőmérséklet az árnyékolás csoportnál alacsonyabb volt, mint a nem árnyékolás egyedi ketrecek környezetében a 3. kísérleti napon ( $P < 0,001$  és  $P = 0,005$ ) és 4. napon ( $P = 0,008$  és  $P = 0,012$ ).

A maximális és átlagos THI hasonló eltérést mutatott az árnyékolás és nem árnyékolás csoportok között a poszt-stressz időszak első 2 napján (3. nap  $P = 0,003$ ,  $P = 0,014$ ; 4. nap  $P = 0,015$ ,  $P = 0,026$ ). Az 5. napon nem volt különbség a maximális és átlagos napi környezeti hőmérséklet ( $P = 0,395$ ,  $P = 0,420$ ) és a THI ( $P = 0,526$ ,  $P = 0,545$ ) értékek között.

Kísérletünkben arra fókuszáltunk, hogy nem invazív módszerekkel, mint például szívritmus mérésel kimutatható-e a hőstressz nem termelő fiatal borjakban. Különösen kíváncsiak voltunk a borjak akut stresszválaszaira tipikus hőstresszes nyári meleg időszakban.

Korábbi megfigyelések alapján árnyékolt egyedi ketrecben a légzésszám alacsonyabb, átlagosan 10,4 légvétel/perc. Alacsonyabb légzésszámot rögzítettek (47,3 vs. 57,7 légvétel/perc) árnyékolt borjaknál, mint nem árnyékolt társaiknál 15:00 órai mérési időpontban (Lima és mtsai., 2013). Kísérletünkben nagyobb volt a különbség a 2. és 3. napon, ugyanis a nem árnyékolt környezetben a borjak maximális légzésszáma átlagosan 25,9 és 17,8 belégzés/perccel volt magasabb. A légzésszám napi átlaga is magasabb volt az árnyékolásban nem részesült borjakban a 2. ( $P = 0,008$ ) és a 3. napon ( $P = 0,010$ ) árnyékolt társaikhoz hasonlítva.

A hőstressz napokat követően a légzésszámban és a szívritmusban is jelentős különbségeket tapasztaltunk, mindkét paraméter esetében magasabb volt a maximális és a napi átlagérték a nem árnyékolt állatok esetében. Az árnyék nélküli borjak még a 4. napon is szignifikánsan magasabb maximális légzésszámot mutattak ( $P = 0,025$ ), ami arra utal, hogy hosszabb időbe telik akklimatizálódásuk a hőterhelt környezethez. Az árnyék nélküli borjaknak magasabb volt a maximális és átlagos szívritmusa a 2. napon ( $P < 0,001$  és  $P = 0,010$ ) és a 3. napon ( $P = 0,005$  és  $P = 0,012$ ), ami feltehetően a gyakoribb lélegzetvételeknek köszönhetően megnövekedett fizikai aktivitás következménye.

#### 4. Következtetések, javaslatok

A választás előtti borjak feltételezhetően kevésbé szenvednek a hőstressz kedvezőtlen hatásaitól a tejtermelő tehenekhez képest, hiszen testfelületük nagyobb a testtömegükhöz képest emellett sokkal kevesebb metabolikus hő termelődik, így homeosztázisuk fenntartása sikeresebb.

A fiziológiai értékek arra utalnak, hogy árnyék nélkül a 2. és 3. napon magas stressz-szint alakult ki az állatoknál és a csoportok közötti különbségek kifejezettebbek voltak a légzési frekvenciában és szívritmusban a rektális hőmérséklethez képest.

Az állatokon mért paraméterek vizsgálata alapján javasolt az árnyék biztosítása fiatal borjak számára annak érdekében, hogy csökkentsük az akut, súlyos stresszt és annak lehetséges állategészségügyi következményeit.

#### Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a Kooperatív Doktori Program (KDP-2021-C1785923), az Innovációs és Technológiai Minisztérium, valamint a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap támogatta.

#### 5. Felhasznált irodalom

Bakony, M. – Jurkovich, V. (2020): Heat stress in dairy calves from birth to weaning. *Journal of Dairy Research* 87(S1), 53–59.

Bianca W. (1962): Relative importance of dry and wet bulb temperature in causing heat stress in cattle. *Nature*. 195: 252–252.

Broucek, J. – Kisac, P. – Uhrincat, M. (2009): Effect of hot temperatures on the hematological parameters, health and performance of calves. *Int. J. Biometeorol.* 53:201–208.

Collier, R. J. – Baumgard, L. H. – Zimbelman, R. B. – Xiao, Y. (2019): Heat stress: physiology of acclimation and adaptation. *Animal Frontiers* 9, 12–19.

Dado-Senn, B. – Dahl, G. E. – Quillet, V. – Laporta J. (2020): Methods for assessing heat stress in preweaned dairy calves exposed to chronic heat stress or continuous cooling. *J.Dairy Sci.* 103. 1–15.

- Kovács, L. – Kézér, F. L. – Bakony, M. – Jurkovich, V. – Szenci, O. (2018a)* Lying down frequency as a discomfort index in heat stressed Holstein bull calves. *Scientific Reports* 8, 15065.
- Kovács, L. – Kézér, F. L. – Ruff, F. – Jurkovich, V. – Szenci, O. (2018b)*: Assessment of heat stress in 7-week old dairy calves with non-invasive physiological parameters in different thermal environments. *PLoS ONE* 13, e0200622.
- Kovács, L. – Kézér, F. L. – Ruff, F. – Jurkovich, V. – Szenci, O. (2018c)*: Heart rate, cardiac vagal tone, respiratory rate, and rectal temperature in dairy calves exposed to heat stress in a continental region. *International Journal of Biometeorology* 62, 1791–1797.
- Kovács, L. – Kézér, F. L. – Ruff, F. – Szenci, O. – Bakony, M. – Jurkovich, V. (2019)*: Effect of artificial shade on saliva cortisol concentrations of heat-stressed dairy calves. *Domestic Animal Endocrinology* 66, 43–47.
- Lima, P. O. – Souza, J. B. F. – Jr Lima, R. N. – Oliveira, F. C. S. – Domingos, H. G. T. – Miranda, M. V. (2013)*: Effect of time of day and type of shading on the physiological responses of crossbred calves in tropical environment. *J Anim Behav Biometeorol.* 1: 7–12.
- López, E. – Mellado, M. – Martínez, A. M. – Véliz, F. G. – García, J. E. – de Santiago, A. – Carrillo E. (2018)*: Stress-related hormonal alterations, growth and pelleted starter intake in pre-weaning Holstein calves in response to thermal stress. *Int. J. Biometeorol.* 62:493– 500.
- Morignat, E. – Perrin, J. B. – Gay, E. – Vinard, J. L. – Calavas, D. – Hénaux, V. (2014)*: Assessment of the impact of the 2003 and 2006 heat waves on cattle mortality in France. *PLoS ONE* 9, e93176.
- Peña, G. – Risco, R. – Kunihiro, E. – Thatcher, M. J. – Pinedo, P. J. (2016)*: Effect of housing type on health and performance of preweaned dairy calves during summer in Florida. *J. Dairy Sci.* 99:1655–1662
- Piccione, G. – Caola, G. – Refinetti, R. (2003)*: Daily and estrous rhythmicity of body temperature in domestic cattle. *BMC Physiol.* 3:7.
- Roland, L. – Drillich, M. – Klein-Jöbstl, D. – Iwersen, M. (2016)*: Invited review: Influence of climatic conditions on the development, performance, and health of calves. *J. Dairy Sci.* 99:2438–2452.
- Tao, S. – Dahl, G. E. (2013)*: Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *J. Dairy Sci.* 96:4079–4093.

## Juh embriók *in vitro* létrehozása

Tokár Alexandra<sup>1,3</sup> – Mujitaba Malam Abulbasha<sup>2</sup> – Debnár Viktória Johanna<sup>3</sup> –  
Pálfyné Vass Nóra<sup>2</sup> – Kútvölgyi Gabriella<sup>3</sup> – Nagy Szabolcs Tamás<sup>3</sup> – Bodó Szilárd<sup>3</sup>

*1Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Festetics Doktori Iskola, Keszthely*  
*2Debreceni Egyetem, Állattenyésztési Doktori Iskola, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi*  
*és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen*

*3Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet, Precíziós*  
*Állattenyésztési és Állattenyésztési Biotechnika Tanszék, Kaposvár, Kaposvár*  
tokar.alexandra@phd.uni-mate.hu

### Összefoglalás

A szerzők vágóhídról gyűjtött petefészkekből petesejteket izoláltak, majd ezeket két különböző fajtájú (dorper, brit tejelő) kostól származó mellékhere eredetű mélyhűtött, felolvasztott spermiumokkal *in vitro* termékenyítették. 12 sikeres program lezárulása után az eredmények alapján elmondható, hogy post mortem kinyert, mellékhere eredetű spermiumokkal lehetséges juh embriókat létrehozni. Az embriók 39,7%-a osztódott, a brit tejelő esetében 44%, a dorper kos esetében 33%-os eredménnyel. Az embriók képesek voltak blasztociszta stádiumig fejlődni. További kísérletek szükségesek ahhoz, hogy a módszer optimalizálásával hatékony embrió előállítási eljárást dolgozhassunk ki.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A juhok világszerte igen fontos szerepet töltenek be haszonállataink között, ellátják hússal, tejjel és gyapjúval az embereket. A népesség növekedésével arányosan világszerte megnőtt a juhtenyésztés jelentősége. Az ágazati igények kielégítése érdekében szükség van a juhtenyésztés hatékonyságának növelésére, ebben lehetnek segítségünkre az asszisztált reprodukciós technológiák (ART), beleértve a juhok *in vitro* embrió-előállítását (IVP).

Az ART közé a következő technológiák tartoznak: mesterséges termékenyítés, az ivarzás és ovuláció szinkronizálása/indukciója, ezt követően időzített mesterséges termékenyítés, szuperovuláció kiváltás, embriómosás, embrió-átültetés, ivarsejtek-, embriók fagyasztása, tárolása, *in vitro* termékenyítés (IVF), mikromanipulációs technikák - embrióbiopszia, preimplantációs genetikai diagnosztika (PGD), ivar meghatározás, intracitoplazmatikus spermium injektálás (ICSI), MOET (Multiple Ovulation and Embryo Transfer)- embrió-átültetés (Bodó 2022).

Az IVF-ről a legtöbb embernek valószínűleg a humán eljárásban használt meddőségi problémák kiküszöbölésére használt eljárás jut eszébe. Azonban az állattenyésztésben a biotechnikákat más cél érdekében használják. A legfontosabb különbség, hogy a humán terápiás eljárással szemben a genetikai előrehaladást segítő programokban csak olyan egyedek vehetnek részt, amelyek teljesen egészségesek, nem hordoznak öröklődő betegségeket, kiemelkedő genetikai értéket képviselnek (Cseh *et al.* 2012). Ezáltal a nagy genetikai értékű állatoktól a lehető legrövidebb időintervallumon belül minél több utód születhet meg - ami természetes körülmények között évekbe telne - továbbá jelentősen növelhetjük ezeknek az állatoknak az élettartamát, azáltal, hogy az egyes egyedektől megsokszorozhatjuk a megszületendő utódok számát. Az ART különböző módszerei a genetikai előrehaladás elősegítése mellett

lehetőséget nyújtanak a reprodukciós folyamatok terápiás segítségére és génmegőrzésre, akár *post mortem* kinyert gaméták felhasználásával is.

Hazánkban sajnálatos módon a 20 évvel ezelőtti mértékhez képest a juhászatok elenyésző számban alkalmazzák az biotechnikákat, pedig segítségükkel gyorsabban lenne elérhető a genetikai előrehaladás, segítenék a ritka fajták létszámának gyors növelését, a fajták honosítását. Ezeket a módszereket alkalmazhatjuk az őshonos állatfajták genetikai megőrzésére, genetikai diverzitásuk biztosítása mellett. Génbankokat hozhatunk létre mélyhűtött ivarsejtekből (spermium és petesejt) és embriókból *ex situ* génmegőrzés számára (Végi *et al.* 2017).

A világ többi táján, ahol komoly juhtenyésztés folyik, (pl. Franciaország, USA, Ausztrália) gyakran használják az ART-t. Az első sikeres IVF kísérletet 1986-ban Cambridgeben hajtották végre, amivel a juhok reprodukciós technológiája új korszakba lépett (Cheng *et al.* 1986). A tudósok világszerte nagy erőfeszítéseket tettek azért, hogy az 1980-as évek második felében kidolgozzák az IVF rendszert juh fajra, amit "*in vitro* embrió előállításnak" (IVP) neveztek el. Ez a rendszer három eljárást foglal magában: a petesejtek *in vitro* érlelését (IVM), az *in vitro* termékenyítést (IVF) és az *in vitro* embriótenyésztést (IVC). Az 1990-es évek elejére sikerült kidolgozni a juhok IVP-jének alapvető rendszerét, ami a mai napig használatban van (Zhu *et al.* 2018).

Hazánkban is folytattak juh ART-hoz kapcsolódó kutatásokat, de ezeknek a technikáknak a nagy része *in vivo* körülmények között zajlott. Az 1970-es években a juh állomány közel felét (44%) mesterségesen termékenyítették, és elkezdték a fagyasztott spermával történő termékenyítéseket is (Egerszegi *et al.* 2012). Az 1980-90-es években fagyasztott import és friss embriók beültetését végezték az Üllői Embrióátültető Állomáson (Cseh *et al.* 2012). 1995-ben születtek meg az első bárányok *in vitro* fertilizációval előállított embriókból (Cseh *et al.* 1995). Ezután a kutatások egy jó időre kevésbé intenzíven folytak. 2009-től megújult erővel folytatódott a biotechnológiai módszerek alkalmazása a juhágazatban (Vass *et al.* 2017).

Jelen közleményben bemutatott vizsgálataink célja az volt, hogy hazánkban elsőként mellékhere eredetű spermiumokkal állítsunk elő juh embriókat *in vitro*. Munkánk során az IVF Bioscience® cég szarvasmarhára gyártott protokollját és vegyszereit adaptáltuk juh fajra.

## 2. Anyag és módszer

Egy közép magyarországi juh vágóhídról gyűjtöttünk petefészkeket, melyekből sikeresen izoláltunk petesejteket. A petefészkeket a vágóhídról kb. egy óra alatt, egy 37,8°C-os inkubátorban, PBS oldatban juttattuk el a laboratóriumba, ahol a beérkezést követően azonnal megkezdjük a minták feldolgozását.

### ***Petesejtek kinyerése, IVM:***

A petefészkeket a felesleges szövetek eltávolítását követően 37,8°C-os PBS oldatban átöblítettük. Petri csészébe helyezve a petefészkek felületét szike penge segítségével bevagdaltuk függőleges, majd arra merőleges irányban, és 37,8°C-os OPU + 10% FBS oldattal átöblítettük. Következő lépésként a petesejteket és sejtörmelékeket tartalmazó oldatot sztereo mikroszkóp alá helyezve megkerestük a jó minőségű petesejt-kumuluszsejt komplexeket (COC), amelyeket egy vékony üvegapilláris segítségével áthelyeztünk BO-WASH médiumot tartalmazó Petri-csészékbe. A petesejteket 4 különböző minőségi kategóriába soroltuk (1 – nincs kumulusz réteg, 2 – vékony, sérült kumulusz réteg, 3 – közepes vastagságú ép kumulusz réteg, 4 – vastag, sértetlen kumulusz réteg). A jó minőségű petesejteket vastag kumulusz réteg borítja (1. ábra). A jó minőségű COC-eket BO-WASH médiumban átmostuk majd 38,8°C-on

ekvilibrált 500 $\mu$ l BO-IVM médiumot tartalmazó tenyésztő edénybe helyeztük 21-24 órás maturáció céljából (5,5-6,5% CO<sub>2</sub>, 21% O<sub>2</sub>, 38,8°C).

### ***Sperma előkészítés, IVF:***

A következő napon 50 $\mu$ l-es cseppeket készítettünk BO-IVF médiumból, melyeket ásványi olajjal fedtünk, majd 2 órán keresztül ekvilibráltattunk (5,5-6,5% CO<sub>2</sub>, 21% O<sub>2</sub>, 38,8°C). A termékenyítéshez dorper kos mellékherékből nyertünk ki spermiumokat, ezeket az Egerszegi és munkatársai által 2012-ben kidolgozott módszerrel fagyasztottuk le (Egerszegi et al. 2012), majd az *in vitro* termékenyítés előtt 37,8°C vízfürdőben olvasztottuk fel. Referenciaként Egerszegi István által fagyasztott brit tejelő kosoktól származó mellékhere eredetű spermiumokat használtunk. Termékenyítés előtt kétszer centrifugáltuk BO-SemenPrep oldattal a spermiumokat (37°C, 370 g, 5 perc), hogy eltávolítsuk a fagyasztáshoz használt Andromed (Minitüb) sperma hígítót, majd megállapítottuk a spermiumok szubjektív motilitását fáziskontraszt mikroszkóp segítségével. A spermiumok koncentrációját Makler kamra használatával számítottuk ki, majd az értéket kompenzáltuk a sejtek motilitásával, így kaptuk meg a végleges termékenyítési dózist. Termékenyítés előtt egy órával áthelyeztük a petesejteket a fertilizációs cseppekbe (12-15db/csepp). A termékenyítés során 2.0 x 10<sup>6</sup>spermium/ml koncentrációban adtuk az ondósejteket a petesejtekhez. Ezt követően visszahelyeztük az edényeket az inkubátorba 16-20 órára (5,5-6,5% CO<sub>2</sub>, 21% O<sub>2</sub>, 38,8°C).

### ***IVC:***

Az IVC edényekbe ásványi olajjal fedett 50 $\mu$ l-es cseppeket készítettünk BO-IVC médiumból, majd 2 órát ekvilibráltattuk (5,5-6,5% CO<sub>2</sub>, 6% O<sub>2</sub>, 87,5-88.5% N<sub>2</sub> 38,8°C). A megtermékenyített petesejteket 37,8°C-ra előmelegített BO-WASH médiumba helyezve, egy vékony üveg kapilláris segítségével, óvatos szuszpendálással eltávolítottuk a kumulusz réteget. Ezt követően a tenyésztő edénybe helyeztük a képleteket és 7-9 napon keresztül figyelemmel kísértük a fejlődésüket 5,5-6,5% CO<sub>2</sub>, 6% O<sub>2</sub>, 87,5-88.5% N<sub>2</sub>, 38,8°C környezetben.

Minden nap ugyanabban az időpontban fotót készítettünk az embriókról, így igyekeztünk minél pontosabban meghatározni a fejlődési állapotokat.

### **3. Eredmények és értékelésük**

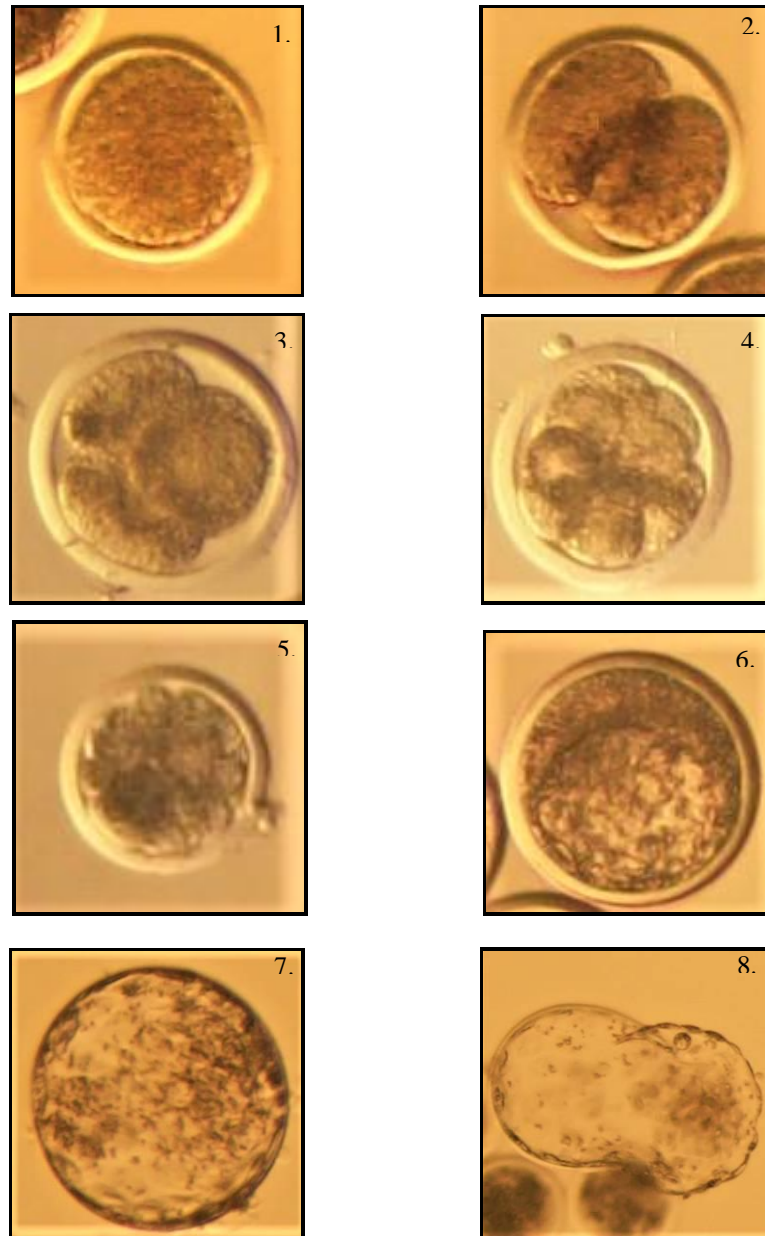
A vágóhídról származó petefészkekből kinyert petesejtek minőségét és mennyiségét az állatok életkora, kondíciója, és a szezonális befolyásolhatja. Átlagosan 6 jó minőségű petesejtet sikerült petefészkenként kinyerni. A petesejtek minőségének meghatározásánál a kumulusz réteg vastagságát vettük alapul.



1. ábra: Jó minőségű COC: vastag, sértetlen kumulusz réteg

Munkánk során hazánkban elsőként állítottunk elő sikeresen juh embriókat, *post-mortem* gyűjtött mellékhere eredetű spermiumokkal *in vitro* rendszerben. Az előállított embriók a későbbiekben alkalmasak lehetnek beültetésre, gén-diagnosztikára, illetve mélyhűtésre.

Megállapíthatjuk, hogy amennyiben az embriókat minden nap ugyanabban az időpontban lefotózzuk, akkor az embriófejlődési dinamika megfelelően követhető. Az embriók fejlődési stádiumait mutatja be a 2. ábra.



2. ábra: Az embriók fejlődési stádiumai

1 – megtermékenyített petesejt, 2 – 2 sejtes embrió, 3 – 4 sejtes embrió, 4 – 8 sejtes embrió, 5 – morula vagy szederesíra, 6 – hólyagcsíra vagy blasztociszta, 7 – expandálódott blasztociszta, 8 – a peteburokból éppen kibújó blasztociszta



Az osztódási százalék meghatározásához 12 sikeres IVF program eredményeit használtuk fel (1. táblázat). A programok során átlagosan az embriók 39,7%-a osztódott (dorper 33%, brit tejelő 44%). Az *in vitro* fejlődő embriók 6-10%-a volt képes eljutni a blasztociszta stádiumig.

1. táblázat: Az embriók osztódási rátája

Fajta	Spermiumok Szubjektív motilitása (%)	Az embriók osztódási rátája programonként (%)						Átlag (%)	Szórás
brit tejelő	30	66	45	61	62	31	13	44	21
dorper	40	38	9	42	46	31	32	33	13,1

Zhu (2018) és munkatársai összesített adatai alapján elmondhatjuk, hogy a juhok esetében az IVF eljárás még mindig nem elég hatékony. Az éretlen petesejtek 70-90%-a képes megfelelő érettségi stádiumba jutni, az I. profázistól a II metafázisig. Amennyiben friss vagy fagyasztott ejakulált spermát használunk a termékenyítéshez az érett petesejteknek 50-80%-a képes megtermékenyülni és legalább 2 sejtes embrióvá fejlődni a termékenyítést követő 24-48 órában. Ezen embrióknak csupán 20-50%-a képes elérni a 7-9. nap között a blasztociszta stádiumot.

Friss és fagyasztott mellékhere eredetű spermiumokkal Ardeshirina és munkatársai (2017), illetve Hajihassani és munkatársai (2019) végeztek IVF kísérletet, nekik sikerült az ejakulált spermával közel azonos eredményt elérniük az osztódási rátában. Saját munkánk során 33,3-24,1%-kal kaptunk rosszabb eredményeket az irodalmi adatokhoz képest (2. táblázat).

2. táblázat: Az irodalmi adatok és a kapott eredmények összehasonlítása

Szerző	Osztódási ráta (%)			
	Zhu	Hajihassani	Ardeshirina	Saját eredmények
Spermiumok eredete	Ejakulált	Mellékherei	Mellékherei	Mellékherei
Fagyasztott	71,2	71,3	62	37,9

#### 4. Következtetések, javaslatok

Az osztódási ráták eltérőségének számos oka lehet, többek között a mellékherei spermiumok gyengébb termékenyítő képessége, a petesejtek minősége, az állatok szezonaritása, a fajták közötti különbségek.

Számos technikai kihívással kell szembenéznünk a juhok IVP rendszerének hatékonyságának javítása terén, és tovább kell dolgoznunk az IVF programok optimalizálása során. Törekedni kell a felhasznált petefészkek minőségi uniformitására. Növelnünk kell a petesejtek érlelésének és szelektálásának hatékonyságát. Erre alkalmas módszer lehet a petesejtek festése, így kimutatható a sikeresen érlelt petesejtek aránya. További kísérletek során optimalizálni kívánjuk a petefészkek szállítási körülményeit, a termékenyítéshez használt spermiumok mennyiségét és koncentrációját. Szeretnénk összevetni saját kísérlet során a mellékhere eredetű spermiumok termékenyítőképességét az ejakulált spermához képest. A sperma előkészítése során szeretnénk beiktatni motilis spermium frakció kialakításához a „swim up” technikát, amivel növelhető a megtermékenyülő petesejtek száma. Szeretnénk megvizsgálni, hogy a fajta és a szezonális hatás mennyire befolyásolja a termékenyülést. Az embrió fejlődés dinamikáját szeretnénk time lapse kamera segítségével alaposabban figyelemmel követni.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatást támogatta: Stipendium Hungaricum Ösztöndíj, 2020-1.1.2-PIACI-KFI-2021-00332, Festetics Doktori Iskola PhD ösztöndíj.

## 5. Felhasznált irodalom

- Ardeshirnia R. – Zandi M. – Sanjabi MR.* (2017): The effect of quercetin on fertility of frozen-thawed ram epididymal spermatozoa. *South African Journal of Animal Science*, 47 (2), 237–244.
- Bodó Szilárd* (2022): Reprodukció biotechnológiai módszerek bemutatása. In *Juhtenyésztés haladóknak az extenzívől a precíziósig*, Szerkesztette Dr. Jávor András, Debrecen, 215–225.
- Cheng WTK. – Moor RM. – Polge CE.* (1986): In vitro fertilization of pig and sheep oocytes matured in vivo and in vitro. *Theriogenology* 1986; 25:14.
- Cseh S. – Treuer Á. – Urban B. – Gottfried B. – Bényei B. – Seregi J.* (1995): In vitro fertilizációval (IVF) előállított juhembriók sikeres átültetése. *Magyar Állatorvosok Lapja* 1995/50.11. 829–831.
- Cseh S. – Vass N. – Brydl E. – Jurkovics V. – Solti L. – Faigl V.* (2012): Juh embrióátültetés aktuális kérdései és lehetőségei. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 2012. 61. 3. 271–277.
- Egerszegi I. – Sarlós P. – Rátky J.* (2012): Hortobágyi racka kosok mellékhere eredetű spermájának mélyhűtése – a génmegőrzés egy lehetséges módja. *Magyar Állatorvosok Lapja* 2012/9 134. 524–528.
- Egerszegi I. – Sarlós P. – Rátky J.* (2012): Szaporodásbiológiai kutatások az Átk-ban a juhtenyésztés szolgálatában. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 2012. 61. 3. 255–270.
- Hajihassani A. – Ahmadi E. – Shirazi A. – Shams-Esfandabadi N.* (2019): Reduced glutathione in the freezing extender improves the in vitro fertility of ram epididymal spermatozoa. *Small Ruminant Research*, 174, 13–18.
- Pálfyné Vass N. – Bodó Sz. – Egerszegi I. – Oláh J. – Fábrián R. – Monori I.* (2017): Juhembrió-átültető programok a Debreceni Egyetem Akit Karcagi Kutatóintézetében. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 2017. 66. 2. 162–167.
- Végi B. – Váradi É. – Barna J.* (2017): Az in vitro génmegőrzés tudományos alapjai. In *Génbanki kutatások régi haszonállataink védelmében* Szerkesztette Szalay István, ISBN 978-963-286-729-8, Gödöllő, 46–133.
- Zhu J. – Moawad AR. – Wanga C-Y. – Lia H-F. – Rena J-Y. – Daia Y-F.* (2018): Advances in in vitro production of sheep embryos. *International Journal of Veterinary Science and Medicine* 6 (2018) S15-S26.

## Kecsketej beltartalom vizsgálata bak ivadékcsoportonként szánentáli fajtában

Szabó-Sárvári Loretta Csilla – Tempfli Károly – Gulyás László

*Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar, Mosonmagyaróvár*  
sarvari.loretta@sze.hu

### Összefoglalás

A tej beltartalmára, illetve a bak ivadékcsoportokra vonatkozó vizsgálatainkat a 2020-as termelési év laktációs időszakában, egy Győr-Moson-Sopron megyei szánentáli törzstenyészeben végeztük. Összeségében, 113 egyed tej beltartalmi vizsgálata történt meg, ivadékcsoportokat 8 bak lányából alkottunk. A legalacsonyabb elemszámú csoport a 630-as apaállat ( $n = 4$ ), míg a 2264-es fűlszámúnak 27 nőivarú utódainak termelési adatait elemeztük. A tejmintákból zsír%, fehérje%, zsír + fehérje% kimutatása, majd a kapott alapadatok (fejt napok száma (nap), átlagos napi tejtermelés (kg), laktációs tejmenyiség(kg)) SPSS Statistics 20 Programmal való elemzése történt meg. Kapott eredményeink között negatív korrelációs, szignifikáns különbséget figyeltünk meg ( $p \leq 0,026$ ) a tejszír% + tejfehérje% és a termelt tej között (kg) telepi szinten. Viszont az ivadékcsoportok vizsgálatánál kapott eredményeket tekintve, a legmagasabb tejszír + tejfehérje%-ot (7,25%) örökítő bak (1465) lányai ( $n = 14$ ) találhatóak, amihez a legmagasabb laktációs tejtermelés kapcsolódott (1596 kg).

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

Napjainkban a tejelő gazdaságok bevételi forrásai növeléséhez elengedhetetlen a kifejt tej beltartalmának ismerete, amely egy jól öröklődő tulajdonság ( $h^2 = 0,4-0,8$ ). Így apaállatok alapján az ivadékcsoportok között jelentős termelési különbségek figyelhetők meg. A gazdaságossági szempontból is fontos - a tej feldolgozásakor, tejtermék előállításakor - kihozatali arányban növekedés érhető el.

A kecskék hasznosításában különbségek figyelhetők meg az egyes földrészek között, Európában, valamint a közel- és közép-keleti régióban a tejtermelésnek van nagyobb szerepe, míg Afrikában a húshasznosítás a meghatározó. Hazánkban a kiskérődzők tenyésztésében a kecsketenyésztés napjainkban ismét fellendülőben van. Tejtermelés szempontjából törekedni kell arra, hogy magas tejhozamú és hosszú élettartalmú egyedek alkossák az állományt. A nyers tejjel szemben a sajtértékesítés magasabban jövedelmező bevételi forrás (Németh, 2010).

A tejtermelés mértéke egyedtől, fajtától, takarmányozástól függően változik (Schandl, 1928), viszont az életkor is befolyásoló tényező. A fiziológiai jellegű változások közül a tejezési időszak, az állatok egészségi állapota és kora van hatással a tej mennyiségére és összetételére (Császár és Unger, 2005). Mindezekon felül a termelési rendszer is jelentősen eltérő lehet. Nem hagyható figyelmen kívül az alkalmazott fejés módszere (kézi vagy gépi) sem, mert az lényegesen befolyásolhatja a tej zsír- és fehérjetartalmát is (Kukovics, 2009). A kecske termelőképesége jóval nagyobb a tehénénél, ezért takarmányozása nagyobb odafigyelést igényel (Molnár, 1996).

Terék (1999) továbbá Molnár és Molnár (2000) a kecsketej átlagos zsírtartalmát 3,8-4,0%, fehérjetartalmát 3,8%, míg tejcukortartalmát 4,5% határozták meg. Kukovics és mtsai (2009) több évre kiterjedően vizsgálták a kecsketej évi átlagos összetételét, majd megállapították, hogy a kecsketej átlagos zsírtartalma 3,4-4,3% között volt, a fehérjetartalom 2,9-3,5% között mozgott, míg a tejcukortartalom 4,3-4,8 % voltak (Németh, 2011).

A termelt tej mennyisége, valamint a tejszír és a fehérje% között *Bodó* (1959) nem talált összefüggést. A tejhozam és a zsír- valamint fehérjetartalom között *Torres-Vázquez és mtsai* (2009) gyenge negatív, míg a két összetevő közepes pozitív korrelációt mutattak ki.

A tej fehérjetartalma csak mérsékelten növelhető energiában gazdag takarmányok etetésével. A tejszír, mint minden más zsír, elsősorban energiaforrás. Minden grammja kb. 38 kJ energiát hordoz. Oldószere a zsírban oldható A, D, E és K vitaminoknak. Jelentős mennyiségben tartalmaz úgynevezett esszenciális zsírsavakat, melyek más tápanyagforrásból nem elérhetőek (*Merényi és Lengyel*, 1996). A kecsketej zsírtartalmának zsírsavösszetétele rendkívüli módon hasonlít a többi kérődzőéhez, de a kecske tejszíre kevesebb vajsavat és nagyobb mennyiségű C6, C8, C10 és C12 zsírsavat tartalmaz, mint a tehéntej (*Csapó és mtsai*, 1998; *Glass és mtsai.*, 1967; *Jenness*, 1980; *Haenlein*, 1995; *Póti és mtsai.* 2006).

A kecsketej zsírmentes szárazanyag-tartalma fontos a tej élvezeti és táplálkozási, valamint feldolgozási értékének meghatározásakor. A szárazanyag-tartalom összefügg a tej alkotórészeinek mennyiségével, és azok arányában változik. Az alkotórészek mennyisége annál kevésbé változó, minél finomabb eloszlású. A tej zsírmentes szárazanyag-tartalma szűkebb határok között ingadozik a laktáció folyamán, mint az összes szárazanyag-tartalom. Meghatározása felhasználható a vizezett tej felismerésére (*Vahid és Kóbori*, 2003).

A kecsketej (hasonlóan a tehéntejhez) 3,5% fehérjét tartalmaz (*Posati és mtsai.*, 1976; *Bindal és mtsai.*, 1993; *Quiles és mtsai.*, 1994).

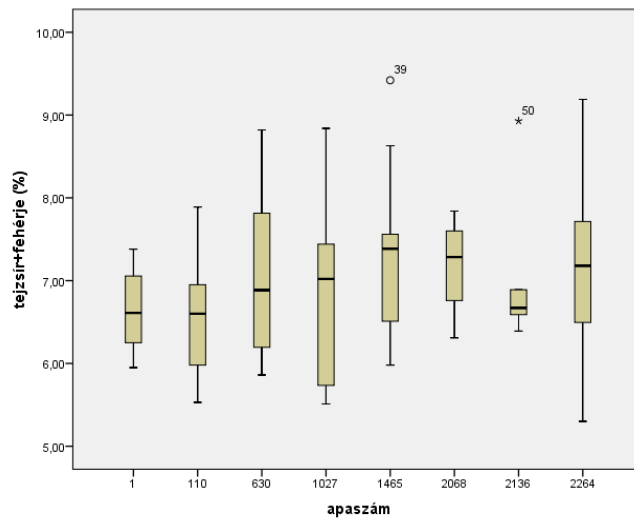
## 2. Anyag és módszer

Az általunk vizsgált győrszentiváni tejelő kecsketelepen 113 egyedről befejéskori tejmintákat gyűjtöttünk. A mintavételek egytejből, a laktáció középső szakaszában, 2020. augusztus 12-én és szeptember 9-én történtek. Az általunk befejéskor begyűjtött egyedi tejminták, tartósító hozzáadása után -rövid időn belül- beszállításra kerültek a mosonmagyaróvári laboratóriumba, ahol a zsír, fehérje, tejcukor, zsírmentes szárazanyag-tartalomra vonatkozó beltartalmi vizsgálatokat a Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet Kft. végezte el. A vizsgálatokat a FOSS legkorszerűbb FTIR technológiát képviselő MilkoScan FT 6000 műszerrel történtek, amelynek elve Fourier transzformációs infravörös spektroszkópia. A 2 mérési eredmény értékeit átlagoltuk, majd telepi szinten elemeztük azt.

A mintavételezésben résztvevő anyákat -apai származás alapján- bak ivadékcsoportokba osztottuk. Összesen 14 bak szerepelt a listán, azonban az elemzésben csak azon bakok utódait vettük figyelembe, akiknek legalább 4 vagy több lánya van termelésben, s ez alapján összesen 8 bak ivadékcsoportot tudunk megkülönböztetni. A tejmintákból kapott beltartalmi, valamint az anyakecskének tejtermelési alapadatait Microsoft Office Excel 2019 segítségével előkészítettük, majd SPSS Statistics 20 Programmal korrelációs vizsgálatot végeztünk, a bak ivadékcsoportok eredményeit értékeltük.

## 3. Eredmények és értékelésük

A boxplot futtatása után ellenőriztük a program által jelölt egyedeket, ezek alapján elmondható, hogy a leghomogénebb beltartalmat a 110-es fülszámú nőivarú ivadékaik adták az általunk vizsgált laktációs befejések alatt ( $n = 4$ ). A legalacsonyabb zsír + fehérje %-a az 1-es bak ivadékcsoportnak van (*1. ábra*). A 2264-es bak rendelkezik a legtöbb női utóddal és emellett beltartalmi értékei is kiválóak. Ugyan az adathalmaz nagysága miatt vannak kiugrások, de még így is átlagban a legjobb értékeket mutatja.

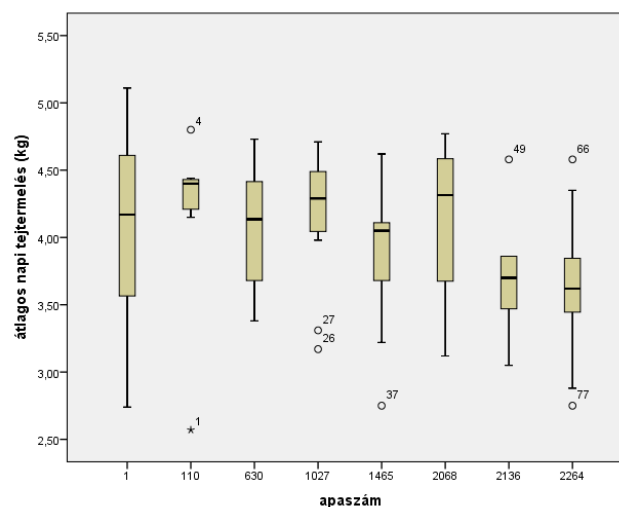


1. ábra: Bak ivadékcsoportok átlagos tejszír + tejfehérje% tartalma

2. táblázat: A vizsgált állomány telepi átlagadatai

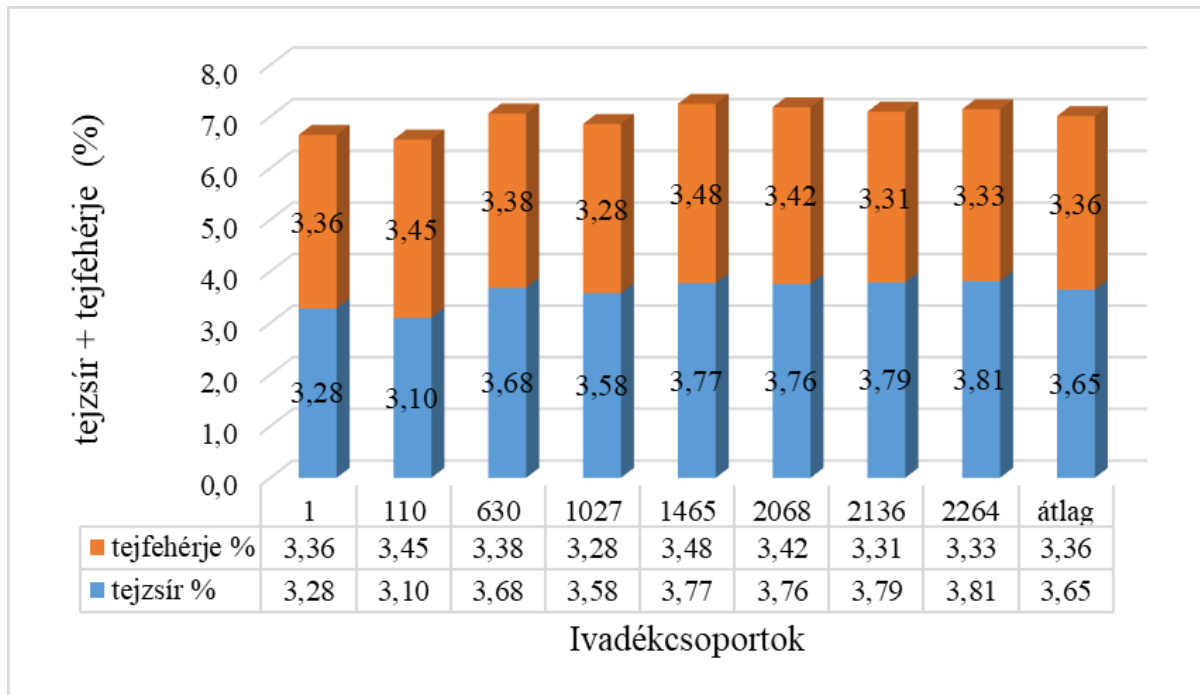
napi tejmennyiség (kg)	laktációs tejtermelés (kg)	zsír %	fehérje %	zsír+fehérje %
3,93	1180,88	3,69	3,36	7,05

A 2. táblázatban látható a 113 vizsgálatba vont anyák alapján a telepi átlagok. A győrszentiváni szánentáli törzstenyészetben a napi tejmennyiség közel 4 kg, az átlagos laktációs tejtermelés 1180 kg, amelyet átlagosan 277 nap alatt termeltek meg. A 2 mintavétel átlagai alapján a tej beltartalma a következő szerint alakult: zsír%: 3,69%, fehérje%: 3,36, zsír + fehérje%: 7,05%.



2. ábra: Bak ivadékcsoportok átlagos napi tejtermelése

Legnagyobb napi tejmennyiséget az 1 számú bak hozta (n = 8), a legkisebb mennyiséget, pedig a 110-es számú (2. ábra). A legnagyobb szórást a 2264-es bak lányai mutatták, azonban ennek a baknak volt a legtöbb ivadéka is (n = 27). A legkevesebb lánya a 2068-as egyednek van, de az átlagos napi tejtermelése eléri vagy felülmúlja a többi nagyobb lány létszámmal rendelkező apát is.



3. ábra: Tejszír + fehérje % tartalom ivadékcsoportonként

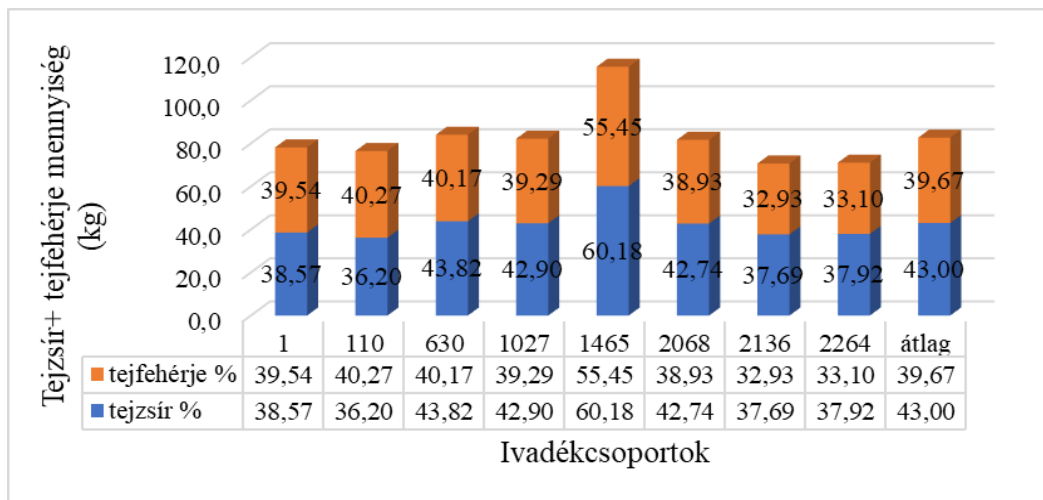
Tejszír % és tejfehérje % beltartalmi érték esetében 3 bak kivételével elérték a 7 %-ot. Legmagasabb tejszír% a 2264-os bak lányai adták 3,81%-kal, legalacsonyabbat a 110-es apaállat utódai, 3,10%-ot. Tejfehérje tekintetében a 3,48%-ot a 2068-as import állat ivadékaik termelték. Összességében a tejszír% és tejfehérje% tekintetében a 1465 számú bak örökíti legjobban a tejszír + tejfehérje %-ot (3. ábra).

Felmerül a kérdés, hogy melyik ivadékcsoport utódai értékesebb, az amelyik sok tejet termel, de a tejük híg, vagy a kevesebb tejet termelő, de nagyobb beltartalmi értékkel rendelkezők. Ezt a kérdést elsősorban az határozza meg, hogy végsősoron milyen célra fogják felhasználni a tejet.

Ezért szükséges a tej zsír %-ot és a fehérje %-ot a tejmennyiséggel megszorozni, mert így kapjuk meg az összes termelt zsír- és fehérje mennyiséget (kg). A sajtgyártás során a tej fehérje és zsír tartalma kiemelkedően fontos beltartalmi tényező (4. ábra).

A 1465-ös bak bizonyult a legjobb apaállatnak a vizsgálatok során és ez az egyed rendelkezik a második legnagyobb elemszámmal is.

Ezt a bakot leszámítva elmondható, hogy a többi bak ivadékaik a szakirodalomnak megfelelően teljesítettek, azaz magas beltartalmú tejet adott, de a laktációban az összes tej kg-ban, illetve átlagos napi kg-ban is kevesebbet termeltek.



4. ábra: Tejszír + fehérje mennyiség (kg) tartalom ivadékcsoportonként

#### 4. Következtetések

A két alkalommal történő 113 egyedtől begyűjtött mintából 8 bak ivadékcsoportot lett meghatározva, melyek alapján az egyes bakok bizonyos tulajdonságai kerültek vizsgálatra. Legnagyobb napi tejmennyiséget az 1 számú bak ivadékcsoport adta ( $n = 8$ ), a legkisebb mennyiséget, pedig a 110-es számú. A legnagyobb szórást a 2264-es bak utódai mutatták, azonban ennek a baknak volt a legtöbb ivadéka is ( $n = 27$ ). Átlagos napi tej kg tekintetében legmagasabb tejtermelő a 1027-es bak, aztán a 110-es és a 2068-as lányai.

Tejfehérje %-ban a ranglista elején a 1465-ös, bak majd a 110-es, 2068-as bak áll. A tejszír %-ban 2264-es, 1465-ös, 2068-as bakok értékei bizonyultak a legjobbnak.

A vizsgált bakok között a bak ivadék csoportok átlagos laktációs tejtermelése 899 kg és 1369 kg között mozgott. Vizsgálataink eredményeiből látható, hogy a laktációs tejtermelésben az 1465 bak ivadékai teljesítettek a legjobban, melyeknek a tejtermelése 1396,2 kg volt átlagosan.

A 1465 számú bak örökíti legjobban a tejszír + tejfehérje %-ot, és ez az egyed hozta a legmagasabb átlagos tejtermelési mennyiséget is. Továbbá ennek a baknak az ivadékcsoportjában szerepel a másodig legnagyobb létszámú anyacsoport is.

Összességében megállapítható, hogy a 1465-ös bak a telep legjobb apaállata, mert egyszerre örökít magas beltartalmi értékeket és magas tejtermelési képességet is. Továbbá fontos kiemelni még, hogy ez az egyed a második legnagyobb elemszámmal rendelkező bak. A jövőben a tenyésztői munkában a tej mennyiséget és a tej beltartalmát is figyelembe véve a 1465-ös bakot javasoljuk az állományba mesterséges termékenyítésre.

#### Köszönetnyilvánítás

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

## 5. Felhasznált irodalom

- Bindal, M.P. – Wadhwa, B.K.* (1993): Compositional differences between goat milk fat and that of cows and buffaloes. (Összetételbeli különbségek a kecsketejzsír-, tehén- és bivalyzsír között.) *Small Ruminant Research* 12. 79–88.
- Bodó, L.* (1959): Magyarország kecsketenyésztése. Doktori dolgozat. Agrártudományi Egyetem. Gödöllő. 135–170, 179–194.
- Csapó, J. – Csapóné, K.Zs.* (1998): Tej és tejtermékek az emberi táplálkozásban. Kaposvári Egyetem. Oktatási jegyzet.
- Császár G. – Unger A.* (2005): A minőségi tejtermelés alapjai. Magyar Tejgazdasági Kísérleti Intézet. Mosonmagyaróvár. 8–22.
- Glass, R.L. – Trollin, H. – Jemes, R.* (1967): Comparative bio-chemical studies of milk. IV. Constitut fatty acids of milk fats. *Comp. biochem. Physiol.*, 22 415–425 o. In: *Jandal, J.M.* (1996): comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant research* 22. 177–185.
- Haentlein, G.F.W.* (1995): Nutritional value of dairy products of ewe's and goat's milk. *Proceedings of the IDF/Greek National Committee of IDF/Cirval Seminar, Crete 8Greece*) 159–178
- Jennes, R.* (1980): Composition and characteristics of goat milk. *Review 1968 – 1979. Dairy Science* 63., 1605–1630.
- Kukovics S. – Németh T. – Ábrahám M. – Orbán Gy.* (2009): A juh- és a kecsketej minősége. A tej szerepe a humán táplálkozásban (Szerk. Kukovics S.) 401–416.
- Kukovics S.* (2009): A tej szerepe a humán táplálkozásban, Melánia Kiadó Kft.
- Merényi, I. – Lengyel, Z.* (1996): Tejgazdasági kézikönyv. Gazda Kistermelői Lap- és Könyvkiadó Kft. Budapest. 115–128.
- Molnár A. – Molnár J. – Tóth S. – Tőz, A* (1996): Kecsketenyésztés, Gödöllői Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Szaktanácsadási és Kutatásszervezési Intézet, Gödöllő
- Molnár J.* (1999): A magyar tincses és a nemesített magyar kecske helye a Nemzeti Agrár-Környezetvédelmi programban. *Állattenyésztés és takarmányozás*, 48, 6. 728–732.
- Molnár, A. – Molnár, J.* (szerk.) (2000): Kecsketenyésztés. Gaia Alapítvány, Galgahévíz.
- Németh Szabina* (2011): Szelekciós és biotechnikai módszerek alkalmazásának lehetőségei a kecsketenyésztés gazdaságossága érdekében. PhD doktori értekezés, Mosonmagyaróvár 26–37.
- Posati, L.P. – Orr, M.L.* (1976): *Composition of Foods, Dairy and Egg Products*, Agriculture Handbook. No. 8-1. USDA-ARS, Consumer and Food Economic Institute Publisher, Washington, DC, 77-109. In: *Jandal, J.M.* (1996): Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research* 22, 177–185.
- Póti, P. – Chlepkó, T. – Pajor, F. – Láczó, E.* (2006): A tejtermelési tulajdonságok alakulása négy kecskefajtában. Kérődző állatfajok mai helyzete és perspektívái az Európai Unióban. 14. 10–11. Gödöllő
- Quiles, A. – Gonzalo, C. – Barcina, Y. – Fuentes, F. – Hevia, M.* (1994): Protein quality of Spanish goat milk during lactation. *Small Ruminant Research* 14. 67–72.
- Schandl J.* (1928): *Állattenyésztés, III. kötet: A juh és a kecske tenyésztése.* Budapest, Pátria Irodalmi Vállalat Nyomdai Rt. 177–178.
- Terék, I.* (1998): A kecske és juhtej feldolgozása. Gazda Kiadó, Budapest
- Torres-Vázquez J. A. – Valencia-Posadas M. – Castillo-Juárez H. – Montaldo H. H.* (2009): Genetic and phenotypic parameters of milk yield, milk composition and age at first kidding in Saanen goats from MEXico. *Livestock Science*. 126. 147–153.
- Vahid, Y. – Kóbori, J.* (2003): Korszerű tejtermelés és –feldolgozás. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest. 43–62.



## Bikaspermiumok morfometriai vizsgálata manuális és automatizált módszerekkel

Abella Dorina – Kovács Barnabás Mihály – Nagy Szabolcs Tamás

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely*  
abella.dorina@gmail.com

### Összefoglalás

A posztkopulációs szexuális szelekció elmélet szerint az egy hímtől származó spermiumok fejméretei között található méretbeli különbségek mértéke kisebb az olyan fajok esetében, ahol intenzív a versengés a hímek között. A spermiummorfometriai vizsgálatok elvégzéséhez gyakran a fénymikroszkópon alapuló képelemző eljárásokat használják, ezek azonban időigényesek, emiatt a mindennapi rutin labormunka során alkalmazható automatizált alternatíva nagy jelentőséggel bír. Célunk az volt, hogy az áramlási citométerrel végzett DNS hisztogram analízist összehasonlítsuk a klasszikus morfometriai vizsgálattal. Mivel a spermiumfej legnagyobb arányban csak a DNS-t tartalmazza, így annak a mennyisége és egyeden belüli variációs koefficiense hasonló eredményt adhat, mint a mért fejméretek variációs koefficiense. Eredményeink alapján azonban elmondható, hogy a két módszerrel kapott CV%-ok között nem volt szignifikáns korreláció.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

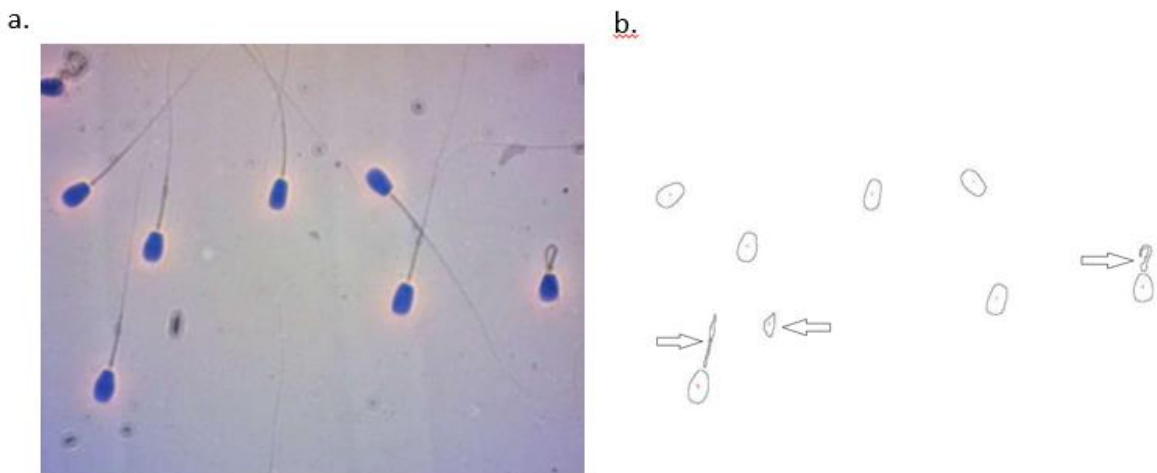
A spermiumok minőségére ható egyik erős szelekciós nyomás a spermiumok kompetíciója. Általában véve spermiumkompetícióról akkor beszélhetünk, amikor két vagy több hím párosodik egy nősténnyel ugyanabban a párzási időszakban. A spermiummorfológia és a fokozott spermiumkompetíció kapcsolatát számos gerinces állatfaj esetén leírták korábban (*Gómez Montoto és mtsai, 2011; Ros-Santaella és mtsai, 2015*). Ahol nagyobb a versengés a spermiumok között, erőteljes szelekció hat a hímivarsejtekre, ami egyöntetű, jó minőségű spermiumok termelését eredményezi, emellett az ejakulátumban előforduló spermiumok száma is növekszik (*Šandera és mtsai, 2013*). Azoknál a fajoknál, ahol egy nőstény egy hímmel párosodik, tehát a monogámia a jellemző, ott szinte elhanyagolható a spermiumkompetíció, és ezzel együtt a spermaminőség is gyengébb (*van der Horst és Maree, 2014*).

A napi rutin spermabírálat során csak ritkán van idő részletes morfológiai vagy morfometriai vizsgálatokat végezni. A hagyományos fénymikroszkópos eljárásokra jellemző az emberi szubjektivitás és a nem megfelelő ismételtetés (*Jequier és Ukombe, 1983*). A spermavizsgálati módszerek automatizálására alkalmas lehet az áramlási citométer használata, amivel a spermiumok több tulajdonságát is tudjuk egyidejűleg vizsgálni. A módszer előnyei közé tartozik továbbá, hogy néhány perc alatt több 10000 sejtről kaphatunk objektív eredményeket (*Hossain és mtsai, 2011*).

Kísérletünk során a klasszikus képelemzésen alapuló morfometriai vizsgálat kiváltására egy áramlási citométerrel végzett DNS hisztogramprofil-analízist használtunk. Ez utóbbi eljárás során a spermiumok DNS-ét jelöljük meg egy fluoreszcens festékkel. Mivel a spermiumfej legnagyobb részt a DNS-t tartalmazza, ezért az egyes spermiumok DNS mennyisége képet adhat a spermiumok fejmérete közti különbségekről. A vizsgálat során a digitális fotókon történt képelemzéssel mértük a spermiumok fejének területét és az egyeden belüli (intramale) variációs koefficiensét (CV %) összevetettük a citométeres hisztogramok CV%-értékeivel.

## 2. Anyag és módszer

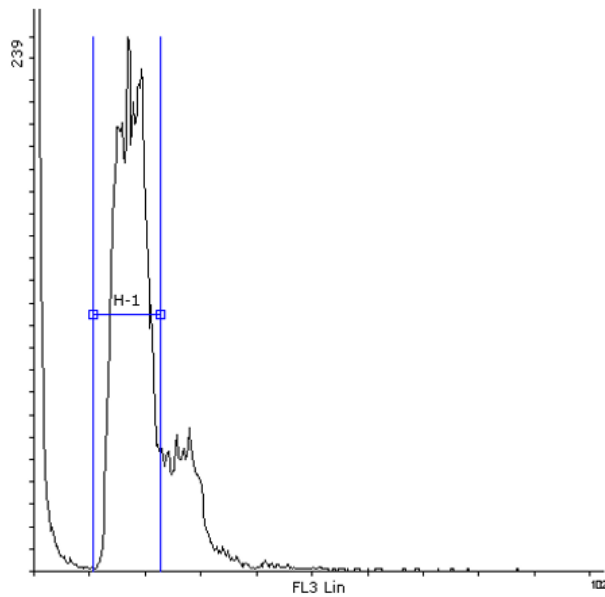
A kísérletünk során 14 magyartarka bika spermamintáját használtuk fel, melyeket a Magyar-tarka Tenyésztők Egyesülete biztosította számunkra. A morfometriai vizsgálathoz Feulgen-festést használtunk, a gyártó által megadott festési útmutató módosításaival. A mélyhűtött spermát felolvasztottuk, majd egy cseppet tárgylemezre helyezünk és fedőlemez segítségével kenetet készítettünk. Festőedényben 5 mol/L koncentrációjú sósavba helyeztük a keneteket 50 percre. Ezt követte egy 5 perces folyóvizetes öblítés. Ezután hozzáadtuk a Schiff reagenst 60 percre sötétben, majd 3 percen át nátrium-disszulfid oldattal öblítettük a tárgylemezeket. Végül folyóvízben 10 percig öblítettük a keneteket, (Kovács és mtsai, 2018). A preparátumokat Olympus CX40 fénymikroszkóppal, 400-szoros nagyításban, 40 x fáziskontraszt objektívvel vizsgáltuk. A digitális fotókat ToupView szoftverrel rögzítettük, majd ImageJ szoftverrel (1.53j verzió) mértük a spermiumok fejének területét pixelben kifejezve (1. ábra).



1. ábra: Feulgen festéssel jelölt spermiumok (1.a.) és az ImageJ szoftverrel átalakított kép (1.b). A vizsgálatban csak a fejterületi méreteket rögzítettük, az egyéb elemeket (nyíllal jelölve) töröltük.

Az áramlási citométeres hisztogramanalízishez propidium-jodid (PI) festéket használtunk. A spermát PBS-ben való mosás után 1 ml fluoreszcens PI festékoldattal kevertük, ami 0,1% nátrium citrát, 0,1% Triton X-100, 50 mg/l propidium jodid és desztillált víz oldata. A mintákat 4°C-on 24 óráig tároltuk, majd a vizsgálatot Beckman Coulter FC500 flow citométerrel végeztük el, mintánként 10.000 sejtet értékelve (Nagy és Kakasi, 2014). A kapott adatok elemzését Flowing ingyenes szoftverrel (www.floowingsoftware.com, 2.5.1. verzió) végeztük. Az FL3 fluoreszcens detektoron rögzített jeleket lineáris skálán megjelenítve a fő csúcs CV-értékét rögzítettük (2. ábra).

A statisztikai elemzéshez az R (v. 4.1.2 Rcmdr csomag) és a Microsoft Office Excel programokat használtuk. A Feulgen festés és a PI hisztogramanalízis eredményeinek kapcsolatát Spearman féle rangkorrelációval vizsgáltuk  $p < 0,05$  szignifikancia szinten.



2. ábra: PI-festéssel jelölt spermiumok DNS hisztogramja. A fő csúcs a H-1 markerrel került kijelölésre

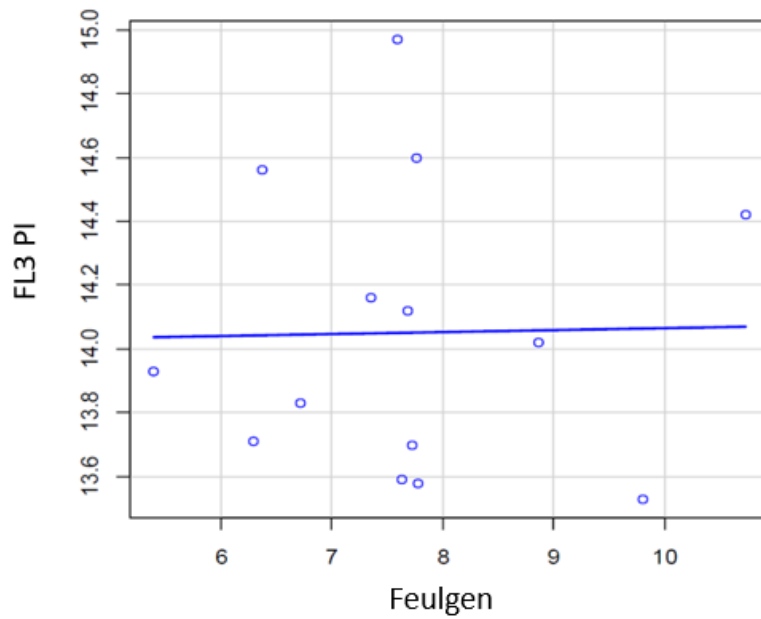
### 3. Eredmények és értékelésük

A mikroszkópos morfometriai vizsgálat és a hisztogramanalízis eredményei az 1. táblázatban láthatók.

1. táblázat: A vizsgált módszerekkel kapott egyeden belüli CV % értékek

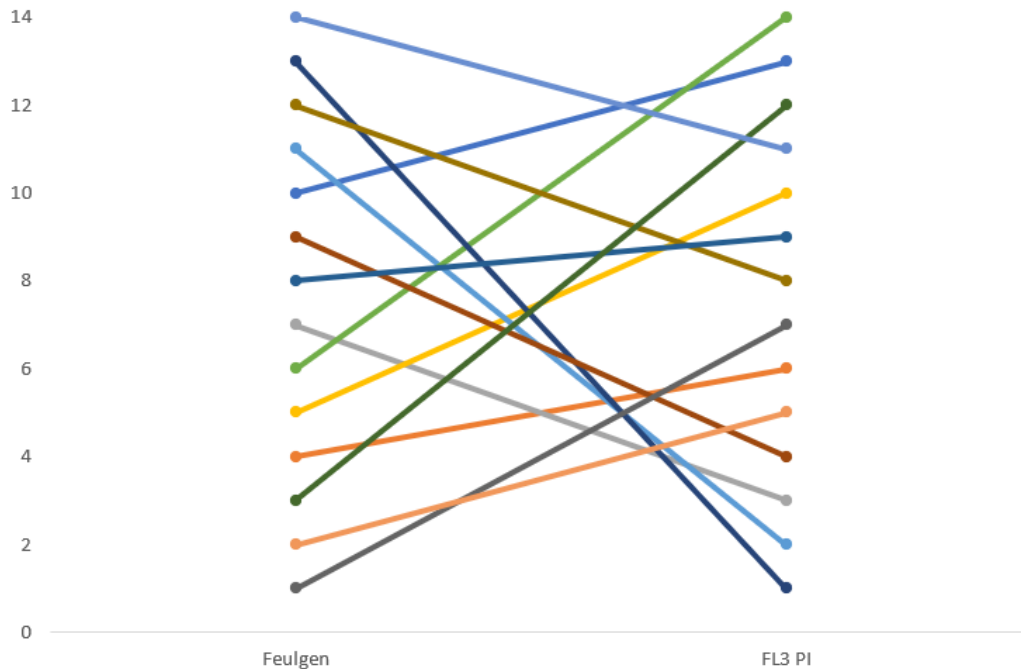
Minta	Feulgen CV%	Hisztogram CV%
1	7,76	14,60
2	6,72	13,83
3	7,63	13,59
4	7,35	14,16
5	7,78	13,58
6	7,59	14,97
7	9,80	13,53
8	7,73	13,70
9	5,40	13,93
10	8,86	14,02
11	7,68	14,12
12	6,37	14,56
13	10,73	14,42
14	6,30	13,71

A hagyományos képelemzésen alapuló vizsgálat és az áramlási citométerrel végzett elemzés eredményeinek összehasonlításához a Spearman-féle rangkorrelációt használtuk. A 3. ábrán látható, hogy nem volt szignifikáns kapcsolat a két módszer között ( $R = -0,14$ ;  $p = 0,63$ ).



3. ábra: A Feulgen-festés és a hisztogramanalízis (FL3 PI) egyeden belüli CV-értékeinek korrelációanalízise

A két féle módszerrel kapott egyeden belüli CV-értékek rangsorának grafikus ábrázolása során jól látható, hogy a kétféle módszer teljesen eltérő sorrendet eredményezett (4. ábra). Hasonló, egyező rangsorok esetén az ábra létrához hasonlító képet mutatna.



4. ábra: A Feulgen-festéssel, illetve a hisztogramanalízissel (FL3 PI) kapott CV% értékek rangsorának összevetése

#### 4. Következtetések, javaslatok

Az általunk vizsgált módszerekkel kapott eredmények nem mutattak hasonlóságot, így a hagyományos morfometriai vizsgálatok kiváltására az áramlási citométerrel végzett DNS hisztogramanalízis nem alkalmas. A morfometriai vizsgálatok felgyorsításának és automatizálásának eléréséhez további vizsgálatok szükségesek.

#### Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

#### 5. Felhasznált irodalom

- Gómez Montoto L. – Magaña C. – Tourmente M. – Martín-Coello J. – Crespo C. – Luque-Larena J. J. – Gomen-dio M. – Roldan E. R. (2011): Sperm competition, sperm numbers and sperm quality in muroid rodents. *PLoS one*, 6(3), e18173.
- Hossain M. S. – Johannisson A. – Wallgren M. – Nagy S. – Siqueira AP. – Rodriguez-Martinez H. (2011): Flow cytometry for the assessment of animal sperm integrity and functionality: state of the art. *Asian J Androl.* 2011 May;13(3):406–19.
- Jequier AM. – Ukombe EB. (1983): Errors inherent in the performance of a routine semen analysis. *Br J Urol.*;55(4):434–436.
- Kovács B. M. – Kakasi B. – Nagy SZ. T. (2018): Hagyományos és automatizált sejtanalitikai módszerek alkalmazása bikaspermiumok kromatinállapotának értékelésére *GEORGIKON FOR AGRICULTURE: A MULTI-DISCIPLINARY JOURNAL IN AGRICULTURAL SCIENCES* 23: 2 pp. 32–36., 5 p.
- Nagy Sz. – Kakasi B. (2014): „Nicoletti assay” - an alternative flow cytometric testing of bull sperm DNA status? *Reproduction In Domestic Animals* 49:(Suppl. 3) p. 83, 2014.
- Ros-Santaella JL. – Pintus E. – Garde JJ. (2015): Intramale variation in sperm size: functional significance in a polygynous mammal. *PeerJ*, 3, e1478.
- Šandera M. – Albrecht T. – Stopka P. (2013) Variation in apical hook length reflects the intensity of sperm competition in murine rodents [published correction appears in *PLoS One*. 2013;8(10).
- van der Horst G. – Maree L. (2014): Sperm form and function in the absence of sperm competition. *Molecular reproduction and development* vol. 81,3: 204–16.



## **3. Baromfitenyésztés**





## **A tojófészkekben és az alomba megtojt tojások arányának alakulása egy zárttéri alternatív tartásmódban különböző genotípusú tojótyúkok esetében**

Farkas Tamás Péter – Pető Lilla – Szász Sándor – Sütő Zoltán

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok Intézet, Precíziós Állattenyésztési és Állattenyésztési Biotechnika Tanszék*

farkas.tamas.peter@uni-mate.hu

### **Összefoglalás**

A kutatást a MATE Kaposvári Campus Baromfi Teszttelepén végeztük, a Bábolna TETRA Kft. által biztosított három különböző genotípusú tojótyúk állománnyal [Kereskedelmi hibrid (K); tiszta vonalú anyai ivadékcsoport (Anyai); tiszta vonalú apai ivadékcsoport (Apai)].  $N = 318$ ;  $n = 106$  db/genotípus; 53 db/fülke. A 6 db 5,52 m<sup>2</sup>-es, alternatív fülkébe fülkénként 53 db, 19 hetes csőrkurítatlan jércét helyeztünk el. Fülkénként kettő szintben 14 db műfüvel ellátott tojófészkek volt biztosítva a tyúkok részére (3,8 tyúk/tojófészkek). Külön feljegyeztük az alsó és a felső szinten lévő tojófészkekben, illetve a kaparóterben, az alomba megtojt tojások számát. Az eredmények alapján szignifikáns különbséget kaptunk a vizsgált genotípusok között az alomtojások előfordulási arányaiban a 12 termelési hónap alatt összesítve (K. hibrid: 30,7%; Apai: 41,1%; Anyai: 10,2 %). Az Apai genotípus esetében már az első termelési hónapban is magasabb volt (75,8%) az alomba tojt tojások aránya, mint a K. hibridnél (50,6%). Az Anyai genotípus az 1. hónapban a tojások 79,2%-át a tojástermelési időszak végén kevesebb, mint 5%-át tojta meg az alomban. Szignifikáns különbséget kaptunk az összes genotípus között az alsó (A) és a felső (F) szinten megtojt tojások arányaiban a 12 termelési hónap alatt összesítve (K. hibrid: A: 72,2%, F: 27,8%; Apai: A: 88,0%, F: 12,0%;; Anyai: A: 71,4%, F: 28,6%).

### **1. Bevezetés és irodalmi áttekintés**

Az étkezési tojás az a termék, az a produktum, ami kereskedelmi forgalomba kerül, és ami után árbevételre érnek el a termelők. Mivel egy alapvető élelmiszerről beszélünk, a legfontosabb szempont mégis csak a fogyasztók egészsége és biztonságos tojással történő ellátása, amit jelentősen befolyásol, hogy az asztalára kerülő tojás honnan, egész pontosan milyen körülmények közül, azaz 'milyen fészkekből származik'.

Európában a ketreces tartás arányának csökkenése miatt, az almozott kaparóteret is magába foglaló alternatív – nem ketreces – tartástechnológiákban megjelent az 'alomtojás', ami a ketreces tartásban teljesen ismeretlen (Sütő, 2020). Sajnálatos módon barátokoznunk kell a jelenléggel, hogy az alternatív tartástechnológiákban kisebb-nagyobb mértékben mindig előfordul alomtojás, melyet a héj szennyezettségétől függően nem is egyszerű értékesíteni, a humán egészségi kockázatokról nem is beszélve (Sherwin és Nicol, 1993; Lentfer és mtsai, 2011). Mindez az étkezési tojástermelés és a jövedelemszerzés, valamint a fogyasztók számára biztonságos tojás előállításának hatékonyságát jelentősen rontja. Mivel az alternatív rendszerekben nagyobb csoportlétszám mellett, nagyobb élettér áll a tojótyúkok rendelkezésére, a madarak viselkedési repertoárja is sokkal gazdagabb (Farkas és mtsai, 2021), sokkal több direkt érintkezés van a csoport egyedei között, éppen ezért kiemelt jelentőségű, hogy a megváltozott tartási körülmények között mélyebben is megismerjük a tojótyúkok fészekhasználatát is. Mind a tartástechnológiai rendszerek fejlesztése, mind pedig a termelés hatékonyságának javítása szempontjából hasznos lenne, ha tudnánk, hogy miért választja a tojótyúk az ovipozíció-

hoz (tojásrakáshoz) az almozott kaparótér egy adott pontját vagy a tojófészket, illetve milyen preferenciák érvényesülnek a többszintű tojófészkek használatakor?

A nemesítők az utóbbi időben arra törekednek, hogy speciális szempontok alapján (is) szelektálják a vonalaikat (*Zomborszky és mtsai*, 2018). Az egyik cél egyértelműen az, hogy a kereskedelmi forgalomba kerülő tojóhibrid az nyugodt vérmérsékletű legyen és az alternatív rendszerekben is gazdaságosan termeljen. Igen, de ha a korábbi, élénk vérmérsékletű, szangvinikus tyúkból a nemesítő egy flegmatikus típust 'csinál' – azért, hogy csökkenteni tudja az agresszív magatartásból származó kiesést – félő, hogy az alternatív rendszerekben ez a madár ott fog tojni, ahol eszébe jut, és a tojófészkek felkeresése helyett a szennyezett héjú, alomtojások száma fog növekedni.

## 2. Anyag és módszer

A vizsgálatot a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus Tan- és Kísérleti Üzemének Baromfi Teszttelepén végeztem, a Bábólna TETRA Kft. által biztosított három különböző genotípusú csőrkurttatlan tojótyúk állománnyal [Kereskedelmi hibrid (K); tiszta vonalú anyai ivadékcsoporthoz (Anyai); tiszta vonalú apai ivadékcsoporthoz (Apai)]. A beállított egyedszámok:  $N = 318$ ;  $n = 106$  db/genotípus; 53 db/fülke, azaz ennyi volt csoportonként. A 6 db, egyenként  $5,52 \text{ m}^2$  alapterületű, zárttéri alternatív fülkébe fülkénként 53 db, 19 hetes jércét helyeztünk el, ami  $1.041 \text{ cm}^2$ /tyúk férőhelynek felel meg. A fülkék alapterületének 1/3-a almozott kaparótér, a fennmaradó 2/3 résznyi terület megemelt szintű, műanyag rácspadozat volt. A kaparótér almozott részén a puha faforgács alom vastagsága 10 cm volt, míg az emelt műanyagrács padozat 23,5 cm-es magasságban volt az almozott kaparótér szintjétől. A teljes vizsgálati periódus (12 termelési hónap) alatt naponta pontosan 10 órakor gyűjtöttük össze a tojásokat. Külön feljegyeztük az alsó és a felső szinten lévő tojófészkekben, illetve a kaparótérben, az alomba megtojt tojások számát.

A különböző helyeken megtojt tojások előfordulásának gyakoriságát Likelihood Ratio teszttel SPSS 10.0 programcsomag segítségével értékeltük.

## 3. Eredmények és értékelésük

A vizsgált genotípusok között jelentős, egyben statisztikailag is igazolt, tehát szignifikáns különbséget kaptunk a tojófészkekben, illetve az alomba tojt tojások előfordulási arányát tekintve (*1. táblázat*). Az adatok alapján szembeötlő, hogy leginkább az Anyai genotípus használta a tojófészkeket, aminek következtében az alomba tojt tojások előfordulási aránya a legkevesebb volt, alig 10% körüli.

A Kereskedelmi hibrid a tojások 69,3%-át fészkekben tojta meg, de a tisztavonalú Apai genotípus esetében ez 60% alatti (58,9%), ami a rangsorban a leggyengébb teljesítmény. Az adatokat szemlélve első ránézésre úgy tűnik, hogy a Kereskedelmi genotípus egy köztes eredményt produkált a tisztavonalú szülői genotípusokhoz képest.

Mindenesetre elgondolkasztató, hogy a tojóhibridek nemesítésében a pedigre vonalak szelekciója a ketrecben mutatott teljesítmény alapján történik – és ez valószínűleg egy darabig még így is marad – de a tőlük származó hibridtől azt várjuk, hogy nem ketreces körülmények között pontosan tudják, hogy nekik hova is kell tojni.

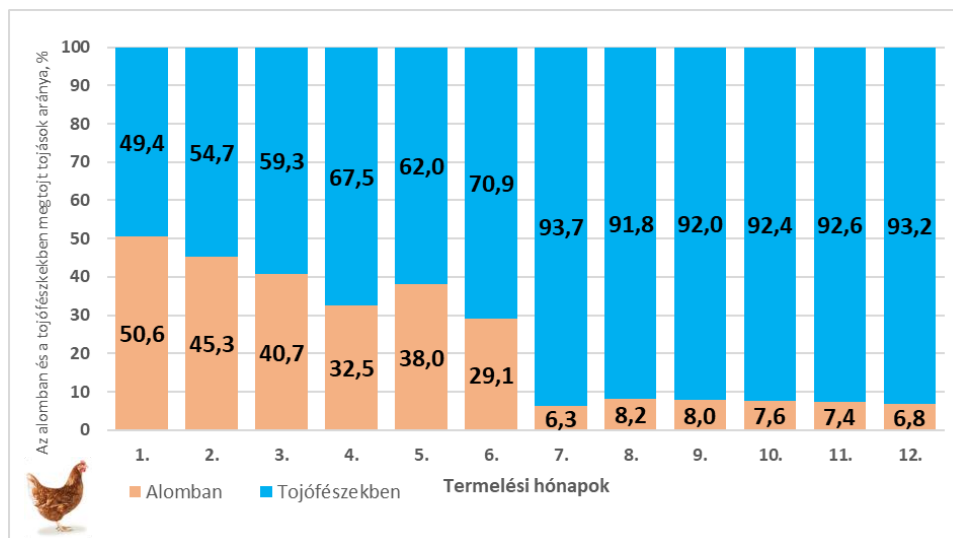
Összességében kijelenthető, hogy különösen az Apai és kisebb mértékben ugyan, de a Kereskedelmi hibrid is hajlamosabb az alomba tojni, így érdemes lenne ennek kiküszöbölésére gyakorlati lépéseket tenni.

1. táblázat: A tojófészkekben és a kaparótérben megtojt tojások egymáshoz viszonyított aránya a 12 termelési hónap alatt összesen (%)

Genotípusok	A tojások megoszlása (%)		
	A tojófészkekben összesen	Alomtojások a kaparótérben	Prob.
Kereskedelmi hibrid	69,3 <sup>b</sup>	30,7	<0,001
Apai ivadékcsoport	58,9 <sup>a</sup>	41,1	<0,001
Anyai ivadékcsoport	89,8 <sup>c</sup>	10,2	<0,001
Prob.	<0,001		

<sup>a, b, c</sup>: Az eltérő betűk a genotípusok közti szignifikáns különbségeket jelölik ( $P < 0,05$ )

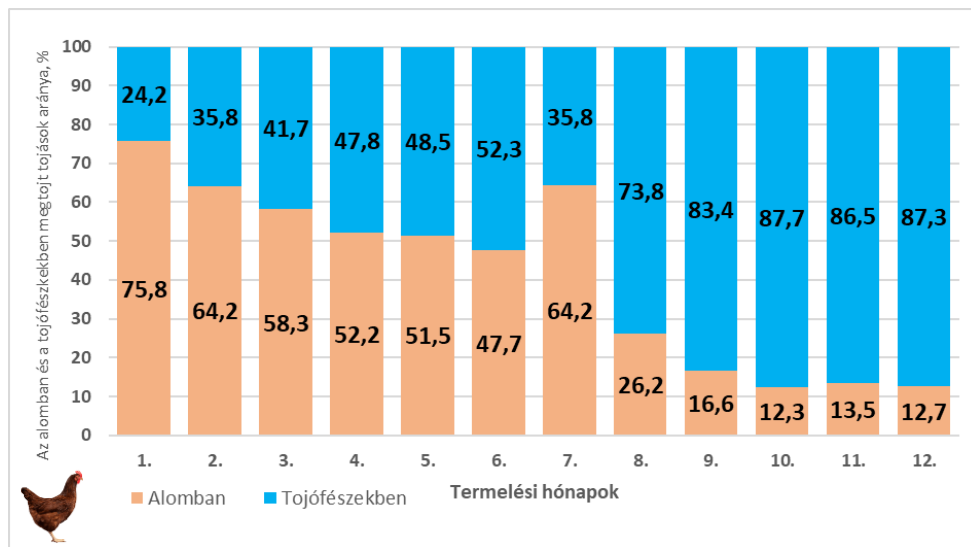
Az első termelési hónapban majdnem 50-50%-os volt a tojófészkekbe és az alomba lerakott tojások aránya, ami igen kedvezőtlen, de jól látható, hogy a tojástermelési időszak második felében az alomtojások aránya már jóval 10% alatti szintet ért el (1. ábra). Az Apai genotípus esetében az első termelési hónapban is jóval magasabb volt (75,8%) az alomba tojt tojások százalékos aránya, mint a Kereskedelmi hibridnél (50,6%) (2. ábra). A tisztavonalú Apai ivadékcsoport a tojástermelési időszak első hét hónapjában – egy kivételtől eltekintve – minden hónapban a tojások több mint a felét az alomba tojta le, és ez az utolsó három hónapban is csak 10-15% körüli nagyságrendre mérséklődött.



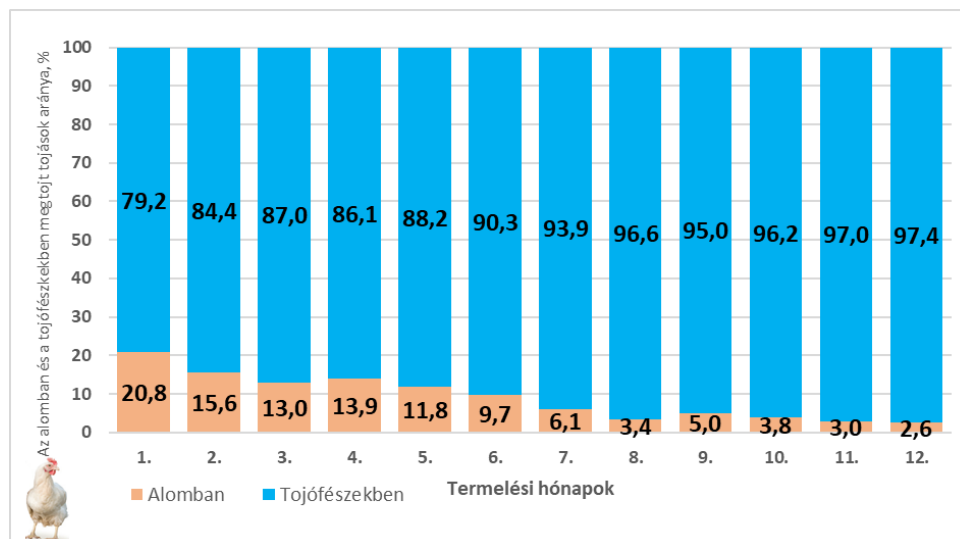
1. ábra: Az alomban és a tojófészkekben megtojt tojások arányának alakulása a 12 tojástermelési hónap alatt a *Kereskedelmi hibrid* esetében (%)

Az Anyai genotípus egyértelműen a tojófészkeket preferálta a tojások megtojtásához, és a kezdeti hónapok tanulási folyamata után a tojástermelési időszak végén a tojások kevesebb, mint 5%-át tojták meg az alomban.

Eredményeinkhez hasonlóan Villanueva és mtsai (2017) vizsgálataik során azt tapasztalták, hogy a tojótyúk a legtöbb tojást – a termelés mintegy 90-95%-át – fészkekben tojták. Ugyanakkor a barna tojóhibrideknél a fészken kívül megtojt tojások aránya magasabb volt, mint a fehér tojóhibridek esetében. Tehát az ő vizsgálataikban is jelentős különbség volt az adott genotípusok között a fészken kívül megtojt tojások mennyiségében.



2. ábra: Az alomban és a tojófészkekben megtojt tojások arányának alakulása a 12 tojástermelési hónap alatt az Apai genotípus esetében (%)



3. ábra: Az alomban és a tojófészkekben megtojt tojások arányának alakulása a 12 tojástermelési hónap alatt az Anyai genotípus esetében (%)

A fészekválasztási preferencia egyértelmű, mert közel háromszor annyi tojást lehetett összegyűjteni az alsó tojófészkekből, mint a felsőkből, a teljes 12 termelési hónap alatt.

Hasonló eredményre jutottak Krause és Schrader (2018) is, ahol a mindhárom vizsgált tojótyúk genotípus a három különböző magasságban elhelyezett fészkek közül a padozat szintjében elhelyezett tojófészkeket részesítette előnyben. Az alsó fészkek preferálásának egyik oka lehet, hogy azokban - pozíciójukból adódóan - alacsonyabb volt a fényintenzitás és jól ismert, hogy a házityúk előnyben részesíti a sötétebb helyeken lévő fészkeket (Appleby és mtsai, 1984), továbbá a házi tyúk egyik őse a vörös dzsungeltyúk (*Gallus gallus*) is talajsinten fészkelő madár (Duncan, 1998; Appleby és mtsai, 2004).

Az Apai ivadékcsoport teljesítménye annyiban tért el a másik vizsgált genotípusokétól, hogy ettől a tiszta vonaltól származó tojótyúkok az esetek 88%-ában az alsó tojófészkekben tojtak, tehát a fészekválasztási preferencia alapján hétszer több tojást 'helyeztek' el az alsó

szinten, mint a felsőn. Az eredményekből egyértelműen látszik, hogy az Apai genotípus leginkább az alacsonyabb helyeket részesítette előnyben – itt tojta meg a tojásait – ami a fészekválasztásban is megnyilvánul és az alomtojások számában is, hiszen ez a genotípus az, amelyik legnagyobb mértékben tojta meg tojásait a kaparótér alommal fedett részén.

2. táblázat: Az alsó és a felső tojófészkekben megtojt tojások egymáshoz viszonyított aránya a 12 termelési hónap alatt összesen (%)

Genotípusok	A tojások megoszlása (%)		
	Alsó szinten	Felső szinten	Prob.
Kereskedelmi hibrid	72,2 <sup>b</sup>	27,8	<0,001
Apai ivadékcsoport	88,0 <sup>a</sup>	12,0	<0,001
Anyai ivadékcsoport	71,4 <sup>b</sup>	28,6	<0,001
Prob.	<0,001		

<sup>a, b</sup>: Az eltérő betűk a genotípusok közti szignifikáns különbségeket jelölik (P < 0,05)

#### 4. Következtetések, javaslatok

A teljes tojástermelési időszakra vonatkozó eredmények alapján megállapítható, hogy a fészen kívüli tojásrakásban, azaz az alomtojások előfordulási arányában jelentős különbség van a vizsgált genotípusok között. Az alomba tojt tojások arányát tekintve a legkedvezőbb eredményt az Anyai genotípus esetében volt tapasztalható (10,2%), amit a Kereskedelmi hibrid (30,7%) majd az Apai genotípus (41,1%) követett. Feltételezésünk, hogy az Anyai genotípus legkedvezőbb eredménye a Rhode Island White (RIW) vonalnak a nemesítés során kialakított kedvező anyai tulajdonságainak köszönhető.

Az Apai genotípus az első hónapban extrém magas arányban (75,8%) tojta meg tojásait az alomba, a Kereskedelmi hibrid a tojások több mint felét (50,6 %) és az Anyai genotípus ennél sokkal elfogadhatóbb arányban (20,8%). A Kereskedelmi hibrid és az Apai genotípus esetében jelentősebb csökkenés csak a 7. és a 8. hónap után következett be.

A termelésben töltött idő előre haladtával azt tapasztaltuk, hogy mindhárom genotípusnál fokozatosan csökkent az alomba tojt tojások aránya, következtetéseink szerint azért, mert a tojótyúk időséggel megtanulták használni a tojófészkeket és megszokták azokat. Ugyanakkor a fészkelési magatartást illetően a vizsgált genotípusok közötti markáns különbség jellemzően megmaradt.

A tojófészkek preferenciáját tekintve a teljes tojástermelési időszak alatt a legnagyobb mértékben az Apai genotípus tojta meg tojásait az alsó fészkekben (88,0%), amit a Kereskedelmi hibrid (72,2%), majd az Anyai genotípus (71,4%) követett.

Mivel az Apai tisztavonalú ivadékcsoport egyedei választották a legnagyobb mértékben a talajszinthez közelebb lévő fészkeket (alsó fészeksor), logikus a kapcsolat, hogy erre a genotípusra volt a legjellemzőbb az alomba történő tojásrakás magas aránya is. Egészen biztos, hogy a tapasztalt különbségek a vizsgált ivadékcsoportok eltérő genetikai hátterében keresendők, ahol elsősorban az Apai (RIR) és az Anyai (RIW) vonalak eltérő, ugyanakkor jellemző tulajdonságai jutnak érvényre. Tény, hogy a vad tyúkfajokra a talajszinten történő fészkelés jellemző, és ezt a vörös színű Rhode Island Red (RIR) Apai vonal sokkal kifejezettebben mutatja, mint a fehér tollszínű Anyai genotípus.

## 5. Felhasznált irodalom

- Appleby, M. C. – McRae, H. E., – Peitz, B. E.* (1984): The effect of light on the choice of nests by domestic hens. *Applied Animal Ethology*, 11(3), 249–254. doi:10.1016/0304-3762(84)90031-2. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304376284900312>
- Appleby, M. C. – Mench J. A. – Hughes B. O.* (2004): Poultry behaviour and welfare. CABI publishing, division of CAB International, Cambridge. 2., 30–67.
- Duncan, I. J. H.* (1998): Behavior and Behavioral needs. *Poultry Science*, 77, 1766–72.
- Farkas, T.P. – Orbán, A. – Szász, S. – Rapai, A. – Garamvölgyi, E. – Sütő, Z.* (2021) Examination of the Usage of a New Beak-Abrasive Material in Different Laying Hen Genotypes (Preliminary Results). *Agriculture*, 11, 947. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100947>
- Krause, E. T., – Schrader, L.* (2018): High, low, or familiar? Nest site preferences of experienced laying hens. *British Poultry Science*, 59(4), 359–364. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00071668.2018.1470318>
- Lentfer, T. L. – Gebhardt-Henrich, S. G. – Fröhlich, E. K. F. – von Borell, E.* (2011): Influence of nest site on the behaviour of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(1–2), 70–77. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159111002760>
- Sherwin, C.M. – Nicol, C.J.* (1993): Factors affecting floor laying by hens in modified cages. *Applied Animal Behaviour Science* 36, 211–222.
- Sütő Z.* (2020): Az „End the cage age!” európai kezdeményezés magyar tojástermelő ágazatra gyakorolt lehetséges hatásai. In: Sütő, Z. (szerk.) *Tanulmányok az Európai Unióban a ketreces tartás jövőbeni betiltásának várható következményeiről a magyar állattermék-előállításra: Étkezésitójás-termelés, hizottbaromfi-előállítás (lúd, kacska), nyúlhústermelés.* Kaposvári Egyetem, Agrár- és Környezettudományi Kar, Kaposvár. 121 p. pp. 8–42.
- Villanueva, S. – Ali, A. B. A. – Campbell, D. L. M. – Siegford, J. M.* (2017): Nest use and patterns of egg laying and damage by 4 strains of laying hens in an aviary system1. *Poultry Science*, 96(9), 3011–3020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119315032>
- Zomborszky Z. – Budai Z. – Milisits G. – Szász S. – Farkas T. P. – Ujváriné J. – Horn P. – Sütő Z.* (2018): Eltérő genetikai háttérű, tojó típusú, csörkurtítatlan jérce állomány nevelés alatti és tojóházi kiesésének elemző vizsgálata, különös tekintettel az agresszióra. In: Proc.: SÜTŐ Z. (szerk.) XXI. Kaposvári Baromfitenyésztési Szimpózium, pp. 78–87. 10.p.

## Brojler szülőpár állománytól származó alomtojások mikrobiológiai jellemzői

Such Nikoletta – Csitári Gábor – Farkas Valéria – Pál László – Strifler Patrik – Schermann Kornél – Bartos Ádám – Dubleczy Károly

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely*  
such.nikoletta.amanda@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A szerzők a brojler szülőpár állományok keltetési gyakorlatának egy aktuális kérdését értékelték, miszerint milyen különbségek vannak a tojófészekbe tojt tenyész tojások és az alomtojások mikrobiológiai paramétereiben és ezek a különbségek milyen kockázatokat jelenthetnek a keltethetőségre. A keltethetőség szempontjából vizsgálható kérdés, hogy a mikrobákkal történő közvetlen expozíció milyen hatással van a naposcsibék kelési arányára, majd a későbbi teljesítményükre. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a brojler szülőpár állományoktól származó alomtojások külső héjának, a tojás belső hártájának, a tojássárgájának, a fehérjének a mikrobiális összetétele eltér a kontroll tojásokétól. További kutatások szükségesek annak megállapítására, hogy ezek a mikrobiális eltérések hatással vannak-e a keltethetőségre, a csirkék vitalitására és teljesítmény paramétereire.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A tojáshéj a mikroflóra elsődleges, potenciális forrása a kikelő csibék számára, hiszen a tojócsövön és a kloakán való áthaladás során a tojásokat a mikrobák változatos összetételben és arányban bevonják (Lee, 1019). Később ez a tojáshéjon lerakódott anyai mikrobióta a fontos gyarmatosító fajok potenciális forrása lehet, megalapozva az egészséges GIT mikrobióta kialakulását. Ahhoz, hogy a tojáshéj mikrobái megtelepedjenek a kikelő csibékben, a baktériumoknak túl kell élniük a magas oxigéntartalmú és tápanyagszegény tojáshéjon és a kutikulán a keltetési idő alatt (csirkéknél 21 nap), vagy át kell hatolniuk a tojáshéjon és a tojáshéj membránján. Így a baromfi béltraktusából származó obligát anaerobok spórás formában túlélhetik a nem ideális körülményeket a tojáshéj felszínén és a csibék a kikeléskor lenyelhetik őket.

A tojások mikrobákkal való szennyezettsége tág határok között mozog, nagy mértékben függ a tojó állatok tartásától. Ettől függően  $10^2$ - $10^8$  mikroba/tojás között mozog (Deák, 2006).

Természetes körülmények között a madarak fészekrakási és tojásköltési szokásai kedvező feltételeket biztosítottak az utódok növekedéséhez és túléléséhez (Deeming, 2002; Hansell, 2000). Ennek része, hogy specifikus fészekanyagok felhasználásával adaptív módon szabályozzák a parazita- és a baktériumterhelést a fészkekben (Petit, 2002; Gwinner, 2005; Lee, 2014). Emellett a madarak kotlása drámaian gátolja a teljes tenyészhető mikrobiális növekedést a tojáshéjon (Cook, 2005/1). Kimutatták, hogy a keltethetőség gyorsan csökken 3 napos környezeti feltételeknek való kitétség után, ha a tojó nem kotlik a tojáson. Ez azt jelenti, hogy a korai inkubáció szükséges a korai stádiumú embriók környezeti veszélyekkel szembeni védelme érdekében (Arnold és mtsai, 1987; Stoleson és Beissinger, 1999). A víz jelenléte keltetési szempontból azért lényeges, mert elősegíti a mikrobiális növekedést a tojáshéjon, valamint transzportközegként működik, amelynek segítségével a baktériumok és gombák áthaladnak a héj pórusain (Board és Halls, 1973; Board és mtsai, 1979). A kotlás szárazon tartja a tojáshéj

felületét, így minimálisra csökkenti a fertőzés valószínűségét. Ha azonban mégis baktériumok fertőzik meg a tojás tartalmát, az inkubálás további védelmet nyújt azáltal, hogy az albumin hőmérsékletét olyan szintre emeli, amelyen az antimikrobiális enzimek optimálisan működnek (Board és Tranter, 1986), és meghaladják a legtöbb mikrobióta növekedésének optimumát.

A tojáshéjról izolálható baktériumok főleg a Gram-negatív csoportba tartozó Enterobacteriaceae család tagjai, amelyek nemzetség szintű képviselői között nagy arányban van jelen az *Escherichia coli*, a *Salmonella* és különböző patogén és nem patogén *Staphylococcusok* (Braden, 2006; Deák, 2006). Friss kutatások szerint a *Micrococcus spp.*, *Enterococcus spp.* és *Staphylococcus spp.* a tojáshéjon dominánsan jelenlévő baktériumfajok (Yang, 2018; Saha, 2020).

A *Salmonella spp.* és *Staphylococcus aureus* patogén baktériumok. Élelmiszerbiztonsági szempontból mennyiségük szabályozott. *Salmonella* esetében az élelmiszerek 25 grammjában egyetlen élő baktériumsejt sem megengedett (2073/2005/EK rendelet). Az Európai Közöségi Bizottsága 1441/2007/EC számú jelenleg hatályos rendelete a tojástermékek esetében a *Salmonella* mentességen túl az Enterobacteriaceae családba tartozó baktériumokra 10-100 CFU/g v. ml határértéket szab meg (Németh, 2012).

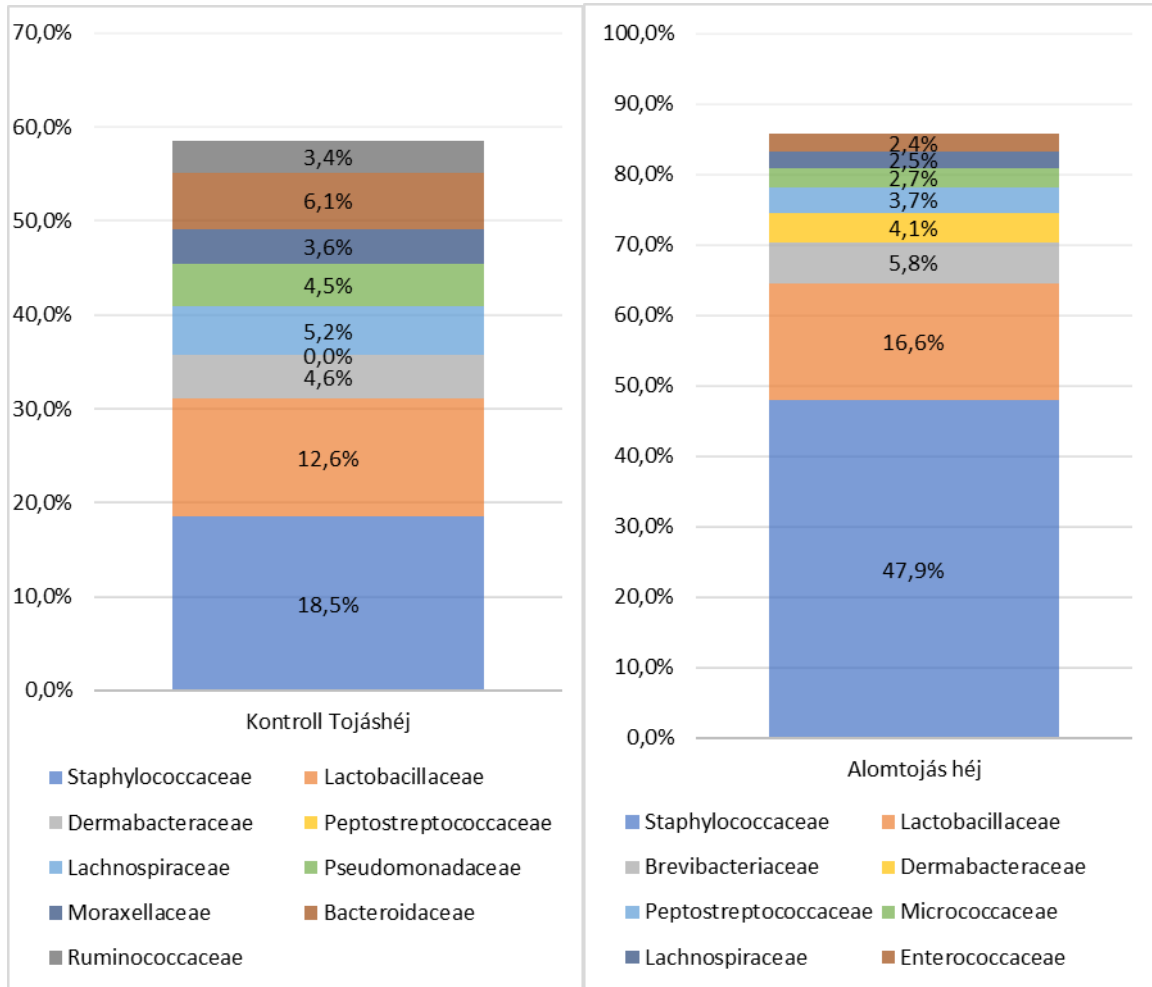
Mikroba	Előfordulás gyakorisága
<i>Streptococcus</i>	±
<i>Staphylococcus</i>	+
<i>Micrococcus</i>	++
<i>Sarcina</i>	±
<i>Arthrobacter</i>	+
<i>Bacillus</i>	+
<i>Pseudomonas</i>	+
<i>Acinetobacter</i>	+
<i>Alcaligenes</i>	+
<i>Flavobakterium</i>	+
<i>Cytophage</i>	+
<i>Escherichia</i>	+
<i>Aerobacter</i>	+
<i>Aeromonas</i>	±
<i>Proteus</i>	±
<i>Serratia</i>	±

± esetenként előfordul  
+ a legtöbb esetben kis mennyiségben előfordul  
++ mindig nagy mennyiségben jelen van

1. ábra: A baromfitojás héján előforduló mikrobák (Moats, 1980)

Gyakorlati szempontból vizsgálva a kérdést, problémát jelent, hogy a tojók sokszor nem a fészekbe tojnak, és az alomtojások potenciálisan ki vannak téve a kórokozókkal való nagyobb fertőződés veszélyének. A tojások néhány órát töltenek az alomban ilyen körülmények között. Felmerül a kérdés, hogy ez a potenciális fertőződésnek való kitettség befolyásolja-e a tojások keltethetőségét.





2. ábra: Brojler szülőpár állománytól gyűjtött kontroll, valamint alomtojás minták külső héjának 16s rRNS vizsgálata során kapott eredmények (saját kutatási eredmény)

Az 2. ábrán jól látható, hogy a két különböző helyen megtojt tojás külső héjának vizsgálata során a 8 leggyakoribb baktérium családot vizsgálva, 29,4%-kal gyakoribban volt jelen az alomtojáson a Staphylococcaceae baktériumcsalád.

A tojáshéjon előforduló sokféle baktérium azonban a korábbi irodalmi források szerint ritkán kerül be a tojás belsejébe, illetve oda bekerülve ritkán szaporodik el. Ennek oka, a tojás védekező mechanizmusaiban keresendő:

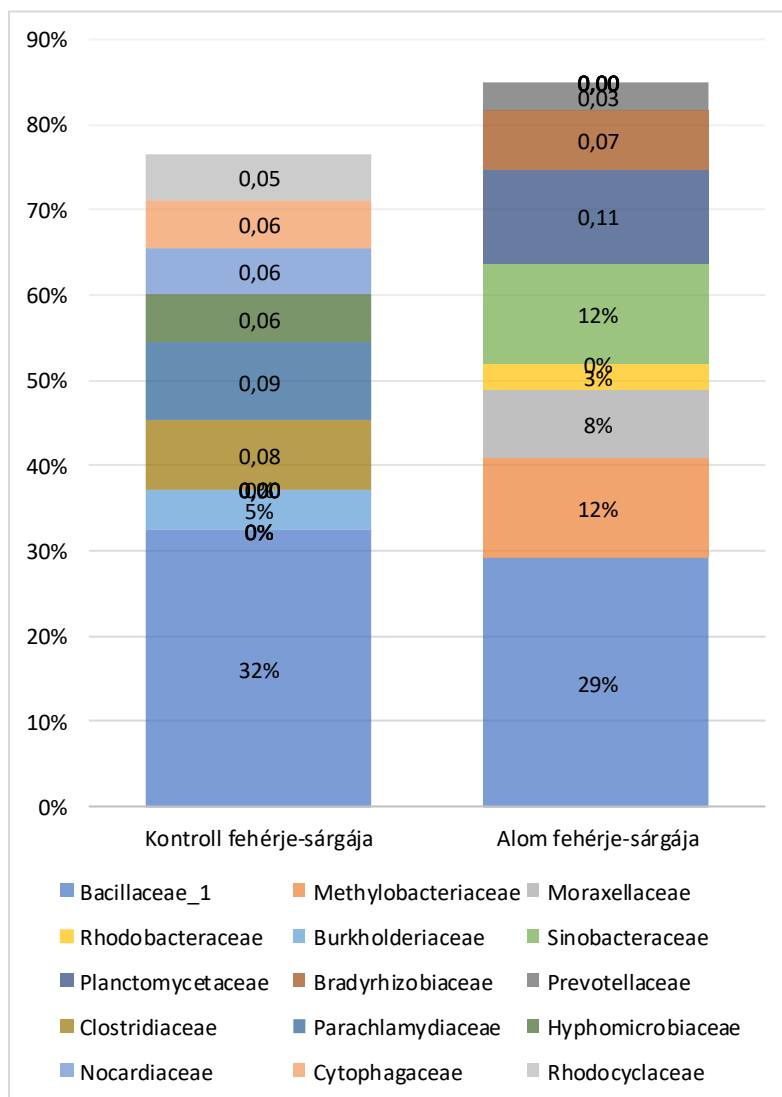
- A külső meszes héjat glikoprotein réteg borítja, ami megakadályozza, hogy a héj pórusain keresztül baktériumok jussanak be a tojás belsejébe. Ez a réteg azonban 2-3 hét alatt leperreg.

- A tojások fehérje része számos olyan glikoproteint tartalmaz, amelyek gátolják a mikrobák szaporodását. Ilyen fehérje a konalbumin, amivel a fémionok stabil komplexet alkotnak, így ellenállóak lesznek a fehérjebontó reakciókkal szemben. Ezt a vasmegkötő képességet mikrobagátló tulajdonságként tartják számon (Valenti, 1983; Németh, 2012). A lizozim olyan tojásfehérje enzim, ami bontó hatással van a Gram-pozitív baktériumok sejtfalára. Ezt a tulajdonságát hasznosítják is mikrobaölő szereknél (Sung, 2011; Németh, 2012). Az ovoinhibitor fehérjebontó enziminhibitor képes gátolni különféle gombákból és baktériumokból származó proteázokat (Feeney, 1963). A cisztein általános sejtvédő szerepe mellett, specifikus hatást fejt ki a vírusfertőzésekért felelős vírusproteázokkal szemben is (Németh, 2012). Az avidin nevű glikoprotein két úton is kifejti gátló funkcióját. Egyrészt képes kötődni a Gram-negatív

és Gram-pozitív baktériumok sejtfalához, valamint a hozzá kötődő biotin nem lesz hozzáférhető a baktériumok számára.

- Ezen felül a tojásfehérje alkalikus pH-ja (pH~9) számos baktérium szaporodását megakadályozza.

Egyes kutatások szerint azonban a tojáshéjon keresztüli bakteriális fertőzések csökkenthetik a tojás életképességét (Cook, 2005/1; Cook, 2005/2). Tehát keltethetőség szempontjából érdemes foglalkozni ezzel a kérdéssel.



3. ábra: Brojler szülőpár állománytól gyűjtött kontroll, valamint alomtojás minták sárgája és fehérje részének 16s rRNS vizsgálata során kapott eredmények (saját kutatási eredmény)

A 3. ábrán jól látható, hogy ugyanazon tojásminták vizsgálata során egyik esetben sem fordul elő, hogy a feltételezhetően patogén baktériumcsaládok bekerültek volna a 8 leggyakoribb baktériumcsalád közé. Itt a bacillaceae\_1 volt az uralkodó család. Ezen felül mindegyik család a kommenzalista flóra állandó tagjai közé sorolható a csirkében.

## 2. Következtetések, javaslatok

A brojler szülőpár állományok gazdaságos működéséhez szükség van az összes rendelkezésre álló forrás felhasználására. A jelenlegi gyakorlat szerint az alomba tojt tojásokat nem használják fel keltetésre. Azonban érdemes vizsgálatokat folytatni annak érdekében, hogy valóban hátrányt okoz-e a kikelő csibének a bakteriális expozíciónak való nagyobb kitettség. Megállapítható, hogy a brojler szülőpár állományok keltethetőséggel kapcsolatos kérdéskörét érdemes mélyrehatóbban vizsgálni, további kutatások szükségesek a végleges következtetések megállapításához.

## Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a Széchenyi 2020 Program keretein belül az Európai Regionális Alap és Magyarország Kormánya támogatásával a GINOP-2.3.2.-15-2016-00054 számú „Festetics Imre Bioinnovációs Kiválósági Központ és Stratégiai K+F+I Projektműhely” című projekt támogatta.

## 3. Felhasznált irodalom

- Arnold, T.W. – Rohwer, F.C. – Armstrong, T. (1987): Egg viability, nest predation, and the adaptive significance of clutch size in prairie ducks. *Am. Nat.*, 130. 643–653.
- Board, R.G. – Halls, N.A. (1973): The cuticle: a barrier to liquid and particle penetration of the shell of the hen's egg. *Br. Poult. Sci.*, 14. 9–97.
- Board, R.G. – Tranter, H.S. (1986): The microbiology of eggs. In: *Egg science and technology*, 3rd ed. (Stadelman WJ, Cotterill OJ, eds). Westport: AVI Publishing Co; 75–96.
- Board, R.G. – Loseby, S. – Miles, V.R. (1979): A note on microbial growth on eggshells. *Br. Poult. Sci.* 20.413–420.
- Braden, C.R. (2006): Salmonella enterica serotype Enteritidis and eggs: A national epidemic in the United States. *Clinical Infectious Diseases*, 43.4. 512–517.
- Cook, M.I. – Beissinger, S.R. – Toranzos, G.A. – Arendt, W.J. (2005): Incubation reduces microbial growth on eggshells and the opportunity for trans-shell infection. *Ecol. Lett.* 85. 532–537.
- Cook, M.I. – Beissinger, S.R. – Toranzos, G.A. – Rodriguez, R.A. – Arendt, W.J. (2005): Microbial infection affects egg viability and incubation behavior in a tropical passerine. *Behav. Ecol.* 16. 30–36.
- DEÁK, T. (2006): Élelmiszer mikrobiológia, Budapest, Mezőgazda Kiadó
- Deeming, D.C. (2002): Importance and evolution of incubation in avian reproduction. In: Deeming DC editor. *Avian Incubation*. New York: Oxford University Press. 1–7.
- Feeney, R.E. – Stevafs, F.C. – Osuga, D.T. (1963): The specificities of chicken ovomucoid and ovoidinhibitor. *The J. of Biol. Chem.*, 238.4. 1415–1418.
- Gwinner, H. – Berger, S. (2005): European starlings: nestling condition, parasites and green nest material during the breeding season. *J. Ornithol.* 146. 365–371.
- Hansell, M.H. (2000): *Bird Nests and Construction Behaviour*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lee, S. – La, T.M. – Lee, H.J. – Choi, I.S. – Song, C.S. – Park, S.Y. (2019): Characterization of microbial communities in the chicken oviduct and the origin of chicken embryo gut microbiota. *Sci Rep.* 9.1.6838.
- Lee, W.Y. – Kim, M. – Jablonski, P.G. – Choe, J.C. – Lee, S. (2014): Effect of Incubation on Bacterial Communities of Eggshells in a Temperate Bird, the Eurasian Magpie (*Pica pica*). *PLoS ONE* 9.8. e103959.
- Németh, Cs. (2012): Tojáslevék kis hőmérsékletű hőkezelése. Doktori értekezés. Budapest, Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Kar.
- Petit, C. – Hossaert-McKey, M. – Perret, P. – Blondel, J. – Lambrechts, M.M. (2002): Blue tits use selected plants and olfaction to maintain an aromatic environment for nestlings. *Ecol Lett* 5. 585–589.
- Saha, O. – Rakhi, N. N. – Istiaq, A. – Islam, I. – Sultana, M. – Anwar Hossain, M. – Rahaman, M. (2020): Evaluation of Commercial Disinfectants against *Staphylococcus lentus* and *Micrococcus* spp. of Poultry Origin. *Vet. Med. Int.* 8811540, 10.

- Stoleson, S.H. – Beissinger, S.R. (1999):* Egg viability as a constraint on hatching synchrony at high ambient temperatures. *J. Anim. Ecol.*, 68. 951–962.
- Sung, K. – Khan, S.A. – Nawaza, M.S. – Cerniglia, C.E. – Tamplin, M.L. – Phillips R.W. – Kelley, L.C. (2011):* Lysozyme as a barrier to growth of *Bacillus anthracis* strain Sterne in liquid egg white, milk and beef. *Food Microbiology*, (article in press, doi:10.1016/j.fm.2011.03.002)
- Valenti, P. – Antonini, G. – Von Hunolstein, C. – Visca, P. – Orsi, N. – Antonini, E. (1983):* Studies of the anti-microbial activity of ovotransferrin. *International Journal of Tissue Reactions*, 5.1. 97–105.
- Yang, W. – Guo, M. – Liu, G. – Yu, G. – Wang, P. – Wang, H. – Chai, T. (2018):* Detection and analysis of fine particulate matter and microbial aerosol in chicken houses in Shandong Province, China. *Poult. Sci.*, 97.3. 995–1005.

## Eltérő kísérletekből származó csirke vakbél mikrobióta összetételének összehasonlító elemzése

Tóth Levente<sup>1</sup> – Csitári Gábor<sup>2</sup> – Menyhárt László<sup>3</sup> – Such Nikoletta<sup>2</sup> – Pál László<sup>2</sup> – Mohamed Ali Rawash<sup>2</sup> – Mezőlaki Ákos<sup>4</sup> – Strifler Patrik<sup>2</sup> – Dubleczy Károly<sup>2</sup> – Farkas Valéria<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karintia Kft., 9800 Vasvár Dr. Tretter László u. 4/a.

<sup>2</sup>Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely

<sup>3</sup>Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő

<sup>4</sup>Agrofeed Kft., 9022 Győr, Dunakapu tér 10.

farkas.valeria@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A szerzők három különböző kísérletből származó csirke vakbél minta (n = 4-5-6) 16S rRNS gén V3-V4 régiójának szekvencia adatait, hasonlították össze, majd értékelték. A minták azonos fajtájú (Ross 308), nemű (hím), azonos keltetőből származó (Gallus Kft.), közel azonos korú (40-42 napos), kontroll takarmányt fogyasztó csirkek vakbél bétartalmából származott. Célunk volt összehasonlítani a minták bakteriális összetételét, valamint feltárni a három kísérlet összehasonlító elemzése során tapasztalt különbségeket. Eredményeink alapján megállapítható, hogy a csirke vakbél tartalma nagy baktérium fajgazdagságot mutat. A diverzitás elemzés során, a 2. kísérlet szignifikánsan eltért a 1. és a 3. kísérlettől mind az alfa és a béta diverzitás esetében. Az 1. kísérletben a Bacteroidetes törzs volt a domináns, míg a 2. és a 3. kísérletben a Firmicutes törzs. Nemzettség szinten nagyobb volt a változatosság a kísérletek között. Összességében megállapíthatjuk, hogy a három kísérletből kettő, a 2-es és a 3-as a domináns fajok tekintetében nagyon hasonlított egymáshoz, míg a ritka fajok tekintetében teljesen elkülönült a három kísérlet.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A metagenomikai kutatások eredményeiből most kezdjük csak megérteni a mikrobióta gazdaszervezetre gyakorolt pozitív és negatív hatását. Az új szekvenálás alapú vizsgálatokkal komplex mikrobiális közösségek széles körű vizsgálatára nyílt lehetőség, anélkül, hogy a közösség egyes tagjait izolálni, laboratóriumban tenyészteni kellene. A humán mikrobiom vizsgálatok mellett már a legtöbb gazdasági állatfajban, így a házityúk esetében is elkezdődtek hasonló kutatások.

Az utóbbi években számos, olykor ellentmondásos cikket publikáltak a házityúk termelését és egészségi állapotát befolyásoló mikrobióta összetételéről és összefüggéseiről (Brisbin és mtsai, 2004, Kohl, 2012, Stanley és mtsai, 2014; Yeoman és mtsai, 2012). Az azonban bizonyos, hogy a gazdaszervezethez kapcsolódó tényezők, mint például az életkor, a nem és a fajta, nagy hatással vannak a bél-mikrobiótára, akárcsak a környezeti tényezők, mint például a takarmányozás, a tartási körülmények, az alom és az éghajlat. Mivel a mikrobióta vizsgálatokat sok ilyen ismeretlen vagy rejtett gazda- és környezeti faktor befolyásolhatja a vizsgálati tervek megválasztása nagy hatással lehet a vizsgálati eredményekre és az adatok értelmezésére. Ezért fordulhat elő, hogy a széles körben kutatott csirke bél-mikrobióta esetében is gyakran találkozhatunk eltérő gyakorisági értékeket mutató baktérium nemzetségekkel.

A fentiek tükrében vizsgálatunk célja volt összehasonlítani három különböző kísérletből származó csirke vakbél minták bakteriális összetételét, melyek azonos fajtájú (Ross 308), ne-

mű (hím), azonos keltetőből származó, közel azonos korú (40-42 napos), kontroll takarmányt fogyasztó csirkék vakbél béli tartalmából származott.

## 2. Anyag és módszer

A csirke mikrobióta elemzéséhez 3 korábbi kísérlet adatait használtuk fel, melyek a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campusának Takarmányozástani és Takarmányozás-élettani Tanszék kísérleti telepén zajlottak. Az adatkészlet kiválasztása során figyelembe vettük, minimalizáltuk azoknak a faktoroknak (biotikus és abiotikus tényezők) a hatását, amelyek befolyásolhatják a mikrobióta összetételét. Mindhárom kísérletet ROSS 308-as, hím ivarú húshibrid csirkével végeztük, melyek azonos keltetőből származtak (Gallus Kft.). A napos állatokat szecs-kázott szalma mélyalommal ellátott fülkékben helyeztük el (24 madár/kecsec, 10 madár/m<sup>2</sup>). Az állatok takarmányozása önetetőkből, itatásuk önitatókból történt ad libitum módon. A világítási programot az *Aviagen* (2018) főbb irányelvei szerint állítottuk be. A fülkékben lévő különböző környezeti feltételek (fűtés, világítás és szellőzés) azonosak voltak.

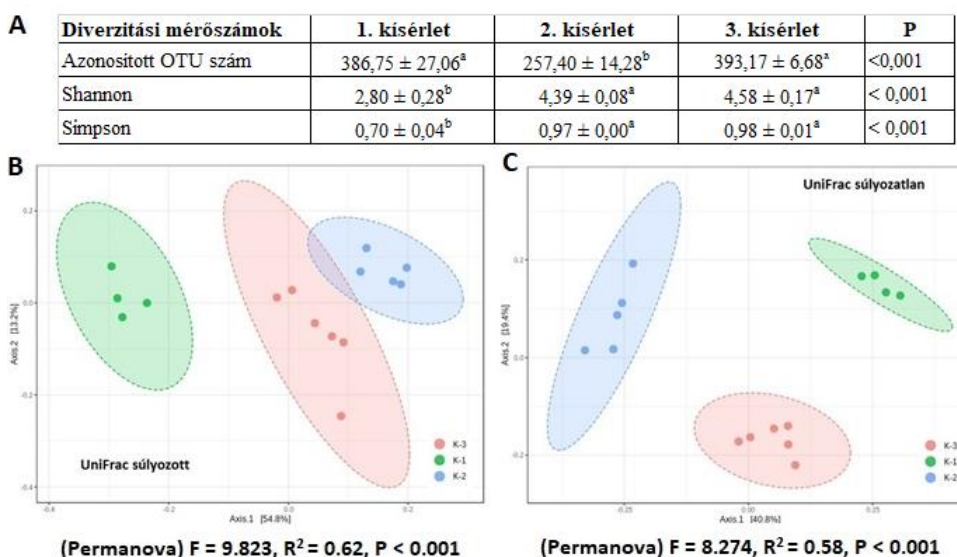
A bakteriális DNS kivonását, tisztítását követően a bakteriális DNS-t amplifikálásához *Klindworth és mtsai*, (2013) szerint leírt, bakteriális 16S rRNS gén V3-V4 régiójára tervezett primereket használtunk. Az elkészült minőségellenőrzött és qPCR-rel kvantifikált könyvtárak szekvenálása Illumina MiSeq platformon valósult meg. A bioinformatikai analízis során a szekvenciák analíziséhez QIIME2 (Quantitative Insights Into Microbial Ecology, 2020.2) szoftvert használtunk (*Bolyen és mtsai*, 2019). Az operatív taxonómiai egységek (OTU-k) klaszterezését, 97% -os hasonlósági szinten történt (SILVA 132 adatbázis; *Quast és mtsai*, 2013). Az adatok statisztikai, vizuális és metaanalíziséhez MicrobiomeAnalyst web-alapú platformot használtunk (*Chong és mtsai*, 2020; *Dhariwal és mtsai*, 2017).

A vizsgált mintacsoportok alfa-diverzitás értékeinek (Shannon, Simpson) valamint rendszertani szinteken (pl. törzs, nemzetség) tapasztalt gyakorisági értékeinek összehasonlításához egytényezős varianciaanalízist ( $P < 0,05$ ) végeztük, és a csoportok átlagainak összehasonlításához Tukey HSD ( $P < 0,05$ ) tesztet használtunk. Az különböző kísérletek baktérium közösségének hasonlóságát (béta-diverzitás) súlyozott UniFrac távolság indexen alapuló fő koordináta-analízissel (PCoA) elemeztük (*Vazquez - Baeza és mtsai*, 2013), a statisztikai összehasonlításához permutációs sokváltozós varianciaanalízist (PERMANOVA) alkalmaztunk.

## 3. Eredmények és értékelésük

A szekvenciából azonosított taxonómiai egységek/OTU-k száma az 1-es. és a 3. kísérletben magas (387, 393), míg a 2. kísérletben alacsony (257) volt. A statisztikai vizsgálat alapján ez a különbség szignifikánsnak bizonyult ( $P < 0,001$ ; *1A. ábra*). A Shannon és Simpson diverzítási indexek a 2. és a 3. kísérletben szignifikánsan nagyobbak voltak az 1. kísérlethez képest. A súlyozott UniFrac távolság a megfigyelt domináns organizmusok/OTU-k bőséget/gyakoriságát veszi leginkább figyelembe és súlyozza a filogenetikai távolságot az abundancia különbségével. Az elemzés során a 3 mintacsoport/Kísérlet közül a 3. (piros) és a 2. (kék) mintacsoport hasonlóbbnak bizonyult egymáshoz (*1B. ábra*). A súlyozatlan UniFrac távolság, csak a fajok jelenlétére és hiányára vonatkozó információkat veszi figyelembe, így hatékonyabb a ritka leszármazási vonalak változásának kimutatására. A súlyozatlan UniFrac távolság elemzése során a 3 mintacsoport teljesen elkülönül egymástól (*1C. ábra*). Összesség-

gében megállapíthatjuk, hogy a három kísérletről kettő, a 2-es és a 3-as a domináns fajok tekintetében nagyon hasonlít egymáshoz, míg a ritka fajok tekintetében teljesen elkülönül a 3. kísérlet.



**A:** A diverzitási mérőszámok sorokban feltüntetett, különböző betűjelekkel (a,b) ellátott értékek szignifikánsan különböznek ( $P < 0,05$ ). A csoportok (kísérletek) közötti eltéréseket ANOVA, Tukey Post Hoc teszttel elemeztük. **B:** A három kísérletről származó mintacsoport mikrobiális sokféleségét szemléltető fő koordináta-analízis (PCoA) súlyozott UniFrac **C:** súlyozatlan UniFrac távolság szerint. Zöld: 1. kísérlet. Kék: 2. kísérlet. Piros: 3. kísérlet.

1. ábra: Alfa és béta diverzitások alakulása a három kísérletről származó mintákban

Törzs szinten elemezve a mintákat az 1. kísérletben a domináns törzs a Bacteroidetes volt (59,98%), ezt követte a Firmicutes (35,75%) a Verrucomicrobia (2,20%) és Proteobacteria (1,51%) törzsek. A 2. kísérletben domináns törzs a Firmicutes (89,38%) és a Bacteroidetes (9,69%) volt. A 3. kísérletben a Firmicutes (85,16%) a Bacteroidetes (12,24%) és a Proteobacteria (1,13%) volt a domináns.

A Bacteroidetes törzs relatív gyakorisága a 1. kísérletben szignifikánsan magasabb volt a 2-es és a 3-as kísérlethez képest ( $P < 0,001$ ). A Firmicutes-ek gyakorisága ezzel ellentétben a 2. és a 3. kísérletről származó mintákban volt magasabb ( $P < 0,001$ ). Mindezek mellett figyelemre méltó a Proteobacteria törzs is mely relatív gyakorisága magasabb Bacteroidetes arány mellett emelkedett az 1-es és 3-as kísérletekben. A csirke vakbél mikrobiotájával foglalkozó tanulmányok nagy része írta már le a Firmicutes-ek dominanciáját (Awad és mtsai, 2016; Mohd-Shaufi és mtsai, 2015; Oakley és mtsai, 2014), míg csak kevesen (Xiao és mtsai, 2017; Molnár és mtsai, 2020; Witzig és mtsai, 2015) számolt be hasonlóan magas Bacteroidetes arányról.

Az 1. kísérletben azonosított nemzetségek közül domináns volt a *Bacteroides* (53,6%), majd ezt követte a *Barnesiella* (5,7%) (mindkettő nemzetség a Bacteroidetes törzs tagja). Ezt követte a *Ruminococcaceae\_UCG\_014*, 3,4% gyakorisággal. A 2. kísérletben a azonosított nemzetségek közül a domináns volt a *Lactobacillus* (10,8%), ezt követve a *Faecalibacterium* (8,2%) és a *Bacteroides* (6,9%). A 3. kísérlet esetében domináns nemzetségek a *Lactobacillus* (16%), *Bacteroides* (6,6%) és a *Faecalibacterium* (6%) voltak.

Az 1. kísérletben 8 db, a 2. és 3. kísérletben 19 db nemzetség relatív gyakorisága haladta meg az 1%-ot (1. táblázat). A statisztikai elemzés eredményeként az 1 % relatív gyakoriságot meghaladó nemzetségek esetében azt tapasztaltuk, hogy gyakorlatilag 4 statisztikailag igazol-

ható esetet lehetett megkülönböztetni a kísérletekből származó minták mikrobióta profiljának összehasonlítása során (1. táblázat).

**1. eset:** Nemzetségek szignifikánsan nagyobb relatív gyakorisága az 1. kísérletben; a 2. és a 3. kísérlet mintáihoz képest (2-es és 3-as kísérlet között nem volt szignifikáns különbség).

Ezek voltak: *Bacteroides*, *Barnesiella*, *Escherichia-Shigella*, *Erysipelotrichaceae-osztályozatlan* és *Clostridiales vadin BB60 csoport*.

**2. eset:** Nemzetségek csökkent relatív gyakorisága az 1. kísérletben; a 2. és a 3. kísérlet mintáihoz képest (2-es és 3-as kísérlet között nem volt szignifikáns különbség).

Ezek voltak: *Lactobacillus*, *Sellimonas*, *Romboutsia*, *Faecalibacterium* és a *Turicibacter*.

**3. eset:** Nemzetségek nagyobb relatív gyakorisága az 2. kísérletben.

Ezek voltak: a *Ruminiclostridium\_5* a *Subdoligranulum* és a *Streptococcus* nemzetség.

**4. eset:** Nemzetségek nagyobb relatív gyakorisága az 3. kísérletben.

Ezek voltak: az *Alistipes* és a *Ruminococcaceae UCG\_008* nemzetségek.

Számos kutatási eredményt publikáltak már csirke emésztőkészülékére irányult mikrobiom vizsgálatokról, melyekben a legtöbbet vizsgált régió a vakbél. Itt a hosszabb ideig tartó áthaladási idő és a fermentációs folyamatok révén megnő bél mikrobióta diverzitása és összetettsége. A csirke vakbelében a baktériumszám elérheti a  $10^{10}$  CFU / gramm-ot, és akár 1000 különböző faj jelenlétét feltételezik (*Salanitro és mtsai*, 1974). Ezek két fő törzshöz tartoznak a Gram-pozitív Firmicutes-hez és a Gram-negatív Bacteroidetes-hez (*Nordentoft és mtsai*, 2011; *Oakley és mtsai*, 2014). Ezt követi két kisebb gyakoriságú törzs a Gram-pozitív Actinobacterium és a Gram-negatív Proteobacteria. A Firmicutes és a Bacteroidetes általában egyenlő arányban vannak jelen az egészséges felnőtt tyúk vakbél mikrobiótájában, és a teljes mikrobióta közösség 45%-át teszik ki (*Rychlik és mtsai*, 2020). Az Actinobacteria és a Proteobacteria mennyisége a teljes mikrobióta 2-3%-át teszi ki. Bár a fent említett mikrobióta összetétel általános konszenzusként értelmezhető, nagy az egyéni eltérés. Vannak egyedek, melyeknek mikrobiótája akár 10–90% Bacteroidetes-t is tartalmaznak, anélkül, hogy bármilyen rendellenes fejlődést mutatnának. Egyes publikációk akár 10%-ot meghaladó Actino- és Proteobacteria-val rendelkező egyedekről is beszámoltak. A gyakoriságokban tapasztalt olykor jelentős eltérések ellenére e négy törzs képviselői megtalálhatók szinte minden felnőtt csirke vakbelében.

#### 4. Következtetések, javaslatok

A kapott eredményekből jól látszik, hogy a csirke emésztőkészülékének hátsó részeiben olyan baktériumok fordulnak inkább elő, amelyek a fermentációs folyamatokban vesznek részt. A kapott eredmények és információk hasznosak lehetnek a további kutatásokhoz, illetve további kutatásra adnak okot. A jövőbeli cél, hogy megértsük a baktériumok gazdatestre gyakorolt teljeskörű hatásait, de ehhez azt is meg kell értenünk, hogy a baktériumok milyen feltételekkel élnek együtt és ezeket milyen tényezők befolyásolják. A bél mikrobióta komplex és dinamikus rendszer, sokrétű kapcsolatban áll a bél mikrobiális közösségei és a gazdaszervezet immunrendszerének összetevői között. Ezt egyértelműen komplex rendszerekként kell tanulmányozni, hogy megalapozott következtetéseket lehessen levonni.



1. táblázat: Baktérium nemzetségek megoszlása a 3 kísérlet során.

Törzs / osztály	Család	Nemzetség	K-1	K-2	K-3	Pooled SEM	P	FDR-P
<b>Bacteroidetes</b>	Bacteroidaceae	<i>Bacteroides</i>	53,6 <sup>a</sup>	6,9 <sup>b</sup>	6,6 <sup>b</sup>	5,599	0,000	0,000
<b>Bacteroidia</b>	Barnesiellaceae	<i>Barnesiella</i>	5,7 <sup>a</sup>	0,0 <sup>b</sup>	0,0 <sup>b</sup>	0,923	0,001	0,029
	Rikenellaceae	<i>Alistipes</i>	0,6 <sup>b</sup>	2,8 <sup>b</sup>	5,6 <sup>a</sup>	0,65	0,001	0,006
<b>Firmicutes</b>	Bacillaceae	<i>Bacillus</i>	0,1	0,9	1,1	0,167	0,042	0,071
<b>Bacilli</b>	Lactobacillaceae	<i>Lactobacillus</i>	0,6 <sup>b</sup>	10,8 <sup>a</sup>	16,0 <sup>a</sup>	1,913	0,000	0,002
	Streptococcaceae	<i>Streptococcus</i>	1,2 <sup>b</sup>	5,0 <sup>a</sup>	1,6 <sup>b</sup>	0,572	0,003	0,013
	Christensenellaceae	<i>Christensenellaceae R_7_group</i>	0,8	1,4	1,5	0,146	0,155	0,198
	Clostridiales vadin BB60 group	osztályozatlan baktérium	3,9 <sup>a</sup>	0,5 <sup>b</sup>	1,1 <sup>b</sup>	0,383	0,000	0,000
	Lachnospiraceae	<i>Ruminococcus torques_group</i>	0,8	2,1	1,9	0,281	0,146	0,192
	Lachnospiraceae	<i>Blautia</i>	0,2	3,0	2,0	0,403	0,012	0,032
	Lachnospiraceae	<i>Sellimonas</i>	0,2 <sup>b</sup>	1,1 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>	0,156	0,022	0,050
	Lachnospiraceae	<i>CHKCI001</i>	0,1	4,5	2,8	0,759	0,007	0,102
<b>Firmicutes</b>	Peptostreptococcaceae	<i>Romboutsia</i>	0,3 <sup>b</sup>	5,2 <sup>a</sup>	4,9 <sup>a</sup>	0,641	0,000	0,002
<b>Clostridia</b>	Ruminococcaceae	<i>Ruminococcaceae UCG_014</i>	3,4	3,4	4,5	0,297	0,222	0,269
	Ruminococcaceae	<i>Faecalibacterium</i>	2,1 <sup>b</sup>	8,2 <sup>a</sup>	6,0 <sup>a</sup>	0,803	0,003	0,012
	Ruminococcaceae	<i>Ruminococcaceae UCG_005</i>	1,2	4,7	3,3	0,59	0,065	0,100
	Ruminococcaceae	<i>Ruminiclostridium_5</i>	0,3 <sup>c</sup>	1,1 <sup>a</sup>	0,7 <sup>b</sup>	0,009	0,000	0,000
	Ruminococcaceae	<i>Butyricoccus</i>	0,3	2,0	1,3	0,316	0,119	0,164
	Ruminococcaceae	<i>Subdoligranulum</i>	0,2 <sup>c</sup>	2,8 <sup>a</sup>	1,1 <sup>b</sup>	0,295	0,000	0,000
	Ruminococcaceae	<i>Ruminococcaceae UCG_008</i>	0,1 <sup>b</sup>	1,1 <sup>a</sup>	2,2 <sup>a</sup>	0,309	0,012	0,032
	Erysipelotrichaceae	<i>Turicibacter</i>	0,3 <sup>b</sup>	3,1 <sup>a</sup>	3,0 <sup>a</sup>	0,413	0,002	0,009
<b>Firmicutes</b>	Erysipelotrichaceae	<i>Erysipelatoclostridium</i>	0,1	2,6	2,1	0,345	0,003	0,013
<b>Erysipelotrichia</b>	Erysipelotrichaceae	osztályozatlan	3,5 <sup>a</sup>	1,5 <sup>b</sup>	2,1 <sup>b</sup>	0,278	0,008	0,025
<b>Proteobacteria</b>								
<b>Gammaproteobacteria</b>	Enterobacteriaceae	<i>Escherichia-Shigella</i>	1,0 <sup>a</sup>	0,2 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>	0,143	0,023	0,050
<b>Verrucomicrobia</b>								
<b>Verrucomicrobiae</b>	Akkermansiaceae	<i>Akkermansia</i>	2,2	0,5	0,6	0,573	0,486	0,518
		Nem besorolt	10,0 <sup>b</sup>	17,1 <sup>a</sup>	16,6 <sup>a</sup>	1,016	0,003	0,011
		Más nemzetségek	7,1	7,5	10,1			

Azonos sorban feltüntetett, különböző betűjelekkel (a,b) ellátott értékek szignifikánsan különböznek ( $P < 0,05$ ). A csoportok (kísérletek) közötti eltéréseket ANOVA, Tukey Post Hoc teszttel elemeztük. SEM: Standard Error of Mean - minta standard hibája. FDR- (False Discovery Rate) - Hamis Felfedezési Arány. K - Kísérlet.

## Köszönetnyilvánítás

A kutatás az Európai Unió és a Magyar Kormány támogatásával az Európai Regionális Fejlesztési Alap és a Széchenyi 2020 program társfinanszírozási konstrukciójában a GINOP-2.3.2-15-2016-00054 azonosító számú projekt keretében valósult meg.

## 5. Felhasznált irodalom

- Aviagen* (2018): Ross Brioler Management Handbook; Huntsville, Usa.
- Awad, W. A. – Mann, E. – Dzieciol, M. – Hess, C. – Schmitz-Esser, S. – Wagner, M. – Hess, M.* (2016): Age-Related Differences In The Luminal And Mucosa-Associated Gut Microbiome Of Broiler Chickens And Shifts Associated With *Campylobacter* Jejuni Infection. *Frontiers In Cellular And Infection Microbiology* 6 (Nov). Doi: 10.3389/Fcimb.2016.00154.
- Bolyen, E. – Rideout, J. R. – Dillon, M.R. – Bokulich, N. A. – Abnet, C.C. – Al-Ghalith, G. A. – Alexander, H. – Alm, E.J. – Arumugam, M. – Asnicar, F. – Et Al.* (2019): Reproducible, Interactive, Scalable And Extensible Microbiome Data Science Using Qiime 2. *Nat. Biotechnol.*, 37, 852–857.
- Brisbin, J. T. – Gong, J. – Sharif, S.* (2008): Interactions Between Commensal Bacteria And The Gut-Associated Immune System Of The Chicken. *Anim. Health Res. Rev.*, 9, 101–110.
- Chong, J. – Liu, P. – Zhou, G. – Xia, J.* (2020): Using Microbiomeanalyst For Comprehensive Statistical, Functional, And Meta-Analysis Of Microbiome Data. *Nat. Protoc.*, 15, 799–821.
- Dhariwal, A. – Chong, J. – Habib, S. – King, I.L. – Agellon, L.B. – Xia, J.* (2017): Microbiomeanalyst: A Web-Based Tool For Comprehensive Statistical, Visual And Meta-Analysis Of Microbiome Data. *Nucleic Acids Research* 45 (W1), Pp. W180–W188. Doi: 10.1093/Nar/Gkx295.
- Klindworth, A. – Pruesse, E. – Schweer, T. – Peplies, J. – Quast, C. – Horn, M. – Glöckner, F. O.* (2013): Evaluation Of General 16s Ribosomal Rna Gene Pcr Primers For Classical And Next-Generation Sequencing-Based Diversity Studies. *Nucleic Acids Res.*, 41, Doi:10.1093/Nar/Gks808.
- Kohl, K. D.* (2012): Diversity And Function Of The Avian Gut Microbiota. *J. Comp. Physiol.*, B182, 591–602.
- Mohd Shaufi, M. A. – Siew, C. C. – Chong, C. W. – Gan, H. M. – Ho, Y. W.* (2015): Deciphering Chicken Gut Microbial Dynamics Based On High-Throughput 16s rRNA Metagenomics Analyses. *Gut Pathog.*, 7, 4.
- Molnár, A. – Such, N. – Farkas, V. – Pál, L. – Menyhárt, L. – Wágner, L. – Husvéth, F. – Dublec, K.* (2020): Effects Of Wheat Bran And *Clostridium Butyricum* Supplementation On Cecal Microbiota, Short-Chain Fatty Acid Concentration, Ph And Histomorphometry In Broiler Chickens. *Animals (Basel)*, Nov 27;10(12):2230. Doi: 10.3390/Ani10122230.
- Nordentoft, S. – Mølbak, L. – Bjerrum, L. – De Vlyder, J. – Van Immerseel, F. – Pedersen, K.* (2011): The influence of the cage system and colonisation of *Salmonella* Enteritidis on the microbial gut flora of laying hens studied by T-RFLP and 454 pyrosequencing. *BMC Microbiology* 11. doi: 10.1186/1471-2180-11-187.
- Oakley, B.B. – Buhr, R.J. – Ritz, C.W. – Kiepper, B.H. – Berrang, M.E. – Seal, B.S. – Cox, N. A.* (2014). Successional Changes In The Chicken Cecal Microbiome During 42 Days Of Growth Are Independent Of Organic Acid Feed Additives. *Bmc Veterinary Research* 10(1). Doi: 10.1186/S12917-014-0282-8.
- Quast, C. – Pruesse, E. – Yilmaz, P. – Gerken, J. – Schweer, T. – Yarza, P. – Peplies, J. – Glöckner, F. O.* (2013): The Silva Ribosomal RNA Gene Database Project: Improved Data Processing And Web-Based Tools. *Nucleic Acids Res.* 2013, 41, D590–D596, Doi:10.1093/Nar/Gks1219.
- Rychlik, I.* (2020): Composition and Function of Chicken Gut Microbiota. *Anim. an open access J. from MDPI* 2020, 10, doi:10.3390/ani10010103.
- Salanitro, J. P. – Fairchild, I. G. – Zgornicki, Y. D.* (1974): Isolation, culture characteristics, and identification of anaerobic bacteria from the chicken cecum. *Appl Microbiol.*; 27, 678–87.
- Stanley, D. – Hughes, R. J. – Moore, R. J.* (2014): Microbiota of the chicken gastrointestinal tract: influence on health, productivity and disease. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 98, 4301–10, doi:10.1007/s00253-014-5646-2.
- Vázquez-Baeza, Y. – Pirrung, M. – Gonzalez, A. – Knight, R.* (2013). Emperor: A Tool For Visualizing High-Throughput Microbial Community Data. Available At. <http://www.gigasciencejournal.com/content/2/1/16>.
- Witzig, M. – Da Silva, A. C. – Engert, R. G. – Hoelzle, K. – Zeller, E. – Seifert, J. – Hoelzle, L. E. – Rodehutschord, M.* (2015): Spatial Variation of the Gut Microbiota in Broiler Chickens as Affected by Dietary Available Phosphorus and Assessed by T-RFLP Analysis and 454 Pyrosequencing. *PLoS One*, 10, doi:10.1371/JOURNAL.PONE.0143442.
- Xiao, Y. – Xiang, Y. – Zhou, W. – Chen, J. – Li, K. – Yang, H.* (2017): Microbial Community Mapping In Intestinal Tract Of Broiler Chicken. *Poult. Sci.* 2017, 96, 1387–1393.
- Yeoman, C. – Chia, N. – Jeraldo, P. – Sipos, M. – Goldenfeld, N. – White, B.* (2012): The microbiome of the chicken gastrointestinal tract. *Animal Health Research Reviews*, 13(1), 89–99.

## **Különböző genotípusú tojótyúkok viselkedési mintázatainak vizsgálata kaparóteret és műanyag rácspadozatot tartalmazó fülkés tartásmódban**

Farkas Tamás Péter – Musincki Dominika – Sütő Zoltán – Szász Sándor

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok Intézet, Precíziós Állattenyésztési és Állattenyésztési Biotechnika Tanszék*

farkas.tamas.peter@uni-mate.hu

### **Összefoglalás**

A vizsgálatot a MATE Kaposvári Campus Baromfi Tesztelepén végeztük a Bábolna TETRA Kft. három különböző genotípusával [Kereskedelmi hibrid (K); tiszta vonalú anyai ivadékcsoport (Anyai); tiszta vonalú apai ivadékcsoport (Apai)]. N = 159; n = 53 db/genotípus. A 3 db 5,68 m<sup>2</sup> alapterületű alternatív fülkébe fülkénként 53 db, 19 hetes csőrkurttalan jércét helyeztünk el. A fülkék alapterületének 1/3-a forgáccsal almolt kaparótér, 2/3-a műanyag rácspadozat volt. Napi 16 órás megvilágítást alkalmaztunk (5:00-21:00). A kaparótérben egy önetető, környezetgazdagításként egy csőrkoportató anyagtómb, műanyagrács padozaton egy önetető és egy önitató volt elhelyezve. A tojófészkekre (2 szinten, 14 db) és az ülőrudakra a műanyagrács padozatról juthattak az állatok. A 6 fülke fölé infravörös kamerát szereltünk, és a vizsgálati napon 24 órás felvételeket (96 alkalommal/fülke) készítettünk. Az állomány videomegfigyelése a 25. élethétén történt. A megfigyeltük a tojótyúkok fülkerészek közötti elhelyezkedését és evési, ivási, pihenési, kapirgálási és pihenési (komfort) viselkedését. Eredményeinkben a tyúkok a világos periódus 60%-át töltötték pihenéssel, 20%-át kapirgálással, 7%-át evéssel. A világos periódusban mindhárom genotípus a kaparótéren helyezkedett el nagyobb arányban a műanyag rácspadozattal szemben, míg a sötét periódusban a Kereskedelmi (90%) és Apai (75-80%) genotípus a műanyag rácspadozatot részesítették előnyben. 8 órára tehető az evési viselkedés kezdete, amely a Kereskedelmi hibrid esetében tartott a legrövidebb ideig (4 óra). Az ivási viselkedés a világos periódus teljes szakaszában megnyilvánult, átlagosan 3% körüli értékben. Az evés befejeztével minden genotípusnál megemelkedett a kapirgálás részaránya, azonban a Kereskedelmi hibrid és az Apai genotípus esetében szemmel láthatóan csökkent annak intenzitása az evési viselkedés ideje alatt. Az anyai vonal kapirgálási aktivitása 10-20%, míg a Kereskedelmi hibrideknél 10-40% között változott. A tyúkok 17 óra után használták nagyobb arányban a csőrkoportató anyagot, ugyanakkor a Kereskedelmi és Apai genotípus a vizsgált időszak elején és végén is jelentős aktivitást mutatott. A hibridek maximum 4%-a, míg az Anyai vonal akár 8%-a is foglalkozott egyidőben a csőrkoportató anyaggal. A fészkelési viselkedés a Kereskedelmi hibridnél fordult elő a leghosszabb ideig (14 óra), az Anyai állomány használta a legnagyobb sűrűségben a fészkelőhelyeket (4%, max. 14%). A vizsgálati eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a környezet gazdagítása egyértelműen meghatározza a tojótyúkok viselkedési repertoárját és biztosítja a természetszerű viselkedési mintázatok kifejeződésének lehetőségét.

### **1. Bevezetés és irodalmi áttekintés**

A tojótyúkok tartásban is bevezetésre fognak kerülni az alternatív tartástechnológiák (Farkas és mtsai, 2021), ahol nagyobb alapterületen, ingergazdagabb területen a tojótyúkok jobban kiélhetik a fajra jellemző viselkedési repertoárokat (Bracke és Hopster, 2006; Lay és mtsai, 2011).

Az Európai Tanács (1999) az 1999/74/EK irányelvében lefektette, hogy 2012. január 1-jei hatállyal betiltják a tojótyúkok fel nem javított ketreces rendszerben történő tartását. Az állatjóléti előírások bevezetése miatt 2009 és 2012 között a ketreces tartás aránya folyamatosan csökkent az unióban, és nőtt az alternatív tartásmódok aránya. 2016-ban az EU tojótyúköllományának 44%-a már valamilyen alternatív (mélyalmos, szabadtartás, ökológiai) tartásmódban termelt (Szabó, 2017). És ez a tendencia folytatódni fog a jövőben.

Egy másik kihívás, amivel az európai tojástermelők szembenéznek az az, hogy alternatív tartástechnológiák bevezetésével egy időben betiltásra fog kerülni a több évtizede a kannibalizmus visszaszorítása érdekében sikerrel alkalmazott csőr-kurtítás (*Zomborszky és mtsai, 2018*).

Széles körben alkalmazott eljárás, hogy az alternatív tartástechnológiában a tojótyúkoknak mélyalmolt területet is biztosítanak, ahol lehetővé válik a kapirgálás és a porfürdőzés is egyaránt (*Jones, 1982*). Ha van alom, azt a tyúkok előnyben részesítik és széles körben használják kapirgálás mellett csipegetésre (*Gunnarsson és mtsai, 2000; Hartcher és mtsai, 2015*). Az alapterület fennmaradó részét pedig műanyagrács padozattal szokták burkolni, ami egy higiénikus megoldás és kényelmesebb is mint a drótrács padozat.

A felsorolt folyamatok, előírások, eljárások és technológiai elemek együttesen kihívás elé állítják az EU árutojástermelését, melyre előremutató válaszokat, megoldást kell adnunk.

## 2. Anyag és módszer

A vizsgálatot a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus Tan- és Kísérleti Üzem Baromfi Teszttelepén végeztük. A három különböző genotípusú tojótyúk állományt [ $a_1$  = Kereskedelmi hibrid (K);  $a_2$  = tiszta vonalú anyai ivadékcsoport (Anyai);  $a_3$  = tiszta vonalú apai ivadékcsoport (Apai)] a Bábolna TETRA Kft. biztosította. A beállított egyedszámok:  $N = 159$ ;  $n = 53$  db/genotípus; 53 db/fülke.

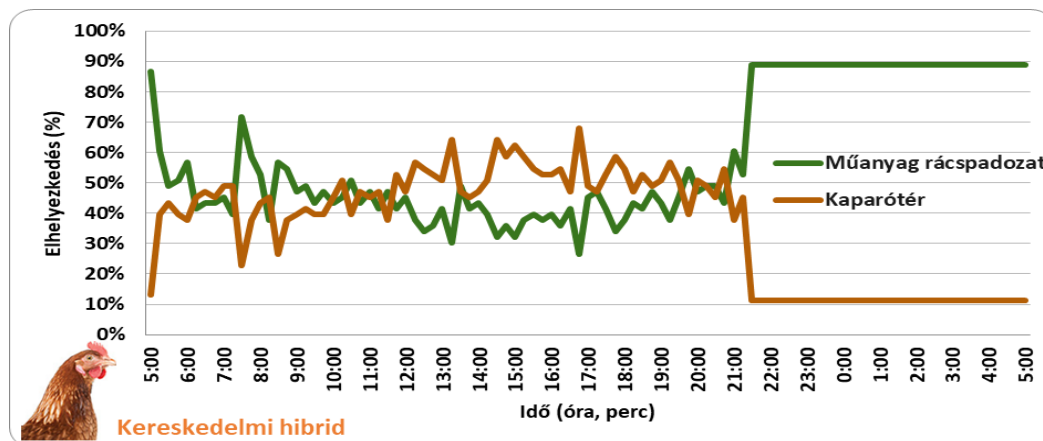
A 3 db 5,68 m<sup>2</sup> alapterületű alternatív fülkébe fülkénként 53 db, 19 hetes jércét helyeztünk el (1072 cm<sup>2</sup>/tyúk). A fülkék alapterületének 1/3-a pormentes puhafa forgáccsal almolt kaparótér (10 cm vastagságban), a fennmaradó 2/3 résznyi terület megemelt szintű (24 cm-re a kaparótér aljától), műanyag ráccspadozat volt (lyukméret: 4,2 x 2,3 cm; rácsszélesség: széles 2,7 cm; rácsszélesség keskeny: 0,8 cm). Az istállóban a vizsgálat időtartama alatt általában 15-18°C-os hőmérséklet volt. Napi 16 órás megvilágítást alkalmaztunk (5:00-21:00), 30 LUX fényerősséggel. **A faforgáccsal almolt kaparótérben** volt elhelyezve egy függesztett kézi feltöltésű önetető, melyből az állatok *ad libitum* fogyaszthatták a kereskedelmi forgalomban kapható tojótápot. Továbbá egy környezetgazdagításként használt csőr-koptató anyag tömböt is befüggesztettünk az állatok hátmagasságában. **A műanyagrács padozaton** egy önetető és egy függesztett nyíltvíztükrű pisztolyszepes önitató volt.

A 6 fülke fölé infravörös (éjjel is látó) kamerát (GeoVision Target H.265 4,0 Mpixel kültéri IP Eyeball dóm kamera) szereltünk, és egy speciális program (GeoVision GV-NVR System) segítségével az adott vizsgálati napon 24 órás felvételeket készítettünk a 25. élethéten. A vizsgálati napon fülkénként 96 alkalommal (negyedóránként) figyeltük meg a tojótyúkok adott fülkerészek közti elhelyezkedését és viselkedését.

A megfigyelések során megkülönböztettük a tojófészkekben, az ülőrudakon, a műanyagrács padozaton, illetve a mélyalmos kaparótérben történő tartózkodás arányát. A tartózkodási adatok mellett feljegyeztük, hogy a tojótyúkok az adott fülkerészben milyen viselkedést végeztek. Ezek alapján elkülönítettünk: evést (etetőkből); **kapirgálást** (a kaparótérben a lábak és a csőr segítségével végzett tevékenység); **ivást**; **pihenési viselkedést** (egyéb komfortviselkedési mintázatok is ide sorolva: tolláskodás, porfürdőzés, nyújtózkodás); **csőr-koptató anyag használat** (környezetgazdagító elem használat); **fészkelési viselkedés** (fészkekben tartózkodás); **ülőrúdhasználat** (felgallyazás, fészekhasználat előtti várakozás)

### 3. Eredmények és értékelésük

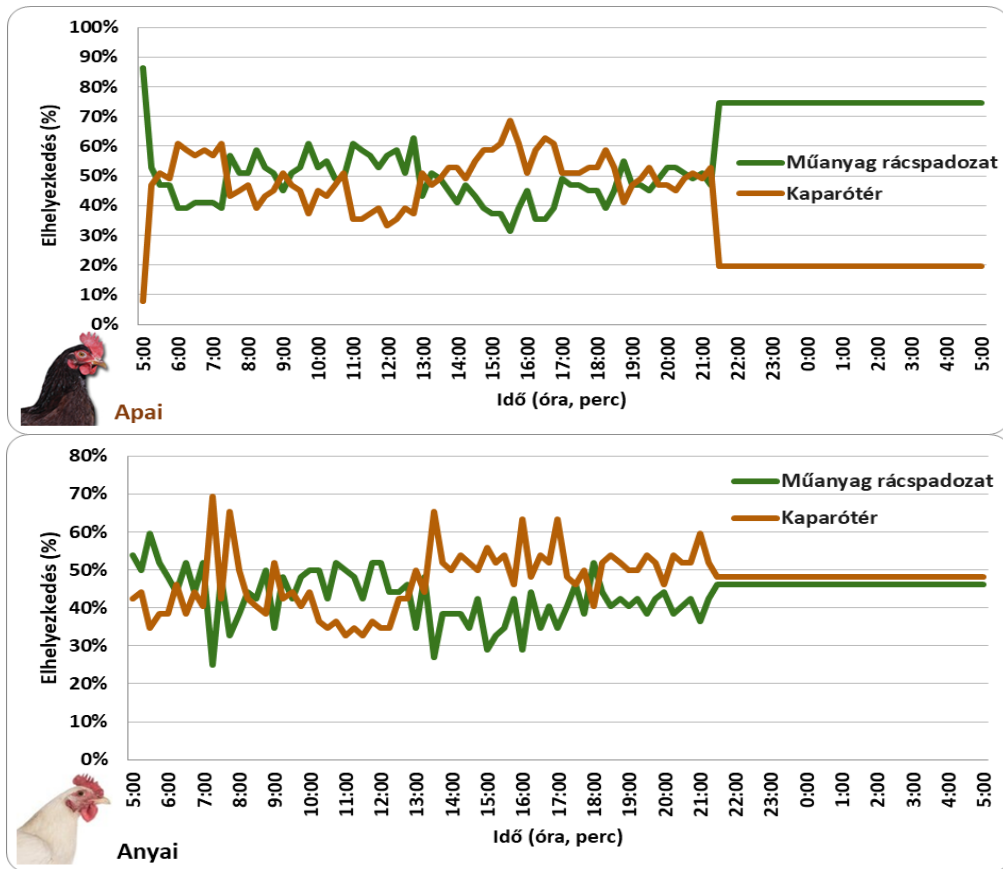
A vizsgált genotípusok a nap első szakaszában nagyobb arányban részesítették előnyben a műanyag rácspadozatot, ahol etetők és itatók kerültek kialakításra, majd a nap második szakaszában már inkább a kaparótéren helyezkedtek el, ahol további etetők, valamint a csőrkoptató anyag volt megtalálható. Ennek kifejeződése szemmel jól látható a Kereskedelmi hibridek esetében, ahol délelőtt 11 óra környékén fordult meg ez az arány (1. ábra).



1. ábra: A műanyag rácspadozaton és a kaparótérben elhelyezkedő *Kereskedelmi hibrid* tojótyúk aránya

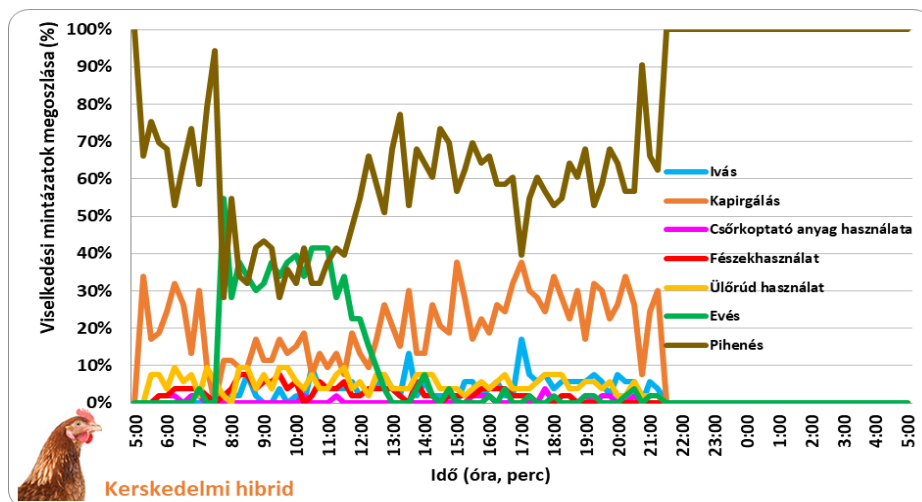
Az Apai és az Anyai vonal délután 13 óra táján tértek át a kaparótérre, viszont itt már kisebb-nagyobb kilengések tapasztalhatók a kora reggeli időszakban, amikor 1-2 órás időközökben az állatok közel 60-70%-a is megtalálható volt a kaparótéren (2., 3. ábra). Szorosabb összefüggés fedezhető fel a Kereskedelmi hibrid (1. ábra), illetve az Anyai genotípus esetében (3. ábra), ahol délelőtt 7 és 9 óra között, valamint délután 13 és 18 óra között körülbelül 70%-os kiemelkedés történt a százalékos elhelyezkedésben, majd a nap további részében ennél alacsonyabb arányt képviseltek. A nap második felében tapasztalható 60-70%-os csúcs az összes vizsgált genotípusban a kaparótérben volt megfigyelhető. Az eredményekből kijelenthető, hogy összességében jobban szerettek tartózkodni a tojótyúk a változatos viselkedéseket lehetővé tevő kaparótérben. Érdekes, hogy a sötét periódust tekintve, a Kereskedelmi genotípus és az Apai vonal nagyon nagy hasonlóságot mutatnak egymással, ugyanis az előbbi 90%-a az utóbbi 75-80%-a a műanyagrács padozaton éjszakázik, szemben az anyai genotípussal, amelynél több egyed éjszakázott a kaparótérben, mint a műanyagrács padozaton. A Kereskedelmi genotípus és az Apai vonal úgy látszik éjszakázáshoz előnyben részesíti a magasabban elhelyezkedő műanyagrács padozatot, mely magasabb éjszakázó helyek keresése jól ismert az irodalomból (Appleby és mtsai, 2004).

Az alapvető szükségletek kielégítésére irányuló viselkedési formák, mint az evés, ivás és fészekhasználat vonatkozásában egy viszonylag egységes mintázat mutatkozik meg, amelyek ritmusa hatással van a "másodlagos" igény kielégítéséhez kapcsolódó pihenésre, kapirgálásra, valamint az ülőrúd és csőrkoptató anyag használatára (4., 5., 6. ábra). Az adatgyűjtés a tyúkok aktív óráiban történt, ahol a pihenés (és komfort magatartásformák), az evés és kapirgálás képezték az állomány viselkedési repertoárjának legnagyobb százalékát. Az állatok a pihenéssel összefüggésbe hozható viselkedésekkel töltötték el aktív napjuk legnagyobb hányadát, átlagosan a nap 60%-ára tehető ez az érték. Mindhárom genotípus esetében markáns emelkedés volt tapasztalható reggel 8 órakor az evési viselkedésben, amely annak következménye, hogy az etetőket ebben az időpontban töltik fel (4., 5., 6. ábra).



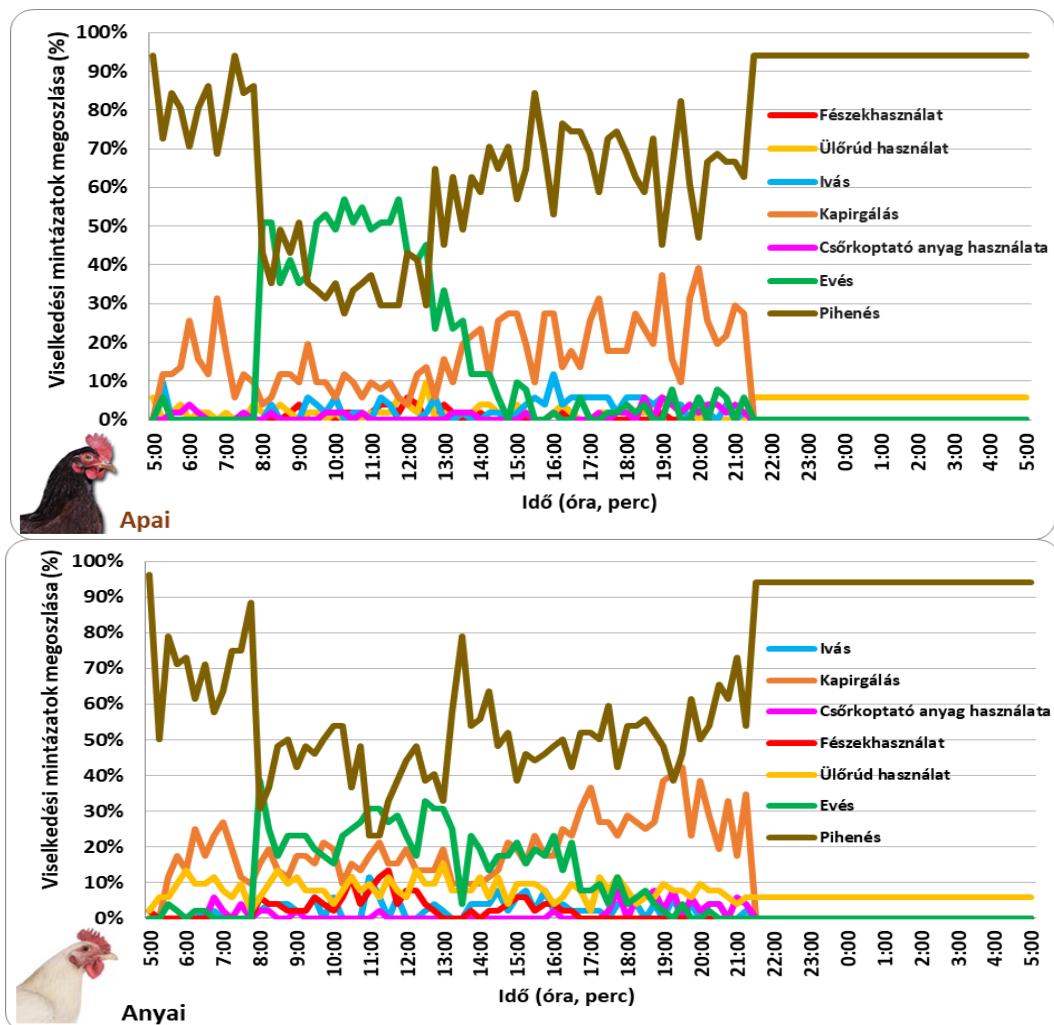
2–3. ábra: A műanyag rácspadozaton és a kaparótérben elhelyezkedő Apai és Anyai genotípusú tojótyúkok aránya

A takarmánymennyiség kimerülésével az egyes genotípusok esetében változó ütemben, de a nap hátralevő részében csökkent az evés intenzitása.



4. ábra: A tojótyúkok különböző viselkedési mintázatainak megoszlása a nap folyamán az Kereskedelmi hibrid esetében

A tyúkok aktív napjuk 20%-át töltötték kapirgálással, míg evéssel az aktív napjuk mindössze 7%-át. Ez egybeesik *Dawkins* (1989) észrevételeivel, hogy a táplálkozási viselkedés fontos eleme a takarmány keresése, valamint *Gibson és mtsai* (1988) vizsgálatait is megerősíti, miszerint a kapirgálás és csipegetés a napnak akár 7-25%-át is kiteheti.



5–6. ábra: A tojótyúkok különböző viselkedési mintázatainak megoszlása a nap folyamán az Apai, és az Anyai genotípus esetében

#### 4. Következtetések, javaslatok

A vizsgált összes genotípus egyaránt kihasználta a műanyag rácspadozat és a kaparótér által biztosított lehetőségeket. A viselkedésekben napi mintázat rajzolódott ki, melyben azonban egyértelmű különbségeket is észleltünk az egyes genotípusok között. Nyilvánvalóvá vált, hogy az egyes viselkedési mintázatok hatással vannak egymás kifejeződésére, valamint hogy minden padozattípuson a pihenés (60%), a kapirgálás (20%) és az evés (7%) képezte az aktív nap legnagyobb százalékát. Eltéréseket fedeztünk fel az evési viselkedés tekintetében, amit a Kereskedelmi genotípus folytatott a legrövidebb időintervallumban (4 óra), az Apai (7 óra) és Anyai (9 óra) genotípushoz képest. Az állatjólét oldaláról megközelítve javasolt lehet az alternatív tartástechnológiákban a kaparótér területének megnövelése, addig a mértékig, ami még nem rontja a termelés gazdaságosságát. Az állatok megközelítően 1%-a használta a csőr-

koptató anyagot. Az ülőrudak a felgallyazás természet szerű kifejeződésének megnyilvánulását is lehetővé tették, használatuk tekintetében a Kereskedelmi hibrid értékei (5%) az Apai (2%) és Anyai (8%) genotípus között helyezkedett el az aktív nap folyamán. Mindenképpen javasolt az általános tartástechnológiai elemeken túl a környezetgazdagító elemek alkalmazása. A genotípusok közötti viselkedésszerű különbségekből következően indokolt lehet a jövőben egy adott tartástechnológiára egy adott genotípus tartását javasolni.

## 5. Felhasznált irodalom

- Appleby, M. C. – Mench J. A. – Hughes B. O.* (2004): Poultry behaviour and welfare. CABI publishing, division of CAB International, Cambridge. 2., 30–67.
- Bracke M.B.M. – Hopster H.* (2006): Assessing the importance of natural behavior for animal welfare. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 19(1), 77–89.
- Dawkins, M.S.* (1989): Time budgets in Red Jungle Fowl as a basis for the assessment of welfare in domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 24, 70–77.
- European Communities Council Directive* of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens (1999/74/EC) (*Official Journal of the European Communities*, 3. 8. 1999, L 203/53)
- Farkas, T.P. – Orbán, A. – Szász, S. – Rapai, A. – Garamvölgyi, E. – Sütő, Z.* (2021): Examination of the Usage of a New Beak-Abrasive Material in Different Laying Hen Genotypes (Preliminary Results). *Agriculture*, 11, 947. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100947>
- Gibson, S.W. – Dun, P. – Hughes, B.O.* (1988): The performance and behaviour of laying fowls in a covered strawyard system. *Research and Development in Agriculture* 5, 153–163.
- Gunnarson, S. – Matthews, L. – Foster, T. – Temple, W.* (2000): The demand for straw and feathers as litter substrates by laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 65, 321–330.
- Hartcher, K.M. – Tran, K.T.N. – Wilkinson, S.J. – Hemsforth, P.H. – Thomson, P.C. – Cronin, G.M.* (2015): The effects of environmental enrichment and beak-trimming during the rearing period on subsequent feather damage due to feather-pecking in laying hens. *Poultry Science*, 94, 852–859.
- Jones, R.B.* (1982): Effects of early environmental enrichment upon open-field behavior and timidity in the domestic chick. *Development Psychology*, 15(2), 105–111.
- Lay, D. C. – Fulton, R. M. – Hester, P. Y. – Karcher, D. M. – Kjaer, J. B. – Mench, J. – Mullens, B. A. – Newberry, R. C. – Nicol, C. J. – O'sullivan, N. P. – Porter, R. E.* (2011): Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science*, 90, 278–294.
- Szabó, V.* (2017): A feljavított ketreces és az alternatív tojótyúktartás természetes hatékonysági mutatói. *Journal of Central European Green Innovation*, 103–104.
- Zomborszky Z. – Budai Z. – Milisits G. – Szász S. – Farkas T. P. – Ujváriné J. – Horn P. – Sütő Z.* (2018): Eltérő genetikai háttérű, tojó típusú, csőr-kurtítatlan jérce állomány nevelés alatti és tojóházi kiesésének elemző vizsgálata, különös tekintettel az agresszióra. In: Proc.: SÜTŐ Z. (szerk.) XXI. Kaposvári Baromfitenyésztési Szimpózium, pp. 78–87. 10.p.



## Különböző tartásmódok hatásának vizsgálata tojóhibridek és tisztavérű tyúkvonalak kültakarójára

Farkas Tamás Péter – Erős Angéla – Sütő Zoltán – Garamvölgyi Erik –  
Kustosné Pöcze Olga – Ujvári Lajosné – Szász Sándor

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok  
Intézet, Precíziós Állattenyésztési és Állattenyésztési Biotechnika Tanszék*  
farkas.tamas.peter@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A megfigyelések a Bábolna TETRA Kft. által biztosított három különböző genotípussal [Kereskedelmi hibrid (K) (n = 301); tiszta vonalú anyai ivadékcsoport (Anyai) (n = 282); tiszta vonalú apai ivadékcsoport (Apai) (n = 526)] történtek. Az egyedileg szárnyszámozott, nem kurtított csőrű tyúkokat 19 hetesen telepítettük be a zárt, intenzív, ablaktalan tojóházba. Egy légtérben volt a három különböző tartástechnológia: EU-kompatibilis berendezett ketrec (10 tyúk/ketrec); hagyományos ketrec (6 tyúk/ketrec) és az alternatív fülkés tartásmód (53 tyúk/fülke). A tojótyúkok tollazatának állapotát 30, 60 és 72 élethetes korokban vizsgáltuk. A tyúkok tollazatának állapotát egy referenciatablázat alapján: a fej, a nyak, a hát, a farok, a kloáka tájék, a nyeregtájék, a mell, a szárny és a farok területén minősítettük. A különböző testrészek tollazati pontjainak összesítésével tyúkonként egy teljes tollazatpontot számítottunk ki, amely 9-36 között változhatott. Megállapítottuk, hogy a tollazat állapota a kor előre haladtával romlik, a toll kopik, elhasználódik. A volieres, alternatív fülke tejesített legjobban, valamennyi vizsgált esetben, a hagyományos ketreces tartásban tartott állatok eredményei voltak a legrosszabbak. A volieres tartásmód kedvező eredményének az oka, az alomanyag jelenléte. Az alternatív fülkés tartástechnológiába beoláztott állományok adták a legkedvezőbb, a hagyományos ketreces tartásban mutatták a leggyengébb tollstátusz eredményeket mindhárom genotípus esetében. Megállapítottuk, hogy a legtöbb tollsérülés, tollkopás a szárnyon keletkezett (42%-os arány) inkább a hagyományos ketrecben tartott állatok esetében, ezt az arányt követte a nyak (38%), a kormánytollak (37,5%) és a háttollazat (29,5%).

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A madarak kültakarójának egy jellegzetes és kizárólag erre a rendszertani osztályra jellemző eleme a tollazat (*Fábián és mtsai*, 1977). A madártest tollal való fedettségének mértéke és a tollazat állapota nagyban meghatározza a madár közérzetét és esztétikai állapotát. Mindeközben támpontokat nyújt az adott egyed egészségi státuszáról is.

A toll kifejlődése után élettelen képződménnyé válik és megkezdődik a kopása, elhasználódása. Ezt a folyamatot a baromfitartásban a különböző technológiai elemek elősegítik (*Heerrens és mtsai*, 2015). Hatásosan hozzájárulnak a tollak elhasználódásához, sőt egyes testtájak lekopaszodásához. A tollazat károsodását és funkcióvesztését, nem csak az említett technológiai elemek okozhatják, hanem maguk a fajtársak is, jószándékú, érdeklődő csipkedésükkel vagy a menekülési reakciók során, az egymásra ugrálással. Ugyanakkor a tollcsipkedés rossz tulajdonsággá is válhat, a tollak kihúzásán túl, tollevésben, a tollatlanná vált bőrfelületek csipkedésében, a másik egyed megsebesítésébe és végezetül kannibalizmusba is torkolhat (*De Haas*, 2014).

A ma kereskedelmi forgalomban lévő tojóhibrid genotípusok egy részét olyan időszakban nemesítették, amikor a tenyésztővállalatoknak nem kellett arra ügyelniük, hogy a tyúkok milyen vérmérséklettel rendelkeznek, genetikailag determináltan hordoznak-e olyan káros tulajdonságokat (pl. agresszivitás, tollcsipkedési fogékonyság, kannibál hajlam) amelyek az aktuá-

lis tyúktartási trendekben nem engedhetők meg (*Anderson és Adams, 1994; Niebuhr és mtsai 2006; Rodenburg és mtsai, 2013; Milisits és mtsai, 2021*). Ezeket az új irányzatokat a ketrecmentes tartás, a szabadtartásos elhelyezés és a csőrakortítás mellőzése jellemzik. Holott eredetileg a tollcsipkedés és a kanibalizmus csökkentése érdekében alkalmazzák a csőrakortítást (*Damme, 1999; Spindler és mtsai, 2016*). Ezekben a tartástechnológiákban a rossz szokások megjelenése különösen jelentős állategészségügyi és ökonómiai kockázatot jelent.

Ezeknek a kockázatoknak a mérséklése érdekében a világvezető tyúktenyésztő vállalatai egymás után kezdtek az új elvárásoknak megfelelő nyugodt vérmérsékletű és jámborabb természetű tojóhibridek kitenyésztésébe.

A tenyésztői munka alapját a tisztavérű anyai és apai pedigre vonalak szelekciója adja, amelyek azután óriási számú utód előállításáért felelősek, ennek okán kell ezen a szinten kiszűrni a tenyésztő számára káros tulajdonságokat hordozó egyedeket. A Bábolna TETRA Kft. és a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus (továbbiakban MATE KC) közötti együttműködés keretében egy ilyen jellegű kutatási témába kapcsolódunk be. A vérmérséklet megítélése történhet géntérképezéssel, etológiai vizsgálatok útján és a tyúk tollazatának vizsgálatával a termelése során.

Ezek alapján világos, hogy az állományok státuszának nyomon követésére lehetőséget adhat, a tollazat állapotának vizsgálata, az úgynevezett tollbonítálás. Azoknál a tojó típusú szülőpár és végtermék állományoknál, amelyeknek a vizsgálataiban részt tudtam venni, mi is ezt tettük a nyújtott tojástermelési időszak alatt három alkalommal.

Az elmondottak alapján vizsgálataink során a következő kérdésekre kerestük a választ:

A különböző tartásmódoknak van-e hatása a tojótyúkok kültakarójának az állapotára? A termelésben eltöltött idő előre haladtával változik-e a tyúkok tollazatának állapota? Amennyiben igen, milyen irányba és milyen mértékben? Van-e különbség az egyes genotípusok között a kültakaró állapotában a kiválasztott vizsgálati időpontokban?

## 2. Anyag és módszer

A vizsgálatot a MATE KC Tan- és Kísérleti Üzem Baromfi Teszttelepén végeztük, a Bábolna TETRA Kft. által biztosított három különböző genotípusú tojótyúk állománnyal [ $a_1$  = Kereskedelmi hibrid (K) ( $n = 301$ );  $a_2$  = tiszta vonalú anyai ivadékcsoport (Anyai) ( $n = 282$ );  $a_3$  = tiszta vonalú apai ivadékcsoport (Apai) ( $n = 526$ ). Az egyedileg szárnyszámmal jelölt tojótyúkokat 19 hetesen telepítettük be a zárt, intenzív ablaktalan tojóházba. Egy légtérben volt elhelyezve a három különböző tartástechnológia: EU-kompatibilis, KOVOBEL SKNO-/30-60/ECS típusú berendezett ketrec (10 tyúk/ketrec,  $756 \text{ cm}^2/\text{tyúk}$ ); hagyományos ketrec (6 tyúk/ketrec,  $630 \text{ cm}^2/\text{tyúk}$ ) és az alternatív mélyalom + rácspadló fülkés tartásmód (53 tyúk/fülke,  $1.042 \text{ cm}^2/\text{tyúk}$ ). A világításhoz és a takarmányozáshoz a TETRA-SL LL kereskedelembe forgalmazott tojóhibrid ajánlásait, a szülőállomány kezelési útmutatóját alkalmaztuk.

A tojótyúkok csőre nem volt kurtítva és technológia szerinti megvilágítást alkalmaztunk.

A tojótyúkok tollazatának állapotát 30, 60 és 72 élethetes korban kilenc különböző testrészben ellenőriztük: fej, nyak, hát, farok, kloáka tájék, nyeregtájék, mell és szárny a *Tauson és mtsai (1984)* nyomán készült referenciatáblázat alapján. A tollazat állapotát négyes fokozatú skálán értékeltük, ahol az ép tollazatért négy pontot, az erősen sérült és hiányos tollazatért pedig egy pontot adtunk. A különböző testrészek tollazati pontjainak összesítésével tyúkonként egy teljes tollazatpontot számítottunk ki, amely 9-36 között változhatott. A tollazat állapotának pontozását végig ugyanaz a tapasztalt pontozó szakember végezte.

A tollbonítási alkalmával kapott pontszámok vonatkozásában a különböző genotípusok, tartásmódok és a vizsgálati élethetek közti különbségek kiértékelését külön-külön egytényezős varianciaanalízissel, SPSS 10.0 programcsomag segítségével végeztük.

### 3. Eredmények és értékelésük

A különböző genotípusok kultakarója közötti különbségeket is vizsgáltuk mindegyik fentebb említett tartástechnológiában és életkorban (1. táblázat). A berendezett ketreces tartásmódban az anyai és apai genotípus tollazata között minimális különbség állapítható meg, azonban a kereskedelmi típus tollazata gyengébb eredményeket mutatott 30 hetesen.

1. táblázat: A különböző genotípusok tollazata közötti különbség az eltérő tartástechnológiákban

Életkor (hét)	Genotípusok				SE	Prob.
	Kereskedelmi	Apai	Anyai	Együttvéve		
	Berendezett ketrec					
30	35,60 <sup>a</sup>	35,80 <sup>b</sup>	35,90 <sup>b</sup>	35,78	0,021	< 0,001
60	31,07 <sup>a</sup>	31,77 <sup>b</sup>	34,00 <sup>c</sup>	32,05	0,133	< 0,001
72	30,25 <sup>a</sup>	29,64 <sup>a</sup>	33,10 <sup>b</sup>	30,34	0,172	< 0,001
	Hagyományos ketrec					
30	35,02 <sup>a</sup>	35,76 <sup>b</sup>	35,47 <sup>b</sup>	35,44	0,078	< 0,001
60	29,19 <sup>a</sup>	31,76 <sup>b</sup>	32,28 <sup>b</sup>	31,15	0,244	< 0,001
72	26,87 <sup>a</sup>	29,37 <sup>b</sup>	29,90 <sup>b</sup>	28,85	0,348	0,002
	Alternatív fülke					
30	35,75	35,71	35,71	35,73	0,032	0,844
60	33,57 <sup>b</sup>	32,51 <sup>a</sup>	34,83 <sup>c</sup>	33,60	0,147	< 0,001
72	32,21 <sup>b</sup>	30,21 <sup>a</sup>	33,95 <sup>c</sup>	31,99	0,265	< 0,001

<sup>a, b, c</sup> Az eltérő betűk a különböző genotípusok közti szignifikáns különbségeket jelölik ( $P < 0,05$ )

<sup>A, B</sup> Az eltérő betűk a különböző genotípusok közti szignifikáns különbségeket jelölik ( $P < 0,05$ )

A 60. élethetben is az anyai genotípusnak volt a legjobb a tollstátusza. Együttvéve statisztikailag igazolható mértékű csökkenést állapíthatunk meg a hetek múlásával a bonítási eredményekben.

A hagyományos ketreces tartásmódban a 30. élethetben az Anyai és az Apai genotípus között a különbség nem szignifikáns, ezzel szemben a kereskedelmi típus tollazata statisztikailag igazolhatóan alacsonyabb pontszámot kapott. A 60. és a 72. élethetben itt is, akárcsak a berendezett ketreccnél az Anyai genotípus kultakarója volt leginkább ép, de az Apai genotípus is közel azonos értékeket mutatott. A Kereskedelmi típus tollazata kapta a legalacsonyabb pontokat, és mindkét esetben statisztikailag igazolhatóan elkülönült a szülői adatoktól, mintegy 'negatív heterozist' mutatva a tollstátuszban. A 72. élethetben a különböző genotípusok tollbonítási eredménye átlagosan 29 pont alatt maradt. Ez az ép tollazathoz viszonyítva 17-25%-kal gyengébb. Az alternatív fülkés tartásmódban elhelyezett állatok a 30. heti vizsgálati alkalmat kivéve jobb eredményeket adtak, mint a másik két tartástechnológiában élő társaik. Ennek a tartásmódnak a technológiai megfelelőségét mutatja, hogy a 30. élethetben a különböző genotípusok tollazati eredményeiben szinte nem volt különbség, átlagosan mindegyik 35,71-35,75 pont közötti értéket mutatott, ez 99,2-99,3%-os, gyakorlatilag teljesen ép tollta-

karót jelent, igazolható különbség nem volt. A 60. élethétben az eredmények már olyan mértékben különböztek, hogy mind a három genotípus statisztikailag elkülönült egymástól, ahol az Anyai genotípus adta a legjobb eredményt 97,7%-ban ép tollzatával, míg az Apai vonal 90%-os eredményével volt a harmadik helyen. Ugyanez a sorrend maradt az utolsó vizsgálati alkalommal is.

A genotípus-környezet összefüggést vizsgálva *Heerkens és mtsai* (2015)-hoz hasonlóan összességében megállapítható, hogy az alternatív fülkés tartástechnológiába beolazott állományok adták a legkedvezőbb eredményeket mindhárom genotípus esetében. Az Apai genotípusról elmondható, hogy kifejezett hanyatlást lehetett megfigyelni a mutatókban, míg az Anyai genotípusnál mindenhol a legmagasabb értéket rögzíthettük. A 30. élethétben a Kereskedelmi típus minden esetben alacsonyabb pontokat kapott, mint az Anyai- és Apai genotípus. A hagyományos ketreces tartásban mutatták a legalacsonyabb értékeket a különböző genotípusok, a 72. héten átlagosan 29 pont (80%) alatt volt az eredmény, a másik kettő tartástechnológiában pedig 30 pont (83%) feletti értékek voltak jellemzőek.

2. táblázat: A tartásmód hatása a nyak, a fark- és a szárnytollazatra az egész állományra vonatkozóan genotípustól függetlenül

Életkor (hét)	Tollazat pontszámok			SE	Prob.
	Berendezett ketrec	Hagyományos ketrec	Alternatív fülke		
Nyak					
30	3,95 <sup>a</sup>	3,95 <sup>a</sup>	4,00 <sup>b</sup>	0,005	< 0,001
60	3,08 <sup>b</sup>	2,64 <sup>a</sup>	3,81 <sup>c</sup>	0,030	< 0,001
72	2,80 <sup>b</sup>	2,48 <sup>a</sup>	3,49 <sup>c</sup>	0,032	< 0,001
Kormánytollak (Farak)					
30	3,92 <sup>c</sup>	3,00 <sup>a</sup>	3,83 <sup>b</sup>	0,013	< 0,001
60	2,92 <sup>b</sup>	2,70 <sup>a</sup>	2,79 <sup>ab</sup>	0,032	0,029
72	2,57	2,50	2,56	0,039	0,823
Szárnytollak					
30	3,98	3,96	3,96	0,005	0,305
60	3,12 <sup>b</sup>	2,87 <sup>a</sup>	3,50 <sup>c</sup>	0,030	< 0,001
72	2,67 <sup>b</sup>	2,33 <sup>a</sup>	3,05 <sup>c</sup>	0,033	< 0,001

<sup>a, b, c</sup> Az eltérő betűk a különböző tartásmódok közti szignifikáns különbségeket jelölik (P < 0,05)

Terjedelmi korlátok miatt a tartásmódnak a testtájakra gyakorolt hatását a 2. táblázatban szereplő három testtájon mutatjuk be. A nyak tollzatára adott pontszámok alapján megállapítható, hogy a hagyományos ketrecben volt a legrosszabb ennek a tollterületnek az állapota, azon belül is a 60. és a 72. élethétben. Ezen a testtájon az életkor előre haladtával folyamatosan csökkenő értékeket kaptunk. Ebben minden bizonnyal közrejátszott az a tény, hogy a ketrec mechanikai koptató hatásának ez a terület volt kitéve a legjobban, hiszen a madarak a táplálékfelvételhez minden alkalommal ki kell, hogy dugják a fejüket a rácsok között, és ezt naponta több tucat alkalommal elvégzik. Érdekes volt az, hogy a fizikai felépítésében azonos berendezett és hagyományos ketrec nyaktoll koptató hatásában a 60. és a 72. élethétben is statisztikailag igazolható különbséget számoltunk, melyre magyarázatot kapni egy újabb vizsgálat célzott megfigyelésének feladata lesz.

A kormánytollak, azaz a farktollazat esetében érdekes tendencia volt megfigyelhető, mivel a 30. élethétben minden csoport szignifikánsan különbözött egymástól. A 60. héten már csak a két, ketreces tartás között volt ilyen differencia, a 72. hétre pedig eltűnt a különbség a kezelések között is.

A szárnytollak 30 hetesen még szinte teljesen épek voltak mindegyik tartásmódban. A 60 és 72 hetes vizsgálatok alkalmával a hagyományos ketreces tartástechnológiában elhelyezett madaraknak volt a leginkább elhasználódott. A maximum károsodottsági arányt 42%-kal az utolsó vizsgálat alkalmával rögzítettük.

Megállapítható, hogy a legtöbb tollsérülés, tollkopás a szárnyon keletkezett (42%-os arány), inkább a hagyományos ketrechen tartott állatok esetében, ezt az arányt követte a nyak (38%) és a kormánytollak (37,5%). A szárnytollak sérülésében fontos szerepet kap a ketrec rácszatának koptató hatása akkor, amikor a tyúkok komfortmagatartásból vagy menekülési reflex során kitérnek a szárnyukat és csapnak vele. A kormánytollak kopásánál a károsodás tüneteinek szemrevételezésekor a szárnytollaknál tárgyalt mechanikai sérülések jelenléte volt leginkább feltételezhető, a tollcsipkedés valószínűsége kifejtett tollak esetében kevésbé vélelmezhető.

#### 4. Következtetések, javaslatok

A kapott eredmények megerősítették, hogy a tollazat állapota a kor előre haladtával romlik, a toll kopik, elhasználódik.

A technológiák közül a volieres, alternatív fülke tejesített legjobban, a hagyományos ketreces tartásban tartott állatok eredményei voltak a legrosszabbak. A volieres tartásmód kedvező eredményének az oka, az alomanyag jelenléte, amelyben az állatok kapirgálhatnak, így nem a másik egyeddel foglalkoznak, és természetes takarmánykereső magatartást tudnak folytatni. Ez a technológia tojófélszket is tartalmaz, amely védelmet és nyugalmat nyújt az állatoknak a tojásrakás közben, így nincsenek stressznek kitéve, amely nyugtalansághoz, fokozott aktivitáshoz és ezzel együtt a tollazat státuszának hanyatlásához vezethet és erősítheti a tollcsipési hajlamot.

A genotípus-környezet összefüggést vizsgálva Heerkens és mtsai (2015)-hoz hasonlóan megállapítottuk, hogy az alternatív fülkés tartástechnológiában élő madarak mutatták a legkedvezőbb tollstátusz eredményeket mindhárom genotípus esetében. A hagyományos ketreces tartásban volt a legalacsonyabb a tollminőségi érték a különböző genotípusoknál.

A legtöbb tollsérülés, tollkopás a szárnyon keletkezett (42%-os arány) inkább a hagyományos ketrechen tartott állatok esetében, ezt az arányt követte a nyak (38%), a kormánytollak (37,5%) és a háttollazat (29,5%). A szárnytollak sérülésében fontos szerepet kap a ketrec rácszatának koptató hatása. Statisztikailag is igazolt, hogy az alternatív tartásban, szignifikánsan kevesebb tollsérülés volt, mint a két, ketreces rendszerben.

Kimutattuk, hogy a ketrec mechanikai koptató hatásának a tyúkok nyaktollazata volt kitéve a legjobban, hiszen a madarak a táplálékfelvételhez minden alkalommal ki kell, hogy dugják a fejüket a rácsok között, és ezt naponta több tucat alkalommal elvégzik. A kormánytollak kopásánál a szárnytollakhoz hasonlóan a mechanikai sérülések jelenléte volt leginkább.

#### 5. Felhasznált irodalom

- Anderson, K. E. – Adams, A.W. (1994): Effect of floor versus cage rearing and duration of tonic immobility in single comb White Leghorn pullets. Poultry Science, savoy, v.73, n.7, pp. 958–964.*
- Damme K. (1999): Der Einfluß der Herkunft und des Schnabelkupierens auf die Leistung, Befiederung ind Nestakzeptanz verschiedener Weißlegerhybriden in Bodenhaltung. Archiv für Geflügelkunde, 63, pp. 93–99.*
- De Haas, E. N. – Bolhuis, J. E. – Kemp, B. – Groothuis, T. G. G. – Rodenburg, T. B. (2014): Parents and Early Life Environment Affect Behavioral Development of Laying Hen Chickens.*
- Fábián, Gy. – Molnár, Gy. – Nagy, E. – Széky, P. (2017): Állattan, Mezőgazdasági Kiadó Budapest, 1977.*

- Heerkens, J. L. T. – Delezie, E. – Kempen, I. – Zoons, J. – Ampe, B., – Rodenburg, T. B. – Tuytens, F. A. M.* (2015): Specific characteristics of the aviary housing system affect plumage condition, mortality and production in laying hens, *Poult Sci.* Sep;94(9):2008-17.
- Militsits, G. – Szász, S. – Donkó, T. – Budai, Z. – Almási, A. – Pőcze, O. – Ujvári, J. – Farkas, T. P. – Garamvölgyi, E. – Horn, P. – Sütő, Z.* (2021): Comparison of Changes in the Plumage and Body Condition, Egg Production, and Mortality of Different Non-Beak-Trimmed Pure Line Laying Hens during the Egg-Laying Period, *Animals* 11, no. 2: 500.
- Niebuhr, K. – Zaludik, K. – Gruber, B. – Thenmaier, I. – Lugmair, A. – Troxler, J.* (2006): Epidemiologische Untersuchungen zum Auftreten von Kannibalismus und Federpicken in alternativen Legehennenhaltungen in Österreich. Endbericht Forschungsprojekt Nr. 1313 ITT 2006. University Vienna/Austria
- Rodenburg, T. B. – Van Krimpen, M. M. – De Jong, I. C. – De Haas, E. N. – Kops, M. S. – Riedstra, B. J. – Nicol, C. J.* (2013): The prevention and control of feather pecking in laying hens: Identifying the underlying principles. *World Poultry science Journal*, 69, 361–373.
- Spindler, B. – Gierdberg, M. F. – Andersson, R. – Kemper, N.* (2016): Legehennenhaltung mit intaktem Schnabel – Übersichtsbericht zum aktuellen Stand aus praktisch[wissenschaftlicher]sicht. *Züchtungskunde*, 88 pp. 475–493.
- Tauson, R. – Ambrosen, T. – Elwinger, K.* (1984): Evaluation of procedures for scoring the integument of laying hens – Independent scoring of plumage condition. *Acta Agr. Scand.* 34, 400–408. DOI: <https://doi.org/10.1080/00015128409435409>

## Zárttéri alternatív tartásban elhelyezett különböző genotípusú tojótyúkوك fészkelési viselkedésének vizsgálata videorendszer segítségével

Farkas Tamás Péter – Pető Lilla – Szász Sándor – Sütő Zoltán

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok Intézet, Precíziós Állattenyésztési és Állattenyésztési Biotechnika Tanszék*

farkas.tamas.peter@uni-mate.hu

### Összefoglalás

Vizsgálatokat a MATE Kaposvári Campus Baromfi Tesztelepén végeztük, a Bábolna TETRA Kft. által biztosított három különböző genotípusú tojótyúk állománnyal [Kereskedelmi hibrid (K); tiszta vonalú anyai ivadékcsoport (Anyai); tiszta vonalú apai ivadékcsoport (Apai)].  $N = 318$ ;  $n = 106$  db/genotípus; 53 db/fülke. A 6 db 5,52 m<sup>2</sup>-es, alternatív fülkébe fülkénként 53 db, 19 hetes csőrakortól jércét helyeztünk el. Fülkénként kettő szintben 14 db műfüvel ellátott tojófészkek volt biztosítva a tyúk részére (3,8 tyúk/tojófészkek). Az alternatív fülkesor fölé infravörös kamerákat szereltünk, és a 3. termelési hónap elején egy vizsgálati napon 24 óras videofelvételt készítettünk. A video felvételek értékeléséből kiderült, hogy a K. hibrid és az Apai genotípus 97,2%-ban, illetve 96,0%-ban az alsó fészkeket látogatták meg, az Anyai genotípus egyedei pedig szignifikánsan alacsonyabb arányban, az esetek 72,5%-ában. Az Apai genotípus szignifikánsan több időt töltött (13,4 perc) átlagosan az alsó tojófészkekben, mint a K. hibrid (7,9 perc) és az Anyai (8,6 perc). Az eredmények arra hívják fel a figyelmet, hogy a tojástermelésben nem elégséges a tyúklétszám és a tojófészkek számának kívánatos arányát biztosítani, mert előfordulhat, hogy a tojótyúkوك bizonyos pozícióban lévő fészkeket egyáltalán nem használnak, ami relatív tojófészkehiányt generál, és megnövelheti az alomba tojt tojások arányát, ami viszont humán egészségügyi kockázatokkal jár.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A tojótyúkوك viselkedésének, azon belül is a fészkelési viselkedés tanulmányozásának egyre nagyobb jelentősége van napjainkban. Ezt részben az indokolja, hogy a baromfitartás során egyre inkább előtérbe kerülnek az állatjóléti/állattjóléti szempontok a tojótyúkوك tartási körülményeit illetően is (Farkas és mtsai, 2021), amely technológiának a 'fészkekhasználat' egy központi eleme (Hunniford és Widowski, 2018).

Az Európai Unióban a tojótyúkوك jólétével kapcsolatos jelentős változás bő két évtizeddel ezelőtt fogalmazódott meg (Cooper és Appleby, 1996), melynek következményeként 2012. január 1-gyel a hagyományos ketrecek használatát betiltották (European Communities, 1999). Az Európai Unió direktíva számos előírása között van olyan, amelyik a tojótyúkوك természetes viselkedését oly módon kívánta támogatni, hogy kötelezővé tette a különböző tartási rendszerekben – még a berendezett/módosított, EU-konform ketrecek esetében is – a tojófészkek használatát (Lay és mtsai, 2011). Ezek után nem kétséges, hogy a tyúk természetes viselkedési repertoárja közül a fészkelési viselkedésnek megkülönböztetett jelentőséget kell tulajdonítanunk (Duncan, 1998; Appleby és mtsai, 2004).

A tojótyúkوك tartási rendszereit érintő változásoknak ezzel közel sincs vége, mert a 2020-as évek elején egyre hangosabb Európában az a fogyasztói irányvonal – lásd: *End the Cage Age* mozgalom – amely a még engedélyezett ketreces rendszerek tilalmát követeli. Ha ez így lesz, akkor rövidesen a nem ketreces (*non-caged*), tehát az alternatív, nagyobb férőhelyet és mozgási szabadságot biztosító tartástechnológiák kerülnek túlsúlyba, amelyek új kihívás elé fog-

ják állítani a tojástermeléssel foglalkozó szakembereket és gazdálkodókat. Mivel a tyúk 'szabadságát' valakinek meg kell fizetnie (Sütő, 2020), a megnövekedett termelési költségek a tojás (termelőtől az asztalig) útjának minden állomásán áremelkedést fog előidézni, végeredményben nagy valószínűséggel a tojás drágulni fog.

Tény, hogy a gazdasági állatok etológiájának köszönhetően már ma is nagyon sok mindent tudunk a tyúk viselkedéséről. Például irodalmi adatok alapján ismert, hogy különbség van az eltérő genotípusú tojótyúkok fészkelési viselkedésében (Appleby és mtsai, 1984; Villanueva és mtsai, 2017; Giersberg és mtsai, 2019), de éppen az intenzív szelekciónak köszönhető, hogy a tojóhibridek tojástermelő képessége hallatlan módon változik, és a tartási rendszerek sem tekinthetők egyformának, ami mind befolyásolhatja a madarak fészkelési hajlamát.

## 2. Anyag és módszer

A vizsgálatot a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campus Tan- és Kísérleti Üzemének Baromfi Teszttelepén végeztük, a Bábolna TETRA Kft. által biztosított három különböző genotípusú csörkurtított tojótyúk állománnyal végeztük [Kereskedelmi hibrid (K); tiszta vonalú anyai ivadékcsoporthoz (Anyai); tiszta vonalú apai ivadékcsoporthoz (Apai)]. A beállított egyedszámok: N = 318; n = 106 db/genotípus; 53 db/fülke. Az istállóban általában 15-18°C-os hőmérséklet volt, ahol napi 16 órás megvilágítást alkalmaztunk, 30 lux fényerősséggel. A tojótyúkok a függesztett önetetőkből *ad libitum* fogyaszthatták a kereskedelmi forgalomban kapható tojótápot és az ivóvizet a függesztett pisztolyszelepes nyílt víztükrös itatókból.

A 6 db, egyenként 5,52 m<sup>2</sup> alapterületű, zárttéri alternatív fülkébe fülkénként 53 db, 19 hetes jércét helyeztünk el, ami 1.041 cm<sup>2</sup>/tyúk férőhelynek felel meg. A fülkék alapterületének 1/3-a almozott kaparótér, a fennmaradó 2/3 résznyi terület megemelt szintű, műanyag rácspadozat volt. Fülkénként kettő szintben 14 db műfüvel ellátott tojófészkek voltak biztosítva a tyúkok részére (3,8 tyúk/tojófészkek), (méretei: Sz: 24,5 cm; Ma: 18,5 cm; Mé: 33 cm). Minden fészkek bejáratánál egy 10 cm magas lemezborítás (= küszöb) volt. Az alsó tojófészkek bejárata 24 cm-es, míg a felső fészkek bejárata 65 cm magasságban volt a műanyag rácspadozat szintjétől. A tojófészkek előtt, szintenként 2-2 felugró lécs segítték a fészkek megközelítését. A fészkekhez a tojótyúkok a műanyag rácspadozatról juthattak.

Az alternatív fülkesor fölé infravörös kamerákat (GeoVision Target H.265 4,0 Mpixel kültéri IP Eyeball dóm kamera) szereltünk, és egy speciális program (GeoVision GV-NVR System) segítségével az adott vizsgálati napon 24 órás felvételeket készítettünk a 3. termelési hónap elején, amikor az állomány a tojástermelés csúcshintenzitásának időszakában volt, éppen azért, hogy a magas termelési intenzitás nagy elemszámú megfigyelést tegyen lehetővé. A digitálisan rögzített mozgóképek értékelése során külön-külön feljegyeztük a felső (1-7-ig számozott) és az alsó (8-14-ig számozott) tojófészkekbe való belépés és a kilépés időpontját, amiből megállapítottuk a bent eltöltött idő hosszát. Genotípusonként 2-2 fülkét figyeltünk meg, tehát összesen 6 fülke adatait értékeltük.

A fészeklátogatási alkalmak gyakoriságát *Likelihood Ratio* teszttel, az átlagos fészkekben töltött időtartamok közti különbséget egytényezős varianciaanalízissel SPSS 10.0 programcsomag segítségével értékeltük.



### 3. Eredmények és értékelésük

A tojótyúkók fészkelési viselkedését tanulmányozva sokatmondó információ az, hogy a madarak hány alkalommal látogatják meg a különböző pozíciójú fészkeket. Ezért fontos, hogy egy vizsgálati napon folyamatában is kielemezve, nyomon tudjuk követni, hogy a két szintben elhelyezett 7-7, azaz összesen 14 tojófészket hány alkalommal látogatták meg a tojótyúkók. Az 1. táblázatban a tojótyúkók fészeklátogatási alkalmainak megoszlását tüntettük fel a tojófészkek pozíciója (1-14) alapján. Mindhárom genotípus vonatkozásában megállapítható, hogy látványos és szignifikáns különbség van a tojótyúkók fészeklátogatási alkalmainak számában, attól függően, hogy mi volt a tojófészkek pozíciója.

A táblázat adataiból jól érzékelhető, hogy egyes tojófészkeket a tyúkók előnyben részesítettek a többihez képest. Összességében elmondható, hogy a Kereskedelmi hibrid és az Apai genotípus 97,2%-ban, illetve 96,0%-ban az alsó fészkeket látogatták meg, míg az anyai vonaltól származó ivadékcsoport egyedei szignifikánsan alacsonyabb arányban, az esetek kevesebb, mint háromnegyedében (72,5%) látogatták meg csupán az alsó tojófészkeket.

Az alapadatokat tovább vizsgálva jól látható, hogy statisztikailag igazolható különbség figyelhető meg egyes tojófészkek között a fészeklátogatási alkalmak arányában, mindhárom genotípus esetében. Jól kirajzolódik, hogy a különböző tojófészkeket a tojótyúkók a fészkek pozíciója alapján előnyben részesítették – vagy éppen elkerülték – így a többek által preferált fészkeknél nagyobb forgalom, akár tumultus is kialakulhatott, talán aránytalanul is nagyobb mértékben, mint ahogy az a tyúkók és a rendelkezésre álló fészkek száma alapján várható lett volna. Ez megerősíti azt, hogy egyes fészkeket előnyben részesítsenek ezért versengés alakulhat ki a tojófészkekért (Villanueva és mtsai, 2017). A jelenséget akár 'relatív tojófészkehiánynak' is nevezhetnénk, ami könnyen befolyásolhatja az alomba történő tojásrakás számának emelkedését.

1. táblázat: A tojótyúkók fészeklátogatási alkalmainak megoszlása a tojófészkek pozíciója alapján (%)

A tojótyúkók fészeklátogatási alkalmainak megoszlása tojófészkenként, %									
Kereskedelmi hibrid								Prob.	Összesen
Felső fészkek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	< 0,001	2,8 <sup>A</sup> (5)
	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>	0,6 <sup>a</sup>	1,1 <sup>a</sup>		
Alsó fészkek	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	< 0,001	97,2 (174)
	29,1 <sup>c</sup>	12,8 <sup>b</sup>	8,9 <sup>b</sup>	13,4 <sup>b</sup>	12,8 <sup>b</sup>	10,6 <sup>b</sup>	9,5 <sup>b</sup>		
Prob.	-	-	-	-	-	-	-		< 0,001
Tiszta vonalú Apai ivadékcsoport									
Felső fészkek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	< 0,001	4,0 <sup>A</sup> (4)
	1,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	1,0 <sup>a</sup>	0,0 <sup>a</sup>	2,0 <sup>a</sup>		
Alsó fészkek	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	< 0,001	96,0 (97)
	15,8 <sup>b</sup>	12,9 <sup>b</sup>	11,9 <sup>b</sup>	9,9 <sup>b</sup>	16,8 <sup>b</sup>	18,8 <sup>b</sup>	9,9 <sup>b</sup>		
Prob.	-	-	-	-	-	-	-		< 0,001
Tiszta vonalú Anyai ivadékcsoport									
Felső fészkek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	< 0,001	27,5 <sup>B</sup> (46)
	9,6 <sup>c</sup>	9,6 <sup>c</sup>	2,4 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>	0,0 <sup>a</sup>	2,4 <sup>b</sup>		
Alsó fészkek	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	< 0,001	72,5 (121)
	15,0 <sup>c</sup>	10,8 <sup>c</sup>	9,0 <sup>c</sup>	10,2 <sup>c</sup>	8,4 <sup>c</sup>	9,0 <sup>c</sup>	10,2 <sup>c</sup>		
Prob.	-	-	-	-	-	-	-		< 0,001
Prob.	-	-	-	-	-	-	-		< 0,001

<sup>a, b, c</sup>: Az eltérő betűk a különböző tojófészkek látogatási alkalmainak mennyisége közti szignifikáns különbségeket jelölik (P < 0,05)

<sup>A, B</sup>: Az eltérő betűk a különböző genotípusok közti szignifikáns különbségeket jelölik (P < 0,05)

Mindhárom genotípus esetében messze a leglátogatottabb tojófészkek az a bal alsó (ez a fülke sarkába esett), tehát a 8-as pozíciószámot viselte. A Kereskedelmi hibrid egyedei a fészeklátogatások közel egyharmadát (29,1%) a 8-as számú tojófészkeknél 'produkálták', ami szignifikánsan több volt, az összes többi tojófészkek látogatottságához képest. Az Anyai genotípus esetében volt megfigyelhető az, hogy szintén a bal szélső, de felső tojófészkekben szignifikánsan nagyobb arányban tartózkodtak a tojótyúk, mint a középső, vagy a jobb szélső tojófészkek egyikében, hasonlóképpen *Riber és Nielsen (2013)* és *Ringgenberg és mtsai (2015)* megfigyeléseihez, ahol a sarokfészkeket részesítették előnyben a tojótyúk. Az Apai és az Anyai genotípus esetében az alsó szinten elhelyezkedő tojófészkek látogatási alkalmainak egymáshoz viszonyított arányában nem kaptunk statisztikailag igazolható különbséget. Az eredmények értékeléséhez feltétlenül hozzá kell tenni, hogy egy tyúk naponta természetesen többször is meglátogathatta a fészkeket, és ezek a fészeklátogatási alkalmak nem minden esetben végződtek tojásrakással. Egyes tojótyúk például nagyon eltérő alkalomszámmal látogathatták meg a tojófészkeket. Mivel a tojótyúk a video felvételeken is látható módon egyedileg nem voltak megjelölve, így az átlagos fészeklátogatási alkalmak kerültek bemutatásra. A tojótyúk fészeklátogatási alkalmai során felmértük azt, hogy a tyúk mikor mentek be a fészkekbe, és hogy mikor jöttek onnan ki. Ebből ki tudtuk számolni a tojófészkekben tartózkodás átlagos időtartamát. Így információt kaptunk arra vonatkozóan, hogy egy tyúk átlagosan hány percet töltött a tojófészkekben, és mindez hogyan alakult az összes tojófészkekre lebontva, mindhárom vizsgált genotípus esetében.

2. táblázat: A tojótyúk átlagos fészeklátogatási időtartamának alakulása tojófészkenként (perc)

A tojótyúk fészeklátogatásainak időtartama tojófészkenként (perc)								
Kereskedelmi hibrid								Összevonva átlagosan
Felső fészkek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Felső fészkekben
	-	-	-	-	1,3	1,0	0,5	0,9
Alsó fészkek	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	Alsó fészkekben
	8,0	7,1	4,6	11,1	8,0	9,1	4,6	7,9 <sup>a</sup>
Prob.	-	-	-	-	-	-	-	0,266
SE	-	-	-	-	-	-	-	1,028
Tiszta vonalú Apai ivadékcsoport								
Felső fészkek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Felső fészkekben
	5,1	-	-	-	38,7	-	13,5	17,7
Alsó fészkek	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	Alsó fészkekben
	14,4	5,7	9,3	7,6	19,3	17,8	11,1	13,4 <sup>b</sup>
Prob.	-	-	-	-	-	-	-	0,703
SE	-	-	-	-	-	-	-	2,160
Tiszta vonalú Anyai ivadékcsoport								
Felső fészkek	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Felső fészkekben
	25,3	4,2	7,1	4,4	1,3	-	2,0	7,4
Alsó fészkek	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	Alsó fészkekben
	7,3	2,8	6,1	10,3	7,6	18,1	7,7	8,6 <sup>a</sup>
Prob.	-	-	-	-	-	-	-	0,894
SE	-	-	-	-	-	-	-	1,052
Prob.	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,018</b>
SE	-	-	-	-	-	-	-	<b>0,812</b>

<sup>a, b</sup>: Az eltérő betűk az alsó fészkekben a genotípusok közti szignifikáns különbségeket jelölik ( $P < 0,05$ )

Ezen a ponton érdemes kiemelni, hogy a fészekben töltött idő leginkább, de nem mindig 'csak' a tojásrakás időtartamát tartalmazza. Előfordulhatott, hogy a tyúk éppen ott pihent, vagy menedékkeresés miatt ment a tojófészekbe.

A táblázat adatait figyelmesen tanulmányozva jól látható, hogy a vizsgált genotípusok között az alsó fészekhasználat átlagos időtartamában szignifikáns különbséget találtunk. Ez azt jelenti, hogy az Apai genotípushoz tartozó tojótyúkok átlagosan több időt töltöttek az alsó tojófészekben (13,4 perc), mint a Kereskedelmi hibrid (7,9 perc) és az Anyai genotípus (8,6 perc). A mért különbség statisztikailag is igazolt.

Az egyes fészkekre vonatkozó alapadatokból kitűnik, hogy az értékek meglehetősen nagy változatosságot (szórást) mutatnak, ami sajnos a statisztikai számítások hibahatárát jelentősen megnövelték, ezért további szignifikáns különbséget nem sikerült igazolni. Ugyanakkor elgondolkodtató, hogy a különböző tojófészkekben tartózkodás időtartamában egészen kivételes fészkek is voltak, például az Apai vonal által használt felső 5-ös, vagy az Anyai vonal által használt felső 1-es számú. Az itt eltöltött időtartam messze több volt, mint ami az ovipozícióhoz ténylegesen szükséges.

Érdekes, hogy a Kereskedelmi hibrid esetében a felső fészkekben átlagosan 1 percet sem töltöttek a tojótyúkok, míg az Apai genotípus egyedei ennek nagyjából a húszszorosát, de itt a három 'kitüntetett' tojófészeknek (1-es, 5-ös és 7-es) valami okból különös szerepe volt. Egy biztos, hogy néhány tojófészek esetében az ott tartózkodás időtartama esetenként óriási eltéréseket mutat, de a tyúk preferenciájának egyértelműsítése nagyon nehéz, mert az 1-es és a 7-es fészkek mindegyike szélső pozícióban van, de az 5-ös majdnem középre esik.

#### 4. Következtetések, javaslatok

A különböző tojófészkeket a tojótyúkok a fészkek pozíciója alapján előnyben részesítették – vagy éppen elkerülték – így a többek által preferált fészeknél nagyobb 'forgalom' (tumultus) is kialakulhatott, akár nagyobb mértékben, mint ahogy az a tyúkok és a rendelkezésre álló fészkek száma alapján várható lenne. A jelenséget 'relatív tojófészekhiánynak' is nevezhetjük, ami könnyen befolyásolhatja az alomba történő tojásrakás számának emelkedését.

Rögzített video felvételek segítségével megállapítottuk, hogy a tojótyúkok átlagosan mennyi időt töltöttek a tojófészekben, és a vizsgált genotípusok között az alsó fészekhasználat időtartamában szignifikáns különbséget találtunk. Ez azt jelenti, hogy az Apai genotípushoz tartozó tojótyúkok átlagosan több időt töltöttek az alsó tojófészekben (13,4 perc), mint a Kereskedelmi hibrid (7,9 perc) és az Anyai genotípus (8,6 perc).

Vizsgálataink alapján összegzésként elmondható, hogy a tojófészkekkel felszerelt alternatív tartásmódban az általunk vizsgált, eltérő genetikai háttérű tojótyúkok fészekválasztási preferenciája jelentős, és több esetben szignifikáns különbséget mutatott. Az eredmények rendkívül tanulságosak és arra hívják fel a figyelmet, hogy a tojástermelésben nem elégséges a tyúklétszám és a tojófészkek számának kívánatos arányát biztosítani, mert könnyen előfordulhat, hogy a tojótyúkok – a genetikai háttérükből adódóan – bizonyos pozícióban lévő (pl.: felső) fészkeket egyáltalán nem használnak, ami relatív tojófészekhiányt generál, és akár óriási mértékben is megnövelheti az alomba tojt tojások arányát, ami viszont humán egészségügyi kockázatokkal jár.

Tanulság, hogy tojótyúkot a tartás módjához, és annak sajátosságaihoz kellene választani, és több kérdést illetően nem ártana 'megkérdezni a tyúkot'.

## 5. Felhasznált irodalom

- Appleby, M. C. – McRae, H. E. – Peitz, B. E.* (1984): The effect of light on the choice of nests by domestic hens. *Applied Animal Ethology*, 11(3), 249–254. doi:10.1016/0304-3762(84)90031-2. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0304376284900312>
- Appleby, M. C. – Mench J. A. – Hughes B. O.* (2004): Poultry behaviour and welfare. CABI publishing, division of CAB International, Cambridge. 2., 30–67.
- Cooper, J. J., – Appleby, M. C.* (1996): Demand for nest boxes in laying hens. *Behavioural Processes*, 36(2), 171–182. doi:10.1016/0376-6357(95)00027-5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0376635795000275#aep-abstract-id4>
- Duncan, I. J. H.* (1998): Behavior and Behavioral needs. *Poultry Science*, 77, 1766–72.
- European Communities Council Directive* of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens (1999/74/EC) (Official Journal of the European Communities, 3. 8. 1999, L 203/53)
- Farkas, T.P. – Orbán, A. – Szász, S. – Rapai, A. – Garamvölgyi, E. – Sütő, Z.* (2021): Examination of the Usage of a New Beak-Abrasive Material in Different Laying Hen Genotypes (Preliminary Results). *Agriculture*, 11, 947. <https://doi.org/10.3390/agriculture11100947>
- Giersberg, M. F. – Kemper, N. – Spindler, B.* (2019): Pecking and piling: The behaviour of conventional layer hybrids and dual-purpose hens in the nest. *Applied Animal Behaviour Science*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159118305938>
- Lay, D. C. – Fulton, R. M. – Hester, P. Y. – Karcher, D. M. – Kjaer, J. B. – Mench, J. – Mullens, B. A. – Newberry, R. C. – Nicol, C. J. – O'sullivan, N. P. – Porter, R. E.* (2011): Hen welfare in different housing systems. *Poultry Science*, 90, 278–294.
- Sütő Z.* (2020): Az „End the cage age!” európai kezdeményezés magyar tojástermelő ágazatra gyakorolt lehetséges hatásai. In: Sütő, Z. (szerk.) *Tanulmányok az Európai Unióban a ketreces tartás jövőbeni betiltásának várható következményeiről a magyar állattermék-előállításra: Étkezésitójás-termelés, hizottbaromfi-előállítás (lúd, kacs), nyúlhústermelés.* Kaposvári Egyetem, Agrár- és Környezettudományi Kar, Kaposvár. 121 p. pp. 8–42.
- Riber, A. B., – Nielsen, B. L.* (2013): Changes in position and quality of preferred nest box: Effects on nest box use by laying hens. *Applied Animal Behaviour Science*, 148(3–4), 185–191. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159113002086>
- Ringgenberg, N. – Fröhlich, E. K. F. – Harlander-Matauschek, A. – Toscano, M. J. – Würbel, H. – Roth, B. A.* (2015): Nest choice in laying hens: Effects of nest partitions and social status. *Applied Animal Behaviour Science*, 169, 43–50. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159115001276>
- Villanueva, S. – Ali, A. B. A. – Campbell, D. L. M. – Siegford, J. M.* (2017): Nest use and patterns of egg laying and damage by 4 strains of laying hens in an aviary system1. *Poultry Science*, 96(9), 3011–3020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119315032>

## Eltérő nyersfehérje- és energiaszintű takarmányok hatása brojler kakasok termelési eredményeire, nitrogénretenciójára és az ürülék nitrogénformáira

Strifler Patrik<sup>1</sup> – Horváth Boglárka<sup>1,2</sup> – Such Nikoletta<sup>1</sup> – Zsarnóczay Sándor<sup>1</sup> –  
Dublecz Károly<sup>1</sup> – Pál László<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely

<sup>2</sup>UBM Feed Zrt.

Strifler.Patrik@phd.uni-mate.hu

### Összefoglalás

A szerzők kísérletükben különböző nyersfehérje- és energiatartalmú takarmányok hatásait vizsgálták a termelési paraméterek, a nitrogénretenció és az ürülékben lévő nitrogénformák vonatkozásában. Korábbi brojlertakarmányok fehérje- és energia csökkentésével foglalkozó vizsgálatok nem terjedtek ki N-retenció és az ammónia felszabadulásért elsősorban felelős vizelet-N ürülékből történő meghatározására, ezért jelen tanulmány az egyes termelési paramétereken (testsúly, takarmányértékesítés) kívül az ürülékkel távozó összes nitrogén, NH<sub>4</sub>-N és húgysav-N mennyiségét is vizsgálta. Összesen 576 db Ross 308 genotípusú kakassal végeztük el a kísérletet napos kortól 41 napos korig. Négy takarmányozási kezelést alakítottunk ki, kezelésenként 6 ismétléssel, 24 mélyalmos fülkében: K kezelés – a technológiai ajánlásoknak (nyersfehérje szint, AMEn szint) megfelelő kontroll takarmánykeverék; A, B és C kezelések esetében 1,5%-os nyersfehérje csökkentést alkalmaztunk a K csoporthoz képest. Az A kezelés tápja izokalorikus volt a K keverékkel, míg B és C kezelés esetében 1,5%-kal illetve 3%-kal csökkentettük a takarmány AMEn szintjét a K csoportéhoz képest. Hat esszenciális aminosav esetében kristályos aminosav kiegészítéssel biztosítottuk, hogy a SID értékeik azonosak legyenek mind a négy kísérleti takarmánykeverékben. A kísérlet során a kontroll kezelés és az A kezelés egyedei szignifikánsan jobb végsúlyt értek el, mint a csökkentett AMEn szintű takarmányt fogyasztó B és C kezelések. Ugyanakkor elmondható, hogy az A kezelés esetében alkalmazott nyersfehérje-csökkentés nem hatott depresszíven az állatok növekedésére a K kezeléshez viszonyítva. A kezelés egyedei szignifikánsan nagyobb N-retenciót ért el, mint K csoport esetében. A vizsgált nitrogénformák esetében megállapítható, hogy A kezelés érte el a legkisebb emissziós értékeket (P < 0,01), amelyek statisztikailag igazolhatónak bizonyultak: összes N és NH<sub>4</sub>-N esetében K, B és C csoporttal szemben; húgysav-N esetében pedig K és C csoporttal szemben. Összességében elmondható, hogy a takarmány nyersfehérjeszintjének csökkentése kontroll energiaszint mellett eredményesnek bizonyult. Az A csoport termelési paramétereiben nem maradt le a kontroll csoportéhoz képest. Ezenkívül A kezelés statisztikailag igazolhatóan nagyobb N-retenciót és szignifikánsan kisebb N ürítést (teljes N, NH<sub>4</sub>-N, húgysav-N) eredményezett.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az intenzív állattenyésztés a környezetszennyezés egyik meghatározó forrása (*Aletor és mtsai*, 2000). A brojlercsirkék a takarmánnyal bevitt nitrogén csupán ~50-60%-át építik be a szervezetükbe, a N-felesleg (körülbelül 40%) az ürülékkel távozik az állat szervezetéből. (*Nahm*, 2007) Az NH<sub>3</sub> elsősorban a vizelet-nitrogénből képződik, legfontosabb alkotói az NH<sub>4</sub>-N és a húgysav-N. A madarak fehérje-metabolizmusából keletkező legfőbb N tartalmú molekula a húgysav, mikrobiális lebontása során keletkezik az ammónia jelentős része. (*Mi és mtsai.*, 2019) Az ürülékkel távozó N-felesleg az alomba kerül, ahol az ureáz termelő baktériumok a húgysavat NH<sub>3</sub>-vá bontják le. (*Ferguson és mtsai.*, 1998) Az ammónia egy erősen illékony, mérgező vegyület, amely jelentős környezetkárosításra képes: a légkörbe kerülve savas esőt idézhet elő, míg a felszíni vizekbe és talajvízbe jutva eutrofizációs folyamatokat indukálhat. (*Internet1*) A globális környezeti károkozásán túl az NH<sub>3</sub> negatív hatással van állat és ember egészségére egyaránt. A brojleristállóknak a megemelkedett NH<sub>3</sub> koncentráció gyengíti

az állatok immunrendszerét (*Targowski és mtsai.*, 1984), valamint légzőszervi problémákat idézhet elő (nyálkahártya irritáló hatás) a baromfinál (*Kristensen és Wathes*, 2000) és az embernél is (*Omland*, 2002). Ennek következtében az ammóniával erősen terhelt istállókban csökkent termelési eredmények figyelhetők meg. (*Miles és mtsai.*, 2004).

Az ürülékben megtalálható N-formák megoszlása kiemelt jelentőségű. Az ürülék N tartalma két csoportra osztható: bélsár eredetű nitrogénre és vizelet eredetű nitrogénre. Ezek közül a vizeletből származó nitrogént tudják az ureáz termelő baktériumok  $\text{NH}_3$ -vá alakítani, ezért az ammóniaemisszió csökkentésének egyik hatékony módszere lehet, ha az ürített N minél nagyobb arányban bélsár-nitrogénből áll. Korábbi vizsgálatokban egyes takarmányozási kezelésekkkel (pro- és prebiotikumok) hatékonyan csökkentették az ürülék vizelet-N tartalmát. (*Such és mtsai.*, 2021a; *Santos és mtsai.*, 2019) Az ammóniaemisszió csökkentésének másik hatékony módja a takarmány nyersfehérje-tartalmának csökkentése, az ideális fehérje elv (esszenciális aminosavak pótlása kristályos aminosav kiegészítővel) alkalmazásával együttesen. A kevesebb bevitt N kevesebb N ürítést fog eredményezni, nő a N-retenció (*Avila és mtsai.*, 2022).

Vizsgálataink során arra kerestük a választ, hogy az eltérő nyersfehérje- és energiatartalmú brojlertakarmányok hogyan befolyásolják a csirkék termelési mutatóit, illetve az alkalmazott kísérleti tápok fehérje- és energiacsökkentése miként befolyásolja a madarak nitrogénretencióját és az ürüleből mérhető különböző nitrogénformák (összes N,  $\text{NH}_4$ -N, húgysav-N) alakulását.

## 2. Anyag és módszer

A kísérlet helyszínét a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élettani és Takarmányozástani Intézet, Georgikon Campusán található kísérleti telepe biztosította. A kísérletet összesen 576 Ross 308 genotípusú napos kakassal folytattuk le. A napos állatokat egy helyi keltezőből szereztük be (Gallus Kft., Devecser, Magyarország), ahol baromfipestis, fertőző bursitis és bronchitis betegségek ellen vakcinázták őket. A kísérleti telepen a napos állatokat randomizáltan osztottuk szét mélyalmos rendszerű fülkékben. Egy fülkében 24 állat került elhelyezésre ( $14 \text{ madár/m}^2$ ) és kezelésként 6 ismétlést alkalmaztunk. A világítási programot az *Aviagen* (2019) előírásainak megfelelően állítottuk be. Aprított búzaszalma szolgált alomként. A környezeti kondíciókat (fűtés, világítás és szellőztetés) automatikus központi számítógépes vezérléssel szabályoztuk, és minden egyes kísérleti egység esetében azonosak voltak.

A kísérlet során három takarmányozási fázist alakítottunk ki: indító- (0-10 nap; dercés takarmány), nevelő- (11-24 nap; granulált takarmány) és befejező fázis (25-41 nap; granulált takarmány). Négy takarmányozási kezelést különítettünk el, mindegyik esetében 6 ismétléssel, kísérleti egységenként 24 csirkével. A kezelések a következők: kontroll csoport (K), amelynek takarmánya megfelel a Ross 308 hibrid technológiai ajánlásainak nyersfehérje- és AMEn szinttel (*Aviagen*; 2019); egy A csoport, amely a K-vel megegyező energiatartalmú (ún. izokalorikus), de 1,5%-kal csökkentett nyersfehérje tartalmú takarmányt fogyasztott; B csoport, amely takarmánya K csoportéhoz képest 1,5%-kal kevesebb nyersfehérje- és 1,5%-kal kevesebb AMEn szinttel rendelkezett; és egy C csoport, amely takarmányában a nyersfehérjeszintet 1,5%-kal, míg az AMEn szintet 3%-kal csökkentettük a kontroll kezelés tápjához képest. A teljes kísérlet alatt az állatok *ad libitum* ivóvíz- és takarmányellátásban részesültek. A kísérleti takarmányok alapját kukorica, búza alkotta, a fehérjeellátást extrahált szójadara biztosította. A nyersfehérje csökkentést az extrahált szójadara részarányának, míg az AMEn csökkenést a takarmányok olajtartalmának csökkentésével érték el. Hat esszenciális aminosav (lizin, metionin, arginin, treonin, valin, izoleucin) esetében kristályos aminosav-kiegészítést

alkalmaztunk annak érdekében, hogy ezen aminosavak tekintetében a standardizált ileális emészthetőségi (SID) értékek azonosak legyenek mindegyik kezelés esetében. A vitaminokat és nyomelemeket - a takarmányozási ajánlásoknak megfelelően - a kereskedelmi forgalomban kapható fázis-specifikus premixxel biztosítottuk a madarak számára. A kísérleti keveréktakarmányokat a MATE Georgikon Campusán állítottuk össze. A tápokot száraz, hűvös helyen tárolták (< 20°C) egészen felhasználásig. Minden egyes takarmány-tételből reprezentatív mintát gyűjtöttünk laboratóriumi elemzés céljából.

Az egyes termelési paraméterek (testsúly, súlygyarapodás, takarmányfogyasztás takarmányértékesítés) a takarmányozási fázisok végén kerültek meghatározásra. A csirkék 35. életnapján fülként 2-2 átlagos fejlettségű, egészségesnek tűnő állatot kiválasztottunk (kezelésenként 12; összesen 48 db), és egyedi anyagcsereketrecekben helyeztük el őket. A retenciós kísérlet időtartama alatt TiO<sub>2</sub>-dal (indikátor) kiegészített befejező takarmányt etettünk. Öt napos adaptációs időszakot követően két napos ürülékgyűjtést végeztünk. Az ürülékmintákból meghatároztuk a nitrogénretenciót, a szárazanyagot, a teljes N tartalmat, az NH<sub>4</sub>-N és a húgysav-N tartalmat. A teljes N tartalom a hivatalos eljárás szerint (MSZ EN ISO 5983-2) lett meghatározva. Az NH<sub>4</sub>-N tartalmat Peters (2003) módszerével határoztuk meg, míg a húgysav-N mérésénél Marquardt és mtsai. (1982) módszerét alkalmaztuk.

A statisztikai elemzést az SPSS 26.0 szoftvercsomaggal végeztük el. A testsúly és a takarmányértékesítés értékelése során a fülkék, míg a retenciós paraméterek esetében az egyedenkénti adatok jelentették a kísérleti egységeket. Az adatokat egytényezős varianciaanalízissel elemeztük ki, Tukey-féle *post hoc* tesztet alkalmazva. Szignifikánsnak fogadtuk el a különbségeket 0,05-nél kisebb P-érték esetében.

### 3. Eredmények és értékelésük

Szignifikáns különbség ( $P < 0,05$ ) figyelhető meg a hízalás végi (41. nap) élősúlyok tekintetében: a kontroll csoport egyedinek átlagsúlya szignifikánsan nagyobb volt, mint a B és C csoportok vágás előtti élősúlya. Ezenkívül az A kezelés is statisztikailag jobban teljesített, mint a C kezelés. A teljes hízalási szakaszra (41 nap) kiszámított fajlagos takarmányértékesítésben nem volt szignifikáns különbség ( $P > 0,05$ ) a takarmányozási kezelések között. A 41 napos élősúlyokat és a takarmányértékesítés adatait az 1. táblázat tartalmazza.

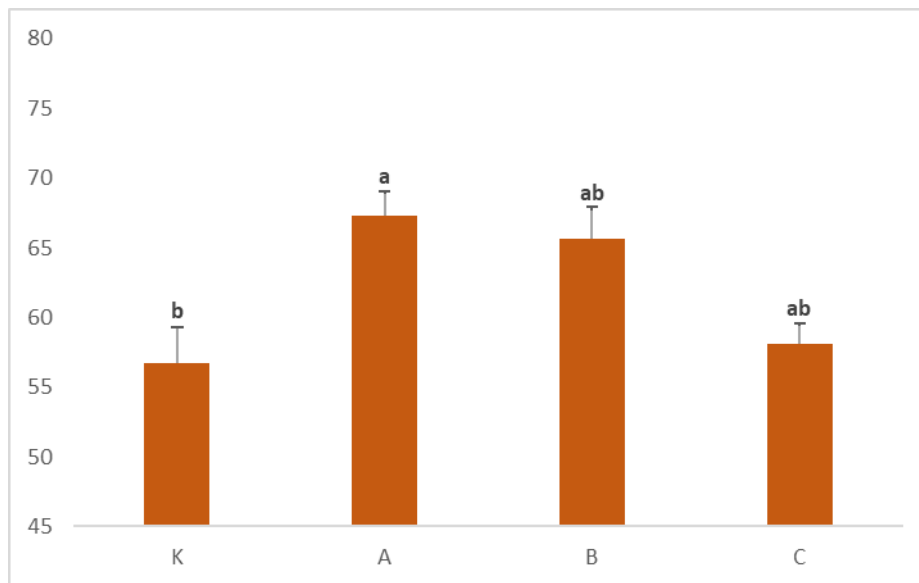
1. táblázat: Befejező testsúly (átlag; g) és összesített takarmányértékesítés (átlag; kg/kg)

Kezelés	Befejező (41 nap) testsúly	Összesített takarmányértékesítés
K	2928,13 <sup>a</sup>	1,658
A	2855,70 <sup>ab</sup>	1,704
B	2770,05 <sup>bc</sup>	1,687
C	2743,95 <sup>c</sup>	1,689
P érték	< 0,001	> 0,05

<sup>a</sup>a, ab, bc, c – az eltérő betűjelzések a kezelések közötti szignifikáns ( $P < 0,05$ ) különbségeket mutatják (egytényezős varianciaanalízissel majd Tukey HSD tesztel vizsgálva); K – kontroll csoport; A – Ny.fehérje-csökkentett izokalorikus kezelés; B – Ny.fehérje- és 1,5% AMEn csökkentett kezelés; C – Ny.fehérje- és 3% AMEn csökkentett kezelés

A nitrogénretenció alakulását a különböző kezelések hatására az 1. ábra szemlélteti. Megállapítható, hogy a csökkentett nyersfehérje- és izokalorikus energiaszintű takarmányt (A kezelés) fogyasztó állatok átlagos N-retenciója szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) magasabb értéket értek el, mint a kontroll kezelés egyedei. A C takarmányozási kezelés (fehérjecsökkentés; -3% AMEn)

hatására a nitrogénretenció csökkenő tendenciája ( $P < 0,073$ ) figyelhető meg az A kezeléshez képest.



\*a, ab, b – az eltérő betűjelzések a kezelések közötti szignifikáns ( $P < 0,05$ ) különbségeket mutatják (egytényezős variancia-analízissel majd Tukey HSD teszttel vizsgálva); K – kontroll csoport; A – Ny.fehérje-csökkentett izokalorikus kezelés; B – Ny.fehérje- és 1,5% AMEn csökkentett kezelés; C – Ny.fehérje- és 3% AMEn csökkentett kezelés

1. ábra: Kísérleti kezelések hatása a N-retencióra (átlag + SEM; %)

Az ürülék összes nitrogén tartalma szerint a fehérjecsökkentett, izokalorikus A kezelés érte el a legkisebb értéket. Az A csoport ürülékmintái szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) kevesebb nitrogént tartalmaztak, mint a kontroll, B és C kezelés mintái. Ezenkívül a B kezelés is statisztikailag igazolható módon ( $P < 0,05$ ) alacsonyabb nitrogén-tartalmú ürüléket eredményezett, mint a kontroll és a C kezelés takarmánya (K és C között nincs szignifikáns különbség). Az A kezelés szignifikánsan kisebb  $\text{NH}_4\text{-N}$  tartalmat eredményezett az ürülékben, mint a K, B és C kezelések. A húgysav meghatározása során megfigyelhető, hogy A és B kezelés statisztikailag igazolhatóan kevesebb húgysav-N-t ürített, mint K és C kezelés. A különböző N-formák megoszlását az 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: Az ürülék összes nitrogén,  $\text{NH}_4\text{-N}$  és húgysav-N tartalma (%)

Kezelés	Összes N	$\text{NH}_4\text{-N}$	Húgysav-N
K	1,10 <sup>a</sup>	0,25 <sup>a</sup>	0,19 <sup>a</sup>
A	0,78 <sup>c</sup>	0,18 <sup>c</sup>	0,15 <sup>b</sup>
B	0,87 <sup>b</sup>	0,20 <sup>b</sup>	0,16 <sup>b</sup>
C	1,11 <sup>a</sup>	0,26 <sup>a</sup>	0,20 <sup>a</sup>
P érték	< 0,001	< 0,001	< 0,001

\*a, b, c – az eltérő betűjelzések a kezelések közötti szignifikáns ( $P < 0,05$ ) különbségeket mutatják (egytényezős variancia-analízissel majd Tukey HSD teszttel vizsgálva); K – kontroll csoport; A – Ny.fehérje-csökkentett izokalorikus kezelés; B – Ny.fehérje- és 1,5% AMEn csökkentett kezelés; C – Ny.fehérje- és 3% AMEn csökkentett kezelés.

Vizsgálataink során az A kezelés esetében alkalmazott nyersfehérje-csökkentett, izokalorikus takarmánynak nem volt negatív hatása a növekedési teljesítményre és takarmányértékesítésre a kontroll csoporthoz viszonyítva. Fehérjecsökkentett tápokkal a hizlalási teljesítmény nem csak szinten tartható, de növelhető is. Korábbi kísérletünkben a 2%-kal csökkentett nyersfe-



hérje tartalmú, izokalorikus tápokkal szignifikánsan jobb termelési eredményeket értünk el, mint a hagyományos tápsorral (*Dublecz és mtsai, 2018*). Ennek feltételei voltak, hogy alkalmaztuk az ideális fehérje koncepciót, illetve a legfontosabb esszenciális aminosavak SID értékeit a kontroll tápok szintjén tartottuk hatféle kristályos aminosav kiegészítés (lizin, metionin, treonin, valin, izoleucin, arginin) segítségével. *Kamran és mtsai (2008)* vizsgálatukban a tápok nyersfehérje szintje mellett azok energia (AME) tartalmát is csökkentették, miközben minden kezelésnél azonos energia:nyersfehérje arányt alkalmaztak. Saját eredményeinkhez hasonlóan a takarmány nyersfehérje- és energia együttes csökkentésével a brojlersirkék romló termelési eredményeiről (testsúlygyarapodás, takarmányfogyasztás, takarmányértékesítés) és fehérjehasználtságáról számoltak be. Kísérletükben az 1%-os nyersfehérje-, illetve 4,5%-os energiacsökkentés (ME) szignifikánsan gyengébb takarmányértékesítést, a 2%-os nyersfehérje- és 9%-os energiacsökkentés pedig valamennyi paraméter (takarmányértékesítés, takarmányfelvétel, súlygyarapodás) igazolt csökkenését okozta a kontroll keverékhez képest.

Ismereteink alapján kísérletünket megelőzően még nem végeztek olyan vizsgálatot, amelyben a takarmány nyersfehérje- és energiaszintjét egyaránt csökkentették és vizsgálták a N-retenciót, illetve az ürülék egyes N formáit. Nitrogén retencióhoz kapcsolódó eredményeink összhangban vannak a korábbi kísérletek eredményeivel, amely szerint a takarmány nyersfehérjeszintjének növekedésével a N-retenció romlik. (*Jackson és mtsai., 1982; Aletor és mtsai., 2000*) Az  $\text{NH}_4\text{-N}$  és húgysav-N ürülékben lévő aránya összefüggésben áll az elfogyasztott N mennyiségével. Jelen kísérletünkhöz hasonlóan *Such és mtsai. (2021b)* brojlersirkékkel végzett kutatásaik során megállapították, hogy nyersfehérje csökkentett takarmány etetésekor csökken az ürülékben az  $\text{NH}_4\text{-N}$  és a húgysav-N aránya. Ennek a jelenségnek a hátterében K kezelés esetében a nagyobb N bevitel állhat. Új kutatási eredménynek számít a csökkentett nyersfehérje- és energiaszintű csoportoknál az A-kezeléshez képest kimutatott nagyobb összes N,  $\text{NH}_4\text{-N}$  és húgysav-N koncentráció az ürülékben. Az A kezeléshez képest a B és C kezelés állatainak ürülékében a nitrogénformák koncentrációjának növekedését az energiahiány okozhatja, amely valószínűleg limitálja a fehérjeszintézist, növelve ezáltal a fehérjébe be nem épülő nitrogén ürítését.

#### 4. Következtetések, javaslatok

A kontroll- és a fehérjecsökkentett, izokalorikus takarmányok jobb termelési mutatókat eredményeztek, mint amikor a fehérje- és energiacsökkentést együtt alkalmaztuk. A csökkentett nyersfehérje és energia szintű tápot fogyasztó madarak gyengébb teljesítményének hátterében a takarmányok lecsökkentett AMEn tartalma, az így kialakult energiahiány állhat.

A N-retenció és az ürített N-formák alakulása között összefüggés figyelhető meg. A fehérjecsökkentett, izokalorikus kezelés eredményezte a kísérleti állatok legjobb N-retencióját és a vizelet eredetű N-formák ( $\text{NH}_4\text{-N}$  és húgysav-N) legkisebb koncentrációját az ürülékben. A tápok nyersfehérje- és energia tartalmának együttes csökkentése a kialakult energiahiány miatt – a romló teljesítmény mutatók mellett – növelte az ürülék különböző nitrogén formáinak koncentrációját. További kísérleteket látunk indokoltnak és újszerűnek a 1,5%-nál kisebb energiaszint csökkentések hatásainak, illetve az eltérő keményítő/fehérje és keményítő/nyerszsír arányú, csökkentett nyersfehérje szintű keverékek vizsgálata céljából.

## 5. Felhasznált irodalom

- Aletor V. A. – Hamid I. I. – Nieß E. – Pfeffer E.* (2000): Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilisation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, (5), pp. 547–554.
- Alfonso-Avila A. R. – Cirot O. – Lambert W. – Létourneau-Montminy M. C.* (2022) – Effect of low-protein corn and soybean meal-based diets on nitrogen utilization, litter quality, and water consumption in broiler chicken production: insight from meta-analysis. *Animal*, 16(3).
- Aviagen* (2019): Ross 308 Broiler Management Handbook. Aviagen Group, Cummings Research Park, 5015 Bradford Drive, Huntsville, AL 35805 USA
- Dairo F. A. S. – Adesehinwa A. O. K. – Oluwasola T. A. – Oluymi J. A.* (2010): High and low dietary energy and protein levels for broiler chickens. *African Journal of Agricultural Research*, 5(15), pp. 2030–2038
- Dublecz, K – Koltay, I. – Such, N. – Dublec, F. – Husvéth, F. – Wágner, L. – Péterné Farkas E. – Márton, A. – Farkas, V. – Pál, L.* (2018): Lehetőségek a takarmányok nyersfehérje tartalmának csökkentésére monogasztrikus állatokban = Recent Developments on Feeding Low Protein Diets with Monogastric Animals. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 67. 4 pp.
- Ferguson N. S. – Gates R. S. – Taraba J. L. – Cantor A. H. – Pescatore, A. J. – Ford M. J. – Burnham D. J.* (1998): The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration and litter composition in broiler. *Poult. Sci.*, 71, pp. 1481–1487.
- Internet1* (2018): „Mikroorganizmusok szerepe a biogeokémiai ciklusokban” (felhasználva: 2022.05.06.)
- Jackson S. – Summers J. D. – Leeson S.* (1982): Effect of Dietary Protein and Energy on Broiler Carcass Composition and Efficiency of Nutrient Utilization. *Poultry Science*, 61(11), pp. 2224–2231
- Kamran Z. – Sarwar M. – Nisa M. – Nadeem M. A. – Mahmood S. – Babar M. E. – Ahmed S.* (2008): Effect of Low-Protein Diets Having Constant Energy-to-Protein Ratio on Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chickens from One to Thirty-Five Days of Age. *Poultry Science*, 87(3), pp. 468–474
- Kristensen H. H. – Wathes C. M.* (2000): Ammonia and poultry welfare: A review *World's Poult. Sci. J.*, 56, pp. 235–245
- Marquardt R. R.* (1983): A Rapid High-Performance Liquid Chromatographic Method for the Quantitation of Uric Acid in Excreta and Tissues Samples. *Poultry Science* 62. 2099–2105
- Mi J. – Chen X. – Liao X.* (2019): Screening of single or combined administration of 9 probiotics to reduce ammonia emissions from laying hens. *Poultry Science*, 98, pp. 3977–3988
- Miles D. M. – Branton S. L. – Lott B. D.* (2004): Atmospheric ammonia is detrimental to the performance of modern commercial broilers. *Poult. Sci.*, 83, pp. 1650–1654
- Nahm K. H.* (2007): Feed formulations to reduce N excretion and ammonia emission from poultry manure. *Bio-resource Technology*. Elsevier, 98(12), pp. 2282–2300.
- Omland Ø.* (2002): Exposure and respiratory health in farming in temperate zones—A review of the literature. *Ann. Agric. Environ. Med.*, 9, pp. 119–136
- Peters J. – Combs S. – Hoskins B. – Jarman J. – Kovar J. L. – Watson M. – Wolf A. – Wolf* (2003): N. recommended methods of manure analysis. ASA-CSSA-SSSA Annual Meeting Abstracts. CD-ROM. Madison, WI
- Santos S. DOS – Laosutthipong C. – Yamauchi K. – Thongwittaya N. – Sittiya J.* (2019): Effects of dietary fiber on growth performance, fecal ammonia nitrogen, and gastrointestinal tract pH in broilers from 1 to 21 days of age. *International Conference on 4th Industrial Revolution and Its Impacts*, 27–30 March 2019, Walailak University, Thailand
- Such N. – Csitári G. – Stankovics P. – Wágner L. – Koltay I. A. – Farkas V. – Pál L. – Strifler P. – Dublec, K.* (2021, a.): Effects of Probiotics and Wheat Bran Supplementation of Broiler Diets on the Ammonia Emission from Excreta. *Animals*, 11(9).
- Such N. – Pál L. – Strifler P. – Horváth B. – Koltay I. A. – Rawash M. A. – Farkas V. – Mezőlaki Á. – Wágner L. – Dublec, K.* (2021, b.): Effect of Feeding Low Protein Diets on the Production Traits and the Nitrogen Composition of Excreta of Broiler Chickens. *Agriculture*, 11(8):781
- Targowski S. P. – Klucinski W. – Babiker S. – Nonnecke B. J.* (1984): Effect of ammonia on in vivo and in vitro immune responses. *Infect. Immun.*, 43, pp. 289–293

## Tojás mikrobióta DNS szekvencia alapú vizsgálati módszerei

Such Nikoletta – Farkas Valéria – Schermann Kornél – Zsarnóczay Sándor –  
Dublecz Károly – Csitári Gábor

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely*  
such.nikoletta.amanda@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A tojáshéj és a tojás belseje (sárgája és fehérje) mikrobiótájának nagy áteresztőképességű szekvenálási módszerrel történő vizsgálatához kritikus lépés a DNS kivonása. Kísérleteinkben két módszert hasonlítottunk össze. A közvetlen kivonásnál az adott tojás rész mintát a DNS kivonó oldatokkal reagáltattuk, míg a közvetett módszerrel először szeparáltuk a mikroorganizmusokat és azokból vontuk ki a DNS-t. A tojáshéjról megfelelő mennyiségű DNS-t sikerült kivonni, a tojás belsejéből azonban jóval kevesebbet. Az izolált genomi DNS mikrobiális összetétel vizsgálata alapján a tojáshéjról több mikroba fajt sikerült kimutatni a közvetlen kivonási módszer használatával. A tojáshéj mikrobiótája jóval több fajt tartalmazott, mint a sárgája és fehérje. Az alommal kezelt és a kontroll tojások fajszáma azonos nagyságrendben volt. *Salmonella* fajokat a vizsgált tojások nem tartalmaztak. Elvégzett vizsgálataink elő-kísérletei azoknak a kutatásoknak, amelyek az alom tojások keltetésben való felhasználhatóságát célozzák.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A tojás héjának mikrobákkal való szennyezettsége régóta elfogadott és igazolt. A tojás belsejét azonban sokáig csiramentesnek, vagy alig szennyezettnek gondolták. Egy 1983-ban megjelent szemleciikk szerint a tojások több, mint 90%-a nem tartalmaz mikroorganizmusokat (Mayes és Takeball, 1983). A tojás mikrobiális szennyezettségét elsősorban a tojás megromlása és fogyasztásának egészségügyi kockázatai (ételfertőzések, pl. szalmonellózis) miatt vizsgálták. Már a 1960-as években többféle, tenyésztésen alapuló módszert dolgoztak ki a mikrobiális szennyezettségének megállapítására (Williams és Whittemore, 1967, cit. Berrang és mtsai, 1999). Elsősorban a kívülről érkező mikrobák bejutására ható tényezőket (hőmérsékletkülönbség, nedvesség, szennyezési nyomás), illetve a tojás fizikai, kémiai és biológiai védekező mechanizmusait vizsgálták (Berrang és mtsai, 1999). Valamint jellemezték a tojáshéjon általában megtalálható szennyező mikrobiótát (Mayes és Takeball, 1983). Ellenőrizték az üzemi technológiák mikrobiológiai megalapozottságát és ajánlásokat dolgoztak ki a tojáshéj üzemi sterilizálására, a patogének (pl. szalmonellák) okozta kockázatok csökkentésére (Hutchinson és mtsai, 2003). A külső forrásból (tojásrakás után) érkező mikrobák vizsgálata mellett a kutatások tárgya lett a tojás kialakulási folyamat során bekövetkező belső mikrobiális, elsősorban *Salmonella* Enteriditis szennyezés is (Gantois és mtsai, 2009). A közölt eredmények jelentős szórást mutattak, a szerzők, baromfi fajták, tartástechnológia és földrajzi helyek szerint is.

Az újabb, a tenyésztésen alapuló vizsgálati módszerek által nyújtott lehetőségeket messze meghaladó, a kivont DNS elemzésén alapuló módszerek jóval gazdagabbá tették ismereteinket a tojás mikrobiótájáról. A polimeráz láncreakció (PCR), majd később az új generációs vagy nagy áteresztőképességű szekvenálás (NGS) napjainkra a vezető vizsgálati módszerré vált, bár sok esetben a tenyésztéses módszerek megőrizték fontosságukat (Gupta és mtsai, 2019). Számos új kutatási terület alakult ki, a tojás mikrobióta pontosabb leírása mellett lehe-

tővé vált annak kutatása is, hogyan befolyásolja a tojás belső és külső mikrobiális szennyezettsége a csirke embrió bélflórájának kialakulását (*Ding és mtsai, 2017; Maki és mtsai, 2020; Volf és mtsai, 2021*). A DNS alapú tenyésztés nélküli módszerek számos előnyük mellett azonban néhány hátránnyal is rendelkeznek. Ideális esetben adott mintából az összes DNS-t izolálni lehet, és az izolált DNS teljes egésze felhasználható a PCR során. A gyakorlatban ez nincs így. A minta kezelése, homogenizálása, a DNS kivonása és tisztítása mind erősen befolyásolja, hogy a vizsgálat végén mennyire hűen kapjuk meg a vizsgált mikrobióta eredeti összetételét (*Wintzingerode és mtsai, 1997; Fidler és mtsai, 2020*).

Kutatásaink célja annak eldöntése, hogy az alom tojások biztonságosa használhatók-e kelteésre. Jelen kísérletünk ennek a kutatásnak az egyik első lépése, a megfelelő DNS izolálási módszer kiválasztása. A DNS-t ki lehet vonni közvetlenül az adott mintából. A módszer előnye, hogy kevesebb lépésből áll, kevésbé munka és időigényes, kisebb a kivonás során elvesztett mikrobák mennyisége. Megfelelő kivonószerezrel elegendő mennyiségű DNS nyerhető ki. Hátránya, hogy a kivont DNS nem mindig elég tiszta, nagyobb mennyiségben tartalmazhat olyan szennyező anyagokat, amelyek a későbbi PCR reakciókat gátolják. A közvetett módszernél először a mikrobákat izolálják, és a kapott baktérium-szuspenzióból vonják ki a DNS-t. Előnye, hogy a kapott DNS tisztább, kevesebb PCR gátló anyagot tartalmaz. Hátránya, hogy a kivont DNS mennyisége gyakran kevesebb, és a mikroorganizmusok egy része (elsősorban a szilárd részecskékhez kötött, szesszilis forma) elveszik az izolálási lépések során. *Fidler és mtsai. (2020)* broiler székletmintákon végzett vizsgálatai szerint a két eltérő módszer jelentős különbségeket okozott az eredményül kapott mikrobiom összetételében.

Célkitűzés. Kísérletünkben a következő kérdésekre kerestünk választ: Lehet-e elegendő mennyiségű DNS-t izolálni az adott technológia szerinti tojások héjáról? Van-e különbség két eltérő megközelítésű DNS izolálási módszer között? Van-e különbség az alom és a kontroll tojások mikrobiótája között?

## 2. Anyag és módszer

A szülőpár fajtája Ross 308 brojler hibrid volt. A vizsgált tojások a Gallus Kft. (8460 Devecser, Levente telep) keltető telepéről származtak. A tojó istálló 3 részre tagolt helység, melynek a közepén műanyag szőnyegborítású rácsos padozat található, ami tojófészekként szolgál. A terem két szélé ettől szabadon hagyott rácsos padozattal van leválasztva, itt az állatok ürüléke nem potyog le, megszárad, ami alomként szolgál. A tojófészek lejtése miatt a tojások egy helyre gurulnak, ahonnan összegyűjtik őket. A kontroll tojások a tojófészek műanyag szőnyegborítású rácsos padozatáról lettek gyűjtve, ahol összesen 3 órát töltöttek. Az alom tojást megforgatták a terem szélén lévő ürülékben, majd 16 órára benne is hagyták. A terem hőmérséklete  $21 \pm 0.5$  °C, páratartalma 35% volt. A kezeléseket után a tojásokat 4°C-on hűtőben tartották a DNS kivonásig.

A DNS kivonást, tisztítást és szekvenálást a Xenovea Kft. (6726 Szeged, Rahói utca 5) végezte. A mintaelőkészítés során a közvetett módszernél a mikrobákat 10 mM TrisHCl pH8 pufferben szuszpendálták, majd 3 perc centrifugálás (16000 g) után az üledék felsuszpendálták lízis pufferben. A közvetlen módszernél az adott mennyiségű mintát DNA/RNA Shield reagensben (Zymo Research) felvették és DNA/RNA Shield lízis csőbe mérték. A genomi DNS-t izolálást ZymoBIOMICS 96 MagBead DNA kit (Zymo Research) felhasználásával végezték a gyártó utasításai szerint. A bakteriális DNS-t amplifikálásához a 16S rRNS gén V3-V4 régiójára tervezett primereket használtak. Az elkészült minőségellenőrzött és qPCR-rel kvantifikált könyvtárak szekvenálása Illumina MiSeq platformon valósult meg. A szekvenciák elemzése és taxonómiai besorolása az Illumina 16S Metagenomics applikációval tör-

tént. A minták közötti közös és egyedi fajok számításához a InteractieVenn webes programot (<http://www.interactivenn.net/>) használtuk.

### 3. Eredmények és értékelésük

A megfelelő izolálási eljárás kiválasztásához vizsgáltuk a kivont DNS mennyiségét, a szekvenálási adatok értékelése után kapott fajok mennyiségét és a mikrobiomok diverzitását. Az alom és kontroll tojások héjáról és a tojás belsejében a sárgájából és fehérjéből izolált DNS mennyiségét az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat: A kivont DNS mennyisége az eltérően kezelt tojások héjáról és belsejéből

mintavételi hely, kivonási mód	DNS mennyisége (ng/μl)	
	kontroll tojás	alom tojás
tojáshéj, közvetett	0,016	0,273
tojáshéj, közvetlen	0,129	1,524
sárgája és fehérje, közvetett	0,048	0,050
sárgája és fehérje, közvetlen	0,036	0,024

Minden esetben sikerült a PCR-hez szükséges mennyiségű DNS-t kivonni a mintákból. A mennyiséget befolyásoló fő tényező a mintavétel helye volt: a tojás belsejéből jóval kisebb mennyiséget lehetett kivonni, mint a tojás héjáról.

A nagy áteresztőképességű Illumina MiSeq szekvenátorral végzett szekvenálás adatainak feldolgozása után összehasonlítottuk a tojáshéjról és a tojás belsejéből kapott szekvenciák (*read*-ek) számát a két kezelésben (kontroll és alom) a két kivonási mód (közvetett, közvetlen) esetén (2. táblázat).

2. táblázat: A szekvenciák (*read*-ek) száma az eltérően kezelt tojások héján és belsejében

mintavételi hely, kivonási mód	Szekvenciák ( <i>read</i> -ek) száma	
	kontroll tojás	alom tojás
tojáshéj, közvetett	97185	98190
tojáshéj, közvetlen	104970	102648
sárgája és fehérje, közvetett	-	3490
sárgája és fehérje, közvetlen	99661	89463

A K5 kezelésben (tojás sárgája és fehérje, közvetett kivonás) a PCR és az utána történő szekvenálás sikertelen volt. A szekvenciák (*read*-ek) száma a közvetett módszerrel kivont tojás sárgája és fehérje mintán kívül megfelelő volt a további értékeléshez, jelentős különbség a közvetett és közvetlen kivonás között nem volt.

A DNS szekvenciák adatbázishoz illesztése után összehasonlítottuk az azonosított fajok számát a különböző kezelésekből. A tojás sárgája és fehérje, közvetett kivonás kezelésében a szekvenálás sikertelen volt. Meghatároztuk a mindkét izolálási móddal kapott közös fajok számát, és a csak az adott izolálási módra jellemző fajok számát is. Az eredményeket a 3. táblázat mutatja. A kapott szekvenciák besorolása ismert fajokhoz 54 és 72 %-ok között változott. Ugyanez nemzetség szinten 94 és 97% között változott.

3. táblázat: A 16S RNS alapján meghatározott fajok száma a közvetett és a közvetlen kivonási módszer szerint a tojás héján és belsejében

mintavételi hely, kezelés	fajok száma		
	csak a közvetettben (összes)	közös	csak a közvetlenben, (összes)
tojáshéj, kontroll	90 (336)	246	700 (946)
tojáshéj, alom	91 (367)	276	267 (543)
sárgája és fehérje, kontroll	-	-	- (134)
sárgája és fehérje, alom	67 (84)	17	53 (70)

A tojáshéjról a közvetlen módszer alkalmazásával jóval több fajt azonosítottunk, mint a közvetett kivonási módszerrel. A fajok számát befolyásoló fő tényező a mintavétel helye volt: a tojás belsejéből jóval kevesebb fajt sikerült kimutatni, mint a tojás héjáról. Az adatok az ismétlések hiánya miatt csak tájékoztató jellegűek.

A kontroll és alom tojásokon kimutatott fajok számát a 4. táblázat mutatja. A tojáshéj mikrobái esetén az eredmények ellentmondásosak, aminek elsősorban a kis mintaszám az oka. A tojás belsejében (fehérje és sárgája együtt) hasonló számú faj volt a kontroll és alom tojásokban, és nagyon alacsony (15) volt a mindkét csoportban előforduló közös fajok száma.

4. táblázat: A 16S RNS alapján meghatározott fajok száma a kontroll és alom tojások héján és belsejében

mintavételi hely, kivonási mód	fajok száma		
	csak a kontroll tojás- ban (összes)	közös	csak az alom tojás- ban (összes)
tojáshéj, közvetett	161 (336)	175	192 (367)
tojáshéj, közvetlen	509 (946)	437	106 (543)
sárgája és fehérje, közvetett	-	-	- (124)
sárgája és fehérje, közvetlen	67 (82)	15	55 (70)

A tojáshéjon az amplifikált szekvenciák többsége a Firmicutes törzsbe sorolható (5. táblázat). A *Salinicoccus qingdaonensis*, *Lactobacillus kitasatonis*, *Staphylococcus lentus*, *Brevibacterium oceani* voltak a leggyakoribb fajok a tojáshéjon. A kontroll tojások héján az alom tojásokhoz képest magasabb a Bacteroidetes és a Proteobacteria Gram-negatív törzsekbe sorolható szekvenciák aránya. A tojás belsejében a tojáshéjhoz képest nagyobb a Gram-negatív törzsekbe sorolható szekvenciák aránya. A fajok közül a *Bacillus macyae* volt a leggyakoribb. *Salmonella* nemzetségbe tartozó fajok jelenlétét nem mutattuk ki sem a tojás héján, sem a belsejében. A törzs szintű eredmények összhangban vannak a szakirodalomban közölt tojáshéjon Gram-pozitív dominanciát mutató NGS alapú eredményekkel (*Maki és mtsai*, 2020; *Trudeau és mtsai*, 2020) eredményekkel. Tenyésztésen vagy PCR alapon más eredményeket is közöltek, pl. Volf és mtsai. (2021) Proteobacterium, tehát Gram-negatív dominanciát írtak le. Tojás belsejében a Firmicutes törzs tagjai mellett jellemző a Proteobacterium törzsbe tartozó mikrobák jelenléte, ez egyezik a szakirodalomban közölt eredményekkel (*Ding és mtsai*, 2021).

5. táblázat: Az amplifikált szekvenciák (read-ek) törzs szintű besorolásának eredményei

mintavételi hely, kezelés, kivonási mód	törzs (%)			
	Firmicutes	Actinobacteria	Bacteroidetes	Proteobacteria
tojáshéj, kontroll, közvetett	58,34	15,30	8,06	15,73
tojáshéj, kontroll, közvetlen	64,87	21,65	7,30	3,78
tojáshéj, alom, közvetett	81,40	16,71	0,81	0,83
tojáshéj, alom, közvetlen	77,73	20,65	1,02	0,38
sárgája és fehérje, kontroll, közvetett	-	-	-	-
sárgája és fehérje, kontroll, közvetlen	46,03	5,59	5,56	33,20
sárgája és fehérje, alom, közvetett	34,38	14,11	13,00	33,70
sárgája és fehérje, alom, közvetlen	32,54	3,08	5,36	45,67

#### 4. Következtetések, javaslatok

A tojáshéjon és a tojás belsejében viszonylag alacsony a mikroorganizmusok száma. A kivonási módszernél ezért előnyösebb, ha a folyamat során minél kisebb az elvesztett mikrobák száma. A tojáshéjon és a tojás belsejében kicsi a PCR-t gátló anyagok mennyisége. Eredményeink alapján a közvetlen kivonási módszert (Shield reagens) választottuk további kísérleteinkhez, ezzel a módszerrel mindig sikerült megfelelő mennyiségű és minőségű DNS-t kivonni, míg a közvetett módszerrel ez nem mindig sikerült. A kontroll és az alom tojáshéj mikrobiomok között nagyobb különbségek voltak a törzs szintű besorolásnál, mint a két féle DNS kivonási módszer között.

A választott DNS kivonási módszer és a nagy áteresztőképességű szekvenálás (NGS) alkalmazása a tojás különböző részein vagy részeiben élő mikrobaközösség tanulmányozására új és a korábbiaknál részletesebb adatokkal szolgálhat. Ezek felhasználásával jobban megismerhetjük a tojás mikrobiális szennyeződésének külső és belső forrásait, a csirke embrió bél mikrobióta kialakulásában betöltött szerepét, és a szennyezettség hatásait a tenyésztési technológiákra.

#### Köszönetnyilvánítás

A publikáció elkészítését a Széchenyi 2020 Program keretein belül az Európai Regionális Alap és Magyarország Kormánya támogatásával a GINOP-2.3.2.-15-2016-00054 számú „Festetics Imre Bioinnovációs Kiválósági Központ és Stratégiai K+F+I Projektműhely” című projekt támogatta.

## 5. Felhasznált irodalom jegyzéke

- Berrang, M.E. – Cox, N.A. – Frank, J.F. – Buhr, R.J. (1999): Bacterial Penetration of the Eggshell and Shell Membranes of the Chicken Hatching Egg: A Review, *Journal of Applied Poultry Research*, 8(4), 499–504, <https://doi.org/10.1093/japr/8.4.499>.
- Ding, J. – Dai, R. – Yang, L. – He, C. – Xu, K. – Liu, S. – Zhao, W. – Xiao, L. – Luo, L. – Zhang, Y. – Meng, H. (2017): Inheritance and Establishment of Gut Microbiota in Chickens. *Frontiers in microbiology*, 8, 1967. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01967>
- Ding, P. – Liu, H. – Tong, Y. – He, X. – Yin, X. – Yin, Y. – Zhang, H. – Song, Z. (2021): Developmental Change of Yolk Microbiota and Its Role on Early Colonization of Intestinal Microbiota in Chicken Embryo. *Animals*, 12(1), 16. <https://doi.org/10.3390/ani12010016>
- Fidler, G. – Tolnai, E. – Stigel, A. – Remenyik, J. – Stundl, L. – Gal, F. – Biro, S. – Pohalcsek, M. (2020): Tentative effects of automated and manual metagenomic DNA purification protocols on broiler gut microbiome taxonomic profiling. *Sci Rep* 10, 3419. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60304-y>
- Gantois, I. – Ducatelle, R. – Pasmans, F. – Haesebrouck, F. – Gast, R. – Humphrey, T. J. – Van Immerseel, F. (2009): Mechanisms of egg contamination by *Salmonella* Enteritidis. *FEMS microbiology reviews*, 33(4), 718–738. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2008.00161.x>
- Gupta, S. – Mortensen, M.S. – Schjørring, S. (2019): Amplicon sequencing provides more accurate microbiome information in healthy children compared to culturing. *Commun Biol* 2, 291 (2019). <https://doi.org/10.1038/s42003-019-0540-1>
- Hutchison, M. – Gittins, J. – Walker, A. – Moore, A. – Burton, C. – Sparks, N. (2003): Washing table eggs: A review of the scientific and engineering issues. *World's Poultry Science Journal*, 59(2), 233–248. doi:10.1079/WPS20030015
- Maki, J.J. – Bobeck, E.A. – Sylte, M.J. (2020): Eggshell and environmental bacteria contribute to the intestinal microbiota of growing chickens. *J Animal Sci Biotechnol* 11, 60. <https://doi.org/10.1186/s40104-020-00459-w>
- Mayes, F. J. – Takeballi, M. A. (1983): Microbial Contamination of the Hen's Egg: A Review. *Journal of food protection*, 46(12), 1092–1098. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-46.12.1092>
- Trudeau, S. – Thibodeau, A., – Côté, J. C. – Gaucher, M. L. – Fravallo, P. (2020): Contribution of the Broiler Breeders' Fecal Microbiota to the Establishment of the Eggshell Microbiota. *Frontiers in microbiology*, 11, 666. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00666>
- Volf, J. – Crhanova, M. – Karasova, D. – Faldynova, M. – Kubasova, T. – Seidlerova, Z. – Sebkova, A. – Zeman, M. – Juricova, H. – Matiasovicova, J. – Foltyn, M. – Tvrdon, Z. – Rychlik, I. (2021): Eggshell and Feed Microbiota Do Not Represent Major Sources of Gut Anaerobes for Chickens in Commercial Production. *Microorganisms*, 9, 1480. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9071480>
- Williams, J. E. – Whittemore, A. D. (1967): A Method for Studying Microbial Penetration through the Outer Structures of the Avian Egg. *Avian Diseases*, 11(3), 467–490. <https://doi.org/10.2307/1588196>
- Wintzingerode, F. – Göbel, U. B. – Stackebrandt, E. (1997): Determination of microbial diversity in environmental samples: pitfalls of PCR-based rRNA analysis. *FEMS microbiology reviews*, 21(3), 213–229. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.1997.tb00351.x>



## **A kukorica DDGS felhasználási lehetőségei a pecsenyekacsa takarmányozásban - Irodalmi áttekintés**

Dublecz Fanni – Polgár J. Péter – Dubleczy Károly

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely*  
dubleczfanni.tak@gmail.com

### **Összefoglalás**

A kacsá-takarmányozás terén történő továbblépést hátráltatja, hogy kevés információ áll rendelkezésre a különböző takarmány-alapanyagok kacsára vonatkozó AMEn (zéró N-retencióra korrigált látszólagos metabolizálható energia) és emészthető aminosav értékeiről. A jelenlegi gyakorlatban általában a tyúk fajjal meghatározott értékeket használják a kacsá tápok összeállítása során. Ez több-kevesebb hibaforrást jelent, mivel a különböző baromfi fajok emésztési sajátosságai között számos különbség van. A szükségleti értékek vonatkozásában szintén kevés információ áll rendelkezésre a kacsá fajra vonatkozóan. A vonatkozó szakirodalmak pedig nem támasztják alá azt a feltételezést, hogy a broiler csirkére vonatkozó adatok biztonsággal alkalmazhatóak lennének a kacsá-takarmányok receptúrázása során is. Az energia, valamint a fehérje a tápok két legdrágább, a termelés gazdaságosságát alapvetően befolyásoló paramétere. A kacsára vonatkozó AMEn és aminosav értékek, illetve kacsára vonatkozó szükségleti értékek további pontosításával tovább tudnánk növelni a pecsenyekacsa előállítás gazdaságosságát, versenyképességét. Illetve lehetővé tenné az alternatív fehérjeforrások, mint például a kukorica DDGS nagyobb arányú használatát, az alacsonyabb költségű tápok pontosabb formulázását. A korlátozott számú publikált információ azt sugallja, hogy a kukorica DDGS akár 30 százalékban is használható, -szükségleti értékek kielégítése mellett, a pecsenyekacsa takarmányokban az elfogadható teljesítmény és húsminőség elérése érdekében. További kutatások szükségesek a kukorica DDGS pecsenyekacsa tápokban való felhasználásának optimalizálásához.

### **1. Bevezetés**

A világ kacsá populációja az 1961 és 2019 között hatszorosára nőtt (193,4 millió db; 1177,4 millió db) (Jalaludeen és Churchil, 2022). Kacsá előállítás tekintetében Ázsia a vezető termelési régió, Európa a második legnagyobb termelő. Az Európai Unión belül hazánk az egyik legnagyobb kacsá-hús előállító. A 2019-es évben 118 389 tonnányi előállított kacsá-hús mennyiség körülbelül felét tette ki az ugyanerre az időszakra vonatkozó broiler csirke volumennek (436 220 tonna) (Csorbai, 2020). A kacsá-hús előállításához világszinten használt elsődleges kacsá-fajok a pekingi, pézsmaréce (Franciaország) és az mulardkacsá (fois gras előállítás). Hazánkban a hús hasznosítást tekintve a pekingi kacsá az elsődleges. A kacsá-hús telítetlen zsírsavakban gazdag (Batura és mtsai., 1990), ami nagyon ízletessé és magas tápértéké teszi (Bernacki és Adamski, 2001). Folyamatosan növekvő érdeklődés figyelhető meg világszerte ezen értékes fehérjeforrás fogyasztása iránt (Adamski, 2011).

### **2. A pecsenyekacsa takarmányozása**

Az elmúlt időszakban a húskihozatal nagymértékben nőtt, a vágott test zsírtartalma pedig csökkent, a genetikai előrehaladás, a jobb menedzsment és főként a takarmányozás fejlődése következtében (Baéza, 2016).

A takarmányozás terén történő továbblépést azonban hátráltatja, hogy kevés információ áll rendelkezésre a különböző takarmány-alapanyagok kacsára vonatkozó AMEn (zéró N-retencióra korrigált látszólagos metabolizálható energia) és emészthető aminosav értékeiről. A jelenlegi gyakorlatban általában a tyúk fajjal meghatározott aminosav emészthetőségi értékeket használják a kacsá tápok összeállítása során, vagy teljes aminosav alapon történik a formulázás. Ez több-kevesebb hibaforrást jelent, mivel a különböző baromfi fajok emésztési sajátosságai között számos különbség van, melyet több kutatás is bizonyít (saját kísérleti eredmények is). A vonatkozó szakirodalmak pedig nem támasztják alá azt a feltételezést, hogy a broiler csirkére vonatkozó adatok biztonsággal alkalmazhatóak lennének a kacsatakarományok receptúrázása során is (Rodehutchord, 2015). A korlátozott információk miatt a kacsatápok összeállítása a tyúk fajjal meghatározott AMEn értékekkel történik (Mohamed és mtsai, 1984; Elkin, 1987; Adeola és mtsai, 1997). Zhang és mtsai (2007) szerint viszont ennek az eljárásnak a pontossága megkérdőjelezhető. Siregar és Farrell (1980) különbségeket találtak csirke és kacsá esetében az ME értékek között. Muztar és mtsai (1977) számos alapanyag esetében jobb energiahasznosítást figyeltek meg kacsában, mint broiler csirkében. Az energia, valamint a fehérje a tápok két legdrágább, a termelés gazdaságosságát alapvetően befolyásoló paramétere. A kacsára vonatkozó AMEn és aminosav értékek meghatározásával tovább tudnánk növelni a pecsenyekacsá előállítás gazdaságosságát, versenyképességét.

Kong és Adeola (2010) fehér pekingi kacsákra vonatkozóan meghatározta az aminosavak látszólagos ileális emészthetőségét kukorica DDGS és más takarmányok vonatkozásában esetében (1. táblázat). A lizin látszólagos emészthetősége a DDGS-ben volt a legalacsonyabb, összehasonlítva a többi takarmány-alapanyaggal, melynek ennek oka a szárítási folyamat során fellépő túlzott hőhatás volt (Kong és Adeola, 2010).

A kacsák takarmányozásában további hátráltató tényező, hogy a fent említett hiányosságok miatt, illetve, mert a kacsára vonatkozó emészthető aminosav szükségletek terén is kevés kutatás fellelhető, a kacsatápok vonatkozásában általában a teljes aminosav szükségletek kerülnek megadásra (Helmbrecht, 2012). Ennek hibája lehet, hogy a valódi szükséglethez képest több táplálóanyag jut be feleslegben, ami terhelheti az állatok intermedier anyagcseréjét és így visszavetheti a teljesítményt, emellett csökkenti a termelés gazdaságosságát és környezetvédelmi vonatkozásokat is felvet, mert növeli a baromfitrágya N-tartalmát.

Kacsára meghatározott szükségleti értékeket tekintve Wen és mtsai, (2017) által meghatározott értékek 1-21 napos korra vonatkozóan a lizinből (a súlygyarapodás alapján) 0,94 és 0,98 % volt, a 2750, illetve 3050 kcal/kg AME szintű takarmányok esetén. Baéza (2016) összegezte a pecsenyekacsákra meghatározott néhány publikált adatot, melyet a 2. táblázatban tüntettünk fel.

Az utóbbi évek tyúk fajjal és sertéssel végzett kutatási eredményei alapján látható, hogy az állatok táplálóanyag szükségletének kielégítése sokkal pontosabban elérhető az emészthető aminosav szükségleti értékek használatával (Kluth és Rodehutchord, 2006; Kong és Adeola, 2010).

Összetétel szempontjából, a kacsatápok általában hasonlóak a broiler csirke számára készített tápokéhoz, vagyis kukorica és extrahált szója alapúak, pedig világszerte számos alternatív takarmány alapanyag elérhető a kacsák számára (Baéza, 2016). Az emészthető aminosav értékek használata lehetővé teszi az alternatív fehérjeforrások használatát, így pontosabban formulázhatóak az alacsonyabb költségű tápok. Végül pedig az emészthető aminosav alapú receptúrázás ökonómiai előnyöket is hozhat (Rostagno és mtsai., 1995). A kacsá a rostot jobban tolerálja, mint a csirke, így ezek melléktermékek könnyebben receptúrába illeszthetőek a víziszárnyasok esetén.

1. táblázat: Kísérleti takarmányok látszólagos ileális emészthetősége (%) (szárazanyag, nitrogén, aminosavak) (pekingi kacsa) (Forrás: Kong és Adeola, 2010)

Alapanyag	Kukorica	Búza	DDGS	Repcedara	Szójadara	Hús és csontliszt	SD <sup>2</sup>
n <sup>3</sup>	8	8	7	8	8	8	
DM	78,96 <sup>a</sup>	72,25 <sup>b</sup>	62,96 <sup>c</sup>	64,88 <sup>c</sup>	79,64 <sup>a</sup>	76,97 <sup>a</sup>	2,40
N	74,85 <sup>bc</sup>	78,83 <sup>b</sup>	77,35 <sup>b</sup>	75,99 <sup>bc</sup>	88,33 <sup>a</sup>	72,42 <sup>c</sup>	2,86
Esszenciális aminosavak							
Arg	79,27 <sup>cd</sup>	77,82 <sup>d</sup>	84,15 <sup>bc</sup>	87,11 <sup>b</sup>	93,82 <sup>a</sup>	83,54 <sup>bcd</sup>	3,92
His	83,79 <sup>bc</sup>	82,78 <sup>b</sup>	81,43 <sup>b</sup>	82,73 <sup>bc</sup>	91,59 <sup>a</sup>	73,37 <sup>c</sup>	2,64
Ile	75,18 <sup>b</sup>	80,75 <sup>b</sup>	79,49 <sup>b</sup>	77,69 <sup>b</sup>	90,09 <sup>a</sup>	77,31 <sup>b</sup>	3,99
Leu	84,81 <sup>ab</sup>	81,54 <sup>bc</sup>	87,90 <sup>a</sup>	79,41 <sup>c</sup>	89,24 <sup>a</sup>	78,18 <sup>c</sup>	2,98
Lys	77,95 <sup>b</sup>	76,75 <sup>b</sup>	69,19 <sup>c</sup>	79,04 <sup>b</sup>	90,34 <sup>a</sup>	75,60 <sup>b</sup>	3,21
Met	85,62 <sup>b</sup>	84,68 <sup>b</sup>	85,05 <sup>b</sup>	84,78 <sup>b</sup>	91,81 <sup>a</sup>	78,40 <sup>c</sup>	2,68
Phe	81,06 <sup>bc</sup>	83,84 <sup>b</sup>	84,15 <sup>b</sup>	81,53 <sup>bc</sup>	90,41 <sup>a</sup>	78,81 <sup>c</sup>	3,20
Thr	61,64 <sup>c</sup>	66,39 <sup>bc</sup>	69,79 <sup>b</sup>	69,57 <sup>b</sup>	83,95 <sup>a</sup>	69,95 <sup>b</sup>	5,00
Trp	80,24 <sup>cd</sup>	90,66 <sup>ab</sup>	78,99 <sup>d</sup>	84,95 <sup>bc</sup>	93,00 <sup>a</sup>	78,91 <sup>d</sup>	3,77
Val	68,07 <sup>c</sup>	73,45 <sup>bc</sup>	78,08 <sup>b</sup>	74,10 <sup>bc</sup>	87,15 <sup>a</sup>	74,62 <sup>bc</sup>	4,88
Nem-esszenciális aminosavak							
Ala	83,43 <sup>bc</sup>	73,61 <sup>e</sup>	84,88 <sup>ab</sup>	79,27 <sup>cd</sup>	88,87 <sup>a</sup>	78,15 <sup>de</sup>	3,05
Asp	74,19 <sup>b</sup>	70,28 <sup>b</sup>	70,55 <sup>b</sup>	74,65 <sup>b</sup>	87,86 <sup>a</sup>	53,29 <sup>c</sup>	4,88
Cys	53,84 <sup>b</sup>	72,29 <sup>a</sup>	73,21 <sup>a</sup>	70,90 <sup>a</sup>	81,10 <sup>a</sup>	32,71 <sup>c</sup>	9,20
Glu	86,56 <sup>b</sup>	92,06 <sup>a</sup>	85,29 <sup>b</sup>	85,96 <sup>b</sup>	92,26 <sup>a</sup>	75,49 <sup>c</sup>	2,38
Gly	59,35 <sup>c</sup>	71,94 <sup>b</sup>	71,14 <sup>b</sup>	74,49 <sup>b</sup>	85,57 <sup>a</sup>	71,68 <sup>b</sup>	6,23
Pro	76,26 <sup>b</sup>	87,41 <sup>a</sup>	84,02 <sup>a</sup>	75,75 <sup>b</sup>	88,04 <sup>a</sup>	71,39 <sup>b</sup>	4,14
Ser	65,95 <sup>c</sup>	75,88 <sup>b</sup>	76,37 <sup>b</sup>	71,43 <sup>bc</sup>	86,29 <sup>a</sup>	64,44 <sup>c</sup>	6,44
Tyr	75,19 <sup>c</sup>	78,80 <sup>bc</sup>	83,72 <sup>ab</sup>	76,42 <sup>c</sup>	89,58 <sup>a</sup>	79,18 <sup>bc</sup>	4,30

<sup>a-e</sup> Azonos soron belül a különböző betűvel jelölt átlagok egymástól szignifikánsan ( $P < 0,01$ ) különböznek

<sup>3</sup> Az értékek 7 ismétlés (ketrec) átlagai (6 madár/ismétlés) a kukorica Cys és a búza Trp esetén

2. táblázat: Pecsényekacsa takarmányozási javaslat energia és tápanyag szükségleti értékekre vonatkozóan (Forrás: Baéza, 2016)

	Indító fázis (1-14. nap)	Nevelő fázis (15-35.nap)	Befejező fázis (36-49.nap)
AME, kcal/kg	2,800-2,900	2,900-3,000	2,950-3,050
Standardizált ileális aminosav emészthetőség (SID) %			
Lys	1,00	0,75	0,65
Met	0,37	0,29	0,26
Met+Cys	0,70	0,55	0,49
Trp	0,16	0,13	0,12
Thr	0,62	0,48	0,44
Arg	1,05	0,81	0,72
Ile	0,65	0,50	0,45
Val	0,77	0,59	0,51

### 3. A kukorica DDGS, mint peccsenyekacsa takarmány alapanyag

Napjainkban a baromfitakarmányozás egyik fontos kutatási területe a keveréktakarmányokban felhasznált import GMO-szója bekeverési arányának csökkentése.

A részbeni kiváltásra lehetőséget adnak a különböző alternatív fehérjenövényekkel, melléktermékek. Ezen melléktermékek közül az egyik a kukorica DDGS (száraz kukoricatörköly, Dried Distillers Grains with Solubles), a bioetanol-gyártás fő mellékterméke, melyet széles körben használnak baromfitápok takarmány-összetevőjeként. (*Jie és mtsai.*, 2013). A bioetanol gyártás volumene jelentős mértékben megnőtt az utóbbi évtizedekben. A folyamat során 1 tonna kukoricából körülbelül 305-330 kg DDGS keletkezik.

A hazai előállítású DDGS 25% nyersfehérjét, 12% nyerszsírt és 7% nyersrostot tartalmaz. A kiindulási kukoricához képest a DDGS energiatartalma körülbelül annak 85%-a, az aminosavak emészthetősége a hőkezelés következtében alacsonyabb, a foszfor-emészthetősége azonban jobb (*Zoltán*, 2015). A kukorica DDGS-ben fehérjék, zsírok, aminosavak, esszenciális zsírsavak, vitaminok, ásványi anyagok, mannán-oligoszacharidok, élesztő  $\beta$ -glükán, inozit, glutamin, nukleinsavak, xantofillok, lutein és zeaxantin állnak rendelkezésre (*Salim és mtsai.*, 2010; *Min. és mtsai.*, 2015; *Trupia és mtsai.*, 2016; *Shin és mtsai.*, 2016a). A baromfinevelés költségeinek nagy részét a takarmány-költség teszi ki, ezért a DDGS alkalmazása segítséget nyújthat e költség csökkentésében.

#### *Az etethetőség esetleges korlátozó tényezői*

A kukorica DDGS etethetőségében a fő kellemetlenség a kémiai összetétel nagyfokú változékonysága a feldolgozási körülmények miatt (*Baeza*, 2016), ezért az egyes tételek folyamatos ellenőrzése elengedhetetlen. Abban az esetben, ha túlhevítik, a szárítás során a lizin és az arginin (legsérülékenyebb aminosavak) egy része lebomlik vagy cukrokhoz kötődik. A DDGS gyártás során a hőkezelés nagymértékben befolyásolja tehát a termék beltartalmát. Minőségét és felhasználhatóságát nagyban befolyásolja továbbá a kiindulási kukorica mikotoxintartalma, ami a DDGS-ben háromszorosára dúsul (*Sadishar és mtsai.*, 2015). A kacsák érzékenyek a mikotoxinokra, ezért a toxinkötők alkalmazása gyakorlat a kacsák takarmányozása során (*Baeza*, 2016). A DDGS magas rosttartalma miatt limitáló lehet fiatal baromfiak takarmányában, az NSP-bontó enzimek használata javítja az emészthetőséget (*Zoltán*, 2015). További faktor, mely a bekeverhetőséget befolyásolhatja, hogy az előállítás során használt kénsavnak köszönhetően a bioetanol-gyártás melléktermékeiben nagy mennyiségű szulfát jelenhet meg, ami egyes esetekben csökkentheti a bekeverhetőség mértékét (*Sadishar és mtsai.*, 2015). Ete-tésekor indokolt és javasolt az emészthető aminosav alapú receptúrázás, emellett a tápok lizin és triptofán kiegészítése.

#### *A kukorica DDGS hatása a kacsák teljesítményparamétereire*

Kísérleti eredmények bizonyítják, hogy a kukorica DDGS a baromfitakarmányok alapanyagaként csökkentette a takarmányköltségeket, valamint a környezeti terhelést a trágyából származó nitrogén, foszfor, NH<sub>3</sub> és H<sub>2</sub>S szintjének csökkentésével (*Wu-Haan és mtsai.*, 2010; *Masa'deh és mtsai.*, 2011; *Li és mtsai.*, 2014; *Abd ElHack és mtsai.*, 2016).

Több kutatás beszámol arról, hogy a kukorica DDGS jól alkalmazható brojler csirkék (*Lumpkins és mtsai.*, 2004; *Wang és mtsai.*, 2007; *Corzo és mtsai.*, 2009), pulykák (*Roberson*, 2003), tojótyúkók (*Lumpkins és mtsai.*, 2005; *Roberson és mtsai.*, 2005; *Świątkiewicz és Kor-leski*, 2006), valamint sertések (*Whitney és mtsai.*, 2006) takarmányozásában, de a kacsákra vonatkozóan nagyon kevés információ áll rendelkezésre. A broilercsirkére vonatkozó összefoglaló tanulmányok szerint az indító fázisban 5-8%-ban, nevelő és befejező fázisokban 12-

15%-ban javasolják a DDGS bekeverését (*Swiatkiewicz és Koreleski, 2008; Sadishar és mtsai, 2015*). Az utóbbi kutatócsoport 2,5-5% DDGS etetésekor javulást tapasztalt a súlygyarapodás és a húsminőség tekintetében. A 15%-os bekeveréskor azonban már a broilerek energia és aminosav szükségleteinek teljesülésére és az esetleges komplettálás szükségességére hívják fel a figyelmet. A kutatócsoport emellett hangsúlyozza a kukorica DDGS használata során az emészthető aminosav szintekkel történő formulázás (főként a lizin, metionin cisztin és treonin esetén) fontosságát is, főként a lizin, metionin cisztin és treonin esetén.

A kacsák vonatkozásában jóval kevesebb kutatási eredmény látott napvilágot. *Creswell és mtsai. (2012)* szerint a kukorica DDGS 10-15%-os bekeverési szintig alkalmazható a kacsatápokban. *De Kowalczyk és mtsai. (2012)* azt találta, hogy a Pekingi kacsák 22-56 napos korában, akár 25% DDGS is használható volt, negatív hatás nélkül a növekedési mutatók, a carcass összetétel vagy a mellhús fizikai, kémiai tulajdonságai vonatkozásában. A DDGS 25%-os bekeverése lehetővé tette az extrahált szójadara és a búzatartalom csökkentését a kontroll takarmány 18,0 és 41,6%-áról 10,0 és 24,1%-ra. A gazdaságosság tekintetében a DDGS-t nem tartalmazó kontroll kezeléshez (100%) viszonyítva, a 15, 25, 30 % DDGS-t tartalmazó kísérleti tápok esetén a relatív költség 1 tonna takarmányra vonatkoztatva 86,16%; 77,95% és 72,05% volt. A kísérlet tápok izokalorikusak, hasonló nyersfehérje, nyersrost, Lys, Met+Cys, Thr és Trp szintűek voltak. Hasonló magas DDGS bekeverési arányt alkalmazott *Peilod és mtsai (2010)* is mulardkacsák a nevelő és befejező takarmányában, ahol 24%-os arányban sem okozott negatív hatást a madarak testtömeg-gyarapodására. *Adamski (2011)* 22-49 napos pekingi kacsákkal (hím és nőivar) etetett 15, 25, 30%-nyi kukorica DDGS-t az extrahált szójadara kiváltására, illetve kontrollként DDGS-t nem tartalmazó kezelést is alkalmaztak. A kísérleti tápok energia (AMEn), nyersfehérje, nyersrost, Lys, Met+Cys szintjei identikusak voltak. A DDGS szintek nem voltak szignifikáns hatással a madarak élősúlyára, a vágási kihozatalra, a mell és a láb izomzat arányára és súlyára, a bőr+bőr alatti zsír és a hasúri zsír súlyára sem. Nem volt lényeges eltérés a vágás után a mellhúsban mért fizikai tulajdonságokban, (pH15, pH24, hússzín értékek L\*, a\* és b\*, és a higroszkóposság), illetve a koleszterinszint alakulásában sem. A 30% DDGS viszont már szignifikánsan megnövelte a mellhús zsírtartalmát a gácséroknál, illetve annak fehérjetartalmát a tojók esetén. A kutatócsoport szerint a kísérletben tapasztalt eredmények és a kísérleti tápok relatív takarmányköltségei alapján, a kukorica DDGS a pekingi kacsák 22 életnapos korát követően akár 30%-os DDGS bekeverési szinten is javasolható a kereskedelmi tápok összeállítása során. Szintén magas kukorica DDGS bekeverési arányt is alkalmazhatónak találtak *Tang és mtsai (2021)*, ugyanis kísérletükben még a 24%-os bekeverési szintig sem volt hatással az átlagos napi testtömeg-gyarapodásra, átlagos napi takarmány-felvételre és a takarmányértékesítő-képességre sem, a peccsenyekacsák 1-28 napos kora között alkalmazva. A kísérleti kezeléseket 0, 8, 16, 24 és 32%-ban tartalmazták a mellékterméket. A tápok azonos energia, nyersfehérje, Lys, Met, M+C szintűek voltak, kristályos Lys és Met kiegészítés került alkalmazásra. A kutatók a 32%-os DDGS etetésekor már tendenciaszerű csökkenést figyeltek meg a napi testtömeg-gyarapodásban, de összességében a DDGS szint emelése nem hatott negatívan a növekedési mutatókra és csökkentette az egységnyi testtömeg-gyarapodásra vonatkozó költséget is. A legalacsonyabb értékesítő képesség fenntartása, így a takarmány-költség csökkentése érdekében az ajánlott bekeverési arány a 18,5% volt jelen kísérletben, az adott költségviszonyok között.

#### 4. Következtetések

Az energia, valamint a fehérje a tápok két legdrágább, a termelés gazdaságosságát alapvetően befolyásoló paramétere. A kacsára vonatkozó AMEn és aminosav emészthetőségi értékek, illetve kacsára vonatkozó szükségleti értékek további pontosításával tovább tudnánk növelni a peccsenyekacsa előállítás gazdaságosságát, versenyképességét, illetve lehetővé teszi az alternatív fehérjeforrások szélesebb körű használatát, így pontosabban formulázhatóak az alacsonyabb költségű tápok.

A témában született korlátozott számú publikált információ azt sugallja, hogy a kukorica DDGS akár 30 százalékban (adott életkorban) is hatékonyan használható a hús típusú, illetve peccsenyekacsa takarmányokban az elfogadható teljesítmény és húsminőség elérése érdekében.

A bekeverési arányokat azonban módosíthatja a különböző takarmányozott kacsá genotípusok energia- és tápanyag szükségleti értékeinek, illetve a kacsákra vonatkozó DDGS és más takarmány-alapanyagok pontos AMEn és emészthető aminosav-értékeinek további pontosítása. A brojlersirkével és a tojótyúkkal összehasonlítva a kacsák hatékonyabban tudják hasznosítani a rostban gazdag takarmányalapanyagokat, különösen szénhidrát-bontó és fitáz enzimek használata esetén, ami szintén arra utal, hogy a kacsák esetében akár nagyobb DDGS bekeverési arány is alkalmazható. További kutatások szükségesek a kukorica DDGS kacsá tápokban való felhasználásának optimalizálásához.

#### Köszönetnyilvánítás

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

#### 5. Felhasznált irodalom

- Abd El-Hack, M. E. – Mahgoub, S. A. – Alagawany, M. – Ashour, E. A.* (2016): Improving productive performance and mitigating harmful emissions from laying hen excreta via feeding on graded levels of corn DDGS with or without bacillus subtilis probiotic. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* doi: 10.1111/jpn.12522
- Baéza, E.* (2016): Nutritional requirements and feed management of meat type ducks. *World's Poultry Science Journal*, 72 (1), 5–20.
- Corzo A. – Schilling M.W. – Loar R.E. – Jackson V. – Kin S. – Radhakrishnan V.* (2009): The effects of feeding distillers dried grains with solubles on broiler meat quality. *Poultry Sci.* 88, 432–439
- Tang, X. – Chen, L. – Xiong, K. – Deng, D. – Peng, P.* (2021): Effects of Corn Distillers Dried Grain with Solubles on Growth Performance and Economic Benefit of Meat Ducks. *Pakistan Journal of Zoology*, 53(3), 821.
- Adamski, M. P. – Kowalczyk, A. M. – Łukaszewicz, E. T. – Korzeniowska, M.* (2011): Effects of sex and inclusion of dried distillers grains with solubles on slaughter yield and meat characteristics of Pekin ducks. *British poultry science*, 52(6), 742–749.
- Adeola, O. – Ragland, D. – King, D.* (1997): Feeding and excreta collection techniques in metabolizable energy assays for ducks. *Poult. Sci.* 76, 728–732.
- Batura, J. – Korzeziowski, W. – Bochno, R.* (1990): Effect of restricted feeding of ducks on fatty acids composition in reserve and muscle fat. *Przegląd Naukowej Literatury Zootechnicznej*, 35: 133–140.
- Bernacki, Z. – Adamski, M.* (2001): Evaluation of growth, slaughter values and fatty acids content in breast muscles of two breeding lines of ducks. *Zeszyty Naukowe Przeglądu Hodowlanego*, 57: 455–465.
- Borin, K. – Lindberg, J. E. – Ogle, R. B.* (2006): Digestibility and digestive organ development in indigenous and improved chickens and ducks fed diets with increasing inclusion levels of cassava leaf meal. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 90(5-6), 230–237.

- Creswell, D.* (2012, July): Feeding meat and laying ducks for maximum performance. In Proceedings of Poultry Feed Conference (pp. 9–10).
- Csorbai, A.* (2020): The Hungarian poultry sector during pandemics/A magyar baromfiágazat a járványok között. In IV. CEPI Conference on Poultry Nutrition and Poultry Health (On-line)
- Elkin, R. G.* (1987): A review of duck nutrition research. *World's Poult. Sci. J.* 43, 84–106.
- Helmbrecht, A.* (2012): Amino acid nutrition in ducks. In Proceedings of 24th World's Poultry Congress. pp: 5–9.
- Jalaludeen, A. – Churchil, R. R.* (2022): Duck production: an overview. *Duck Production and Management Strategies*, 1–55.
- Jamroz, D. – Wilickiewicz, A. – Orda, J. – Skorupinska, J.* (1996). Parameter des Verdauungstrakts und der N- und P-Verdaulichkeit der Aminosäuren bei Verfütterung von Triticale und Enzymen an Hähnchen, Enten und Gänse. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 79, 123–134.
- Jie, Y. Z. – Zhang, J. Y. – Zhao, L. H. – Ma, Q. G. – Ji, C.* (2013): The relationship between the metabolizable energy content, chemical composition and color score in different sources of corn DDGS. *Journal of animal science and biotechnology*, 4(1), 1–8.
- Kluth, H. – Rodehutsord, M.* (2006): Comparison of amino acid digestibility in broiler chickens, turkeys, and Pekin ducks. *Poultry science*, 85(11), 1953–1960.
- Kong, C. – Adeola, O.* (2010): Apparent ileal digestibility of amino acids in feedstuffs for White Pekin ducks. *Poultry science*, 89(3), 545–550.
- Kowalczyk, A. – Lukaszewicz, E. – Adamski, M. – Kuźniacka, J.* (2012): Carcass composition and meat characteristics of Pekin ducks in relation to age at slaughter and level of maize distiller's dried grains with solubles in diets. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 21(1), 157–167.
- Li, W. – Q. F. Li – W. Powers – D. Karcher – R. Angel – T. J. Applegate* (2014): Effects of distillers dried grains with solubles and mineral sources on gaseous emissions. *J. Appl. Poult. Res.* 23:41–50.
- Lukaszewicz, E. – Kowalczyk, A. – Adamski, M. – Kuźniacka, J.* (2011): Growth parameters and meat quality of Pekin ducks fed on different level of dried distillers grains with solubles. *Archives Animal Breeding*, 54(5), 557–566.
- Lumpkins B.S. – Batal A.B. – Dale N.M.* (2004): Evaluation of distillers dried grains with solubles as a feed ingredient for broilers. *Poultry Sci.* 83, 1891–1896
- Lumpkins B. – Batal A. – Dale N.* (2005): Use of distillers dried grains plus solubles in laying hen diets. *J. Appl. Poultry Res.* 14, 25–31
- Masa'deh, M. K. – S. E. Purdum – K. J. Hanford* (2011): Dried distillers grains with solubles in laying hen diets. *Poult. Sci.* 90:1960–1966
- Min, Y. N. – L. L. Li – S. K. Liu – J. Zhang – Y. P. Gao – F. Z. Liu* (2015): Effects of dietary distillers dried grains with solubles (DDGS) on growth performance, oxidative stress, and immune function in broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.* 24:23–29.
- Mohamed, K. – Lecrerq, B. – Anwar, A. – El-Alaily, H. – Soliman, H.* (1984): A comparative study of metabolizable energy in ducklings and domestic chicks. *Anim. Feed Sci. Technol.* 11, 199–209.
- Muztar, A. J. – Slinger, S.J. – Burton, J.H.* (1977): Metabolizable energy content of fresh water plants in chickens and ducks. *Poult. Sci.* 56, 1893–1899.
- Peillod, C. – Mancini, V. – Métyer, J. P. – Skiba, F. – Laborde, M.* (2010): Détermination du taux optimal d'incorporation de drêches de maïs dans la ration alimentaire des canards mulards mâles en phase de croissance et finition. Proceedings of 9èmes Journées de la Recherche sur les Palmipèdes à Foie Gras, 7–8.
- Roberson K.D.* (2003): Use of dried distillers' grains with solubles in growing-finishing diets of turkey hens. *Int. J. Poultry Sci.* 2, 389–393
- Roberson K.D. – Kalbfleisch J.L. – Pan W. – Charbeneau R.A.* (2005): Effect of corn distiller's dried grains with solubles at various levels on performance of laying hens and egg yolk color. *Int. J. Poultry Sci.* 4, 44–51
- Rodehutsord, M.* (2015): Differences in amino acid and phosphorus digestibility between broiler chicken, turkeys and ducks. Proceedings of the 20th European Symposium on Poultry Nutrition. 124–129.
- Rostagno, H. S. – Pupa, J.M.R. – Pack, M.* (1995): Diet formulation for broilers based on total versus digestible amino acids. *J. Appl. Poult. Res.* 4:293–299.
- Sasidhar, T. – Mani, K. – Rajendran, K.* (2015): Inclusion of DDGS in poultry diets. <https://www.poultryworld.net/Nutrition/Articles/2015/6/Inclusion-of-DDGS-in-poultry-diets-1760941W/>
- Salim, H. M. – Z. A. Kruk – B. D. Lee.* (2010): Nutritive value of corn distillers dried grains with solubles as an ingredient of poultry diets: A review. *World's Poult. Sci. J.* 66:411–432
- Shin, H. S. – J. W. Kim – D. G. Lee – S. Lee – D. Y. Kil* (2016a): Bioavailability of lutein in corn distillers dried grains with solubles relative to lutein in corn gluten meal based on lutein retention in egg yolk. *J. Sci. Food Agric.* 96:3401–3406.

- Siregar, A. P. – FARRELL, D.J.* (1980): A comparison of energy and nitrogen metabolism of fed ducklings and chickens. *Br. Poult. Sci.* 21, 213–227.
- Trupia, S. – J. K. Winkler-Moser – A. C. Guney – R. Beckstead –C-Y. O. Chen* (2016): Nutritional quality of eggs from hens fed distillers dried grains with solubles. *Poult. Sci.* 95:2592–2601.
- Świątkiewicz S. – Koreleski J.* (2006): Effect of maize distillers dried grains with solubles and dietary enzyme supplementation on the performance of laying hens. *J. Anim. Feed Sci.* 15, 253–260
- Świątkiewicz S. – Koreleski J.* (2008): The use of distillers grains with solubles (DDGS) in poultry nutrition. *World Poultry Sci. J.* 64, 257–265
- Wang Z. – Cerrate S. – Coto C. – Yan F. – Waldroup P.W.* (2007) Utilization of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets using a standardized nutrient matrix. *Int. J. Poultry Sci.* 6, 470–477
- Wen, Z. G. – Rasolofomanana, T. J. – Tang, J. – Jiang, Y. – Xie, M. – Yang, P. L. – Hou, S. S.* (2017): Effects of dietary energy and lysine levels on growth performance and carcass yields of Pekin ducks from hatch to 21 days of age. *Poultry Science*, 96(9), 3361–3366.
- Whitney M.H. – Shurson G.C. – Johnson L.J. – Wulf D.M. – Shanks B.C.* (2006): Growth performance and carcass characteristics of grower-finisher pigs fed high-quality corn distillers dried grain with solubles originating from a modern Mid-western ethanol plant. *J. Anim. Sci.* 84, 3356–3363
- Wu-Haan, W. – W. Powers – W. Angel – T. J. Applegate* (2010): The use of distillers dried grains plus solubles as a feed ingredient on air emissions and performance from laying hens. *Poult. Sci.* 89:1355–1359.
- Zhang, C.L. – Hou, S.S. – Wang, Y.H. – Liu, F.Z. – Xie, M.* (2007): Feed input and excreta collection time in metabolizable energy assays for ducks. *Czech. J. Anim.Sci.* 52, 463–468.
- Zoltán, P.* (2015): A takarmány alapanyagok korszerű felhasználása a baromfitakarmányozásban



## **4. Kisállattenyésztés – Állattan**



## Nagyüzemi nyúltelepek *Eimeria* spp. fertőzöttsége évszaktól függően

Demeter Csongor<sup>1</sup> – Német Zoltán<sup>2</sup> – Gerencsér Zsolt<sup>1</sup> – Demeter-Jeremiás Anett<sup>3</sup> –  
Sándor Ferenc<sup>3</sup> – Matics Zsolt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Állattenyésztési Tudományok  
Intézet, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

<sup>2</sup>Állatorvostudományi Egyetem, Patológiai Tanszék, Haszonállat Diagnosztikai Központ,  
2225 Üllő, Dóra major

<sup>3</sup>S&K-Lap Kft, 2173 Kartal, Császár út 135.  
demeter.csongor@phd.uni-mate.hu

### Összefoglalás

Az egész világon és ezen belül Magyarországon is a nagyüzemi nyúltenyésztés egyik legnagyobb kihívása a nyulak emésztőrendszeri megbetegedéseinek megelőzése és kezelése. Az emésztőszervi problémák háttérben jelentős százalékban endoparazitás fertőzöttség, az *Eimeria* fajok által okozott kokcidiózis áll. A tanulmány Magyarország hústermelő nyúlpopulációjának körülbelül felét, illetve a szlovák nyúlállomány 80 %-át fedi le. A gazdaságok mérete 200 és 6000 anyanyúl közé esik. A vizsgálat 2018 március és 2022 február közötti időintervallum eredményeit mutatja be. A megvizsgált bélsárminták közül ezen vizsgálatban 5723-at értékeltünk. A trágyaminták *Eimeria* fertőzöttségét és oociszta szintjét kvantitatívan értékeltük McMaster módszer szerint. 3889 minta mutatott negatív eredményt (68,0 %), 404 minta alacsony (7,1%), 775 minta magas (13,5 %), 655 minta pedig nagyon magas (11,4 %) oociszta ürítést. Megállapítottuk, hogy az éven belül a pozitív minták legnagyobb arányban a nyári és őszi időszakban fordultak elő. Ebben a két évszakban a minták kissé több, mint egyharmada tartalmazott oocisztát. Kedvezőbb képet mutatott a téli időszak, amikor már szignifikánsan nagyobb arányban találtunk teljesen negatív mintákat. A legkedvezőbb eredményeket tavasszal kaptuk, amikor a minták háromnegyede oocisztától mentes volt.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A világ nyúlhús-előállítására 1961 óta több mint háromszorosára nőtt. Kína másfél évtizede nemcsak a termelésben, hanem az exportban is vezető szerepet tölt be. Bár Magyarország az előállított mennyiség tekintetében csak a 14. helyen áll, külkereskedelemben mégis meghatározó a szerepe (*Szendrő és Szendrő, 2012*). Napjainkban évente 4-4,5 millió vágónyulat állítanak elő Magyarországon, amellyel a világ élvonalába tartozunk. Jelenleg az országban 103-105 ezer anyanyúllal és szaporulatával folyik a termelés (<http://www.nyultermektanacs.hu/>).

Magyarországon a nagyüzemi termelés legnagyobb kihívása jelenleg a nyulak emésztőrendszeri problémáinak megelőzése és kezelése. Az emésztőszervi megbetegedések háttérben a baktériumok mellett jelentős százalékban a paraziták játszanak szerepet. Ezen belül a nagyüzemben termelő házinyulak leggyakoribb endoparazitás fertőzöttsége a kokcidiózis, amelynek előidézésében több *Eimeria* faj játszik szerepet. Jelentőségére az intenzív nyúltenyésztés térhódítása hívta fel a figyelmet, de fontossága megítélésében a szakemberek véleménye eltérő (*Vetési, 1990*). A kokcidiózist az *Eimeria* nemzetséghez tartozó protozoák okozzák, és egyes szerzők szerint a fertőzés mindig jelen van a nyúlfarmokban, és gyakorlatilag lehetetlen megszüntetni (*Vancraeynest és mtsai, 2008*). Tizenegy *Eimeria* fajt azonosítottak házinyulakban (*Pakandl, 2009*), és gyakran fordul elő egyszerre több fajjal való fertőzés (*Catchpole és Norton, 1979*). A nemzetközi kutatómunkára alapozva *Vetési (1990)* az *Ei-*

*meria* fajokat patogenitásuk alapján 3 típusba sorolta be: gyenge patogenitású: *Eimeria perforans*, *Eimeria coeciola*, *Eimeria media*; mérsékelten patogén: *Eimeria irrasidua*, *Eimeria magna*, *Eimeria piriformis*; erősen patogén: *Eimeria flavescens*, *Eimeria intestinalis*. Az eltérő patogenitás mellett a fajoknak eltérő a sporulációs ideje (21-72 óra között), valamint eltérő a fertőzéstől a parazitapeték bélsárban való megjelenéséig eltelt idő is (4-17 nap; *Vetési, 1990*).

Mind a klinikai, mind a szubklinikai kokcidiózis fertőzések jelentős gazdasági veszteségeket okozhatnak a nyúlfarmokon, úgy, mint emésztési rendellenességek, a táplálóanyagok rossz felszívódása, kiszáradás, hasmenés, súlycsökkenés, fokozott fogékonyság a bakteriális és vírusos fertőzésekre, és a jelentősen fertőzött állományokban magas mortalitás (*Pakandl, 2009*).

A nyúltenyésztésben az *Eimeria* fertőzés elleni védekezésben rendkívül fontosak a hatékony gyógyszerek és a higiéniai intézkedések helyes alkalmazása (*Vereecken és mtsai, 2012*). A fertőzés orális úton történik, fertőző spórák oociszták lenyelésével. Ezek jelen lehetnek az ürülékben, és a szennyezett takarmányban vagy itatóvízben ([www.criver.com](http://www.criver.com)). A betegség leggyakrabban olyan gazdaságokban és tenyésztési rendszerekben alakul ki, ahol nem megfelelő a higiénia. Egy erős összefüggést figyeltek meg az *Eimeria* fertőzés, a higiénés állapot és a megelőző kezelés között (*Vereecken és mtsai, 2012; Jarvis és mtsai, 2013*). Az idősebb nyulak (termelésben lévő anyák, bakok) általában rezisztensek az *Eimeria* fertőzéstől eredő megbetegedésekkel szemben, de a hordozás és mérsékelt oociszta ürítés tünetmentes állatokban is folyamatos lehet. A legmagasabb morbiditási és mortalitási arány általában az elválasztott állatoknál figyelhető meg (*El-Ashram és mtsai, 2020*).

Kísérleti célú, különböző dózisú oociszta fertőzésekre adott válaszokat értékelve azt állapították meg, hogy klinikai tünetek csak nagy dózisú oociszta fertőzés esetén észlelhetők ([www.criver.com](http://www.criver.com)).

Az évszakok hatását több országban, legelőn tartott állatok esetén (szarvasmarha: *Lassen és mtsai, 2014*, juh, kecske: *Mohamaden és mtsai, 2018*) már vizsgálták és általában magasabb oociszta számot figyeltek meg a forró, esős évszakban, mint a hideg, száraz évszakokban.

*Grès és munkatársai (2003)* Franciaországban üregi nyulak esetében vizsgálták az oociszták előfordulását, tavasszal, illetve ősszel magasabb oociszta ürítést mutattak ki, mint nyáron.

*Matics és munkatársai (2021)* eltérő hőmérsékletek mellett, 3 hazai házinyúl fajta esetén vizsgálták ivartól függően a nyulak bélsarából kimutatható oociszta számot, azonban a kis elemszám miatt nem tudtak egyértelmű összefüggéseket bizonyítani.

Célunk volt a hazai és szlovák nyúltelepeken termelő állományok bélsár oociszta terheltségének felmérése, továbbá az adatok értékelése az évszakok függvényében.

## 2. Anyag és módszer

### *Állatok*

A mintákat 29 magyar és 2 szlovák nyúltenyésztő gazdaságban gyűjtöttük, felmérésünk reprezentálja Magyarország hústermelő nyúlállományának körülbelül felét, illetve a szlovák nyúlállomány 80 %-át. A gazdaságok mérete 200 és 6000 anyanyúl (és szaporulata) közötti. A begyűjtött telepi minták darabszáma és eloszlása nem egyenletes, de a termelés valamennyi szakaszát (anyák és napos nyulak, választott nyulak, befejező fázis) lefedték. A vizsgált állományok jellemzően Hycole, Zika, és Hyplus, valamint elenyésző számban Martini hibridek, illetve Debreceni fehér és Pannon fehér fajták voltak.

### ***Takarmány és tartásmód***

Az összes vizsgált állományt kereskedelmi forgalomban kapható, granulált takarmánykeverékekkel etették. Az anyai és befejező takarmányok kokcidiosztatikum-mentesek voltak, csak a választási takarmányok tartalmaztak robenidin-hidroklorid kokcidiosztatikumot. A minták a standard és állatjóléti szempontból javított ketreces, valamint rácspadlós boxos tartásmódokban tartott nyulakból származtak.

### ***Mintaszámok, mintagyűjtés és parazitológiai elemzés***

Az adatgyűjtés 2018 március és 2022 február közötti időintervallumban történt. A minták közül jelen vizsgálatban 5723 mintát értékeltünk, amely havonta átlag 127 mintaszámot jelentett, nem egyenlő eloszlásban.

A minták gyűjtését standardizált metódus szerint végeztük. Az istállók öt pontján 2-5 g bélsarat, vagy azonos életkorban lévő csoportok esetében soronként a trágyacsatorna végén napi trágya eltávolításkor, vegyes mintákat gyűjtöttünk és ezeket elegyítettük. A mintákat a begyűjtést követően 48 órán belül vizsgáltuk. A bélsárminták feldolgozását *McMaster módszer* szerint végeztük a Royal Veterinary College és a FAO ajánlása alapján ([www.rvc.ac.uk](http://www.rvc.ac.uk)). Ez a módszer lehetővé teszi bélsár mintákból parazita fejlődési alakok (például *Eimeria* oociszták) számszerű meghatározását. Az eredményt OPG számban (oociszta per gramm) fejeztük ki.

A számszerű eredményeket az elemzés megkönnyítése érdekében kategóriákba soroltuk, így a vizsgálat eredménye negatív (OPG = 0), alacsony ( $1 \leq \text{OPG} \leq 358$ ), magas ( $359 \leq \text{OPG} \leq 5000$ ), nagyon magas ( $5000 < \text{OPG}$ ) oociszta szám lehetett.

### ***Statisztikai értékelés***

Az OPG negatív és OPG pozitív bélsár minták előfordulási arányát az egyes évszakokban Chi-négyzet próbával hasonlítottuk össze, SPSS 10.0 programcsomag segítségével.

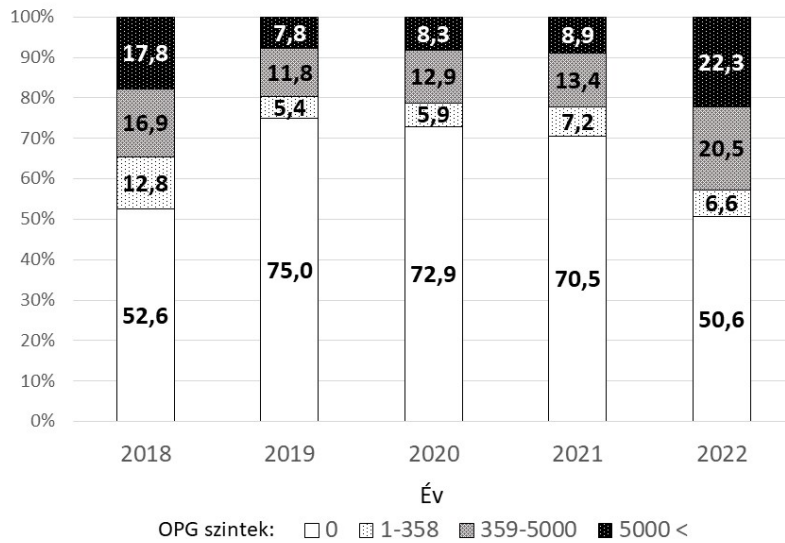
## **3. Eredmények és értékelésük**

### ***Monitoring eredmények az értékelt minták alapján***

Az 5723 bevizsgált mintából 3889 minta negatív eredményt (68,0 %), 404 minta alacsony (7,1 %), 775 minta magas (13,5 %), míg 655 minta nagyon magas (11,4 %) OPG-t mutatott. Átlagosan tehát a minták  $\frac{3}{4}$ -e nem, vagy alacsony szintű OPG-t mértünk.

### ***Monitoring eredmények éves bontásban***

Az 1. ábrán az adott évben feldolgozott minták OPG kategóriánkénti százalékos megoszlása látható.



1. ábra: Az eltérő mértékű oociszta fertőzést mutató minták %-os megoszlása az adatgyűjtés különböző éveiben

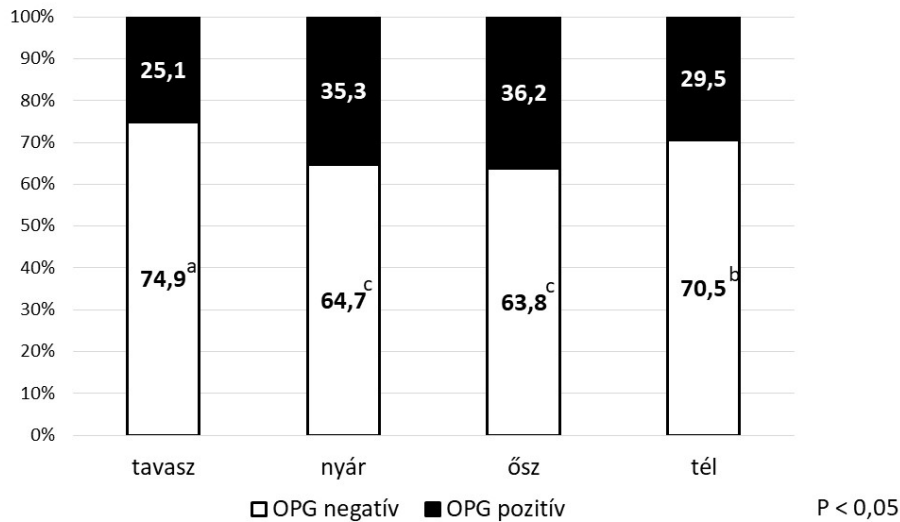
Az első év relatív nagy arányú OPG terheltséget mutató eredményeit követően komoly prevenciós munka következett. A betegség visszaszorítása érdekében végzett kezelések, új szerek és fertőtlenítési eljárások, kokcidiosztatikum cserék következtében javult az *Eimeria* fertőzöttség mutatója. Az utóbbi időszakban azonban a trend újból romlik és emelkedik a magas vagy nagyon magas OPG szintet mutató minták aránya. Az emelkedő OPG terheltség tekintetében azonban figyelembe kell venni azt is, hogy a 2022-es évben még kis elemszám mellett értékelhetőek az eredmények, továbbá 2022 januártól változott a takarmányokba keverhető és az ivóvízben használható gyógyszerek köre. Ez a változás az állományok állategészségügyi státuszában és a telepi mikroflórában is változást idézhetett elő.

### **OPG terheltség aránya évszaktól függően**

A teljes vizsgálati időszak adatait figyelembe véve az OPG pozitív minták legnagyobb arányban a nyári és őszi időszakban fordultak elő. Ebben a két évszakban a minták kissé több, mint egyharmada tartalmazott oocisztát. Kedvezőbb képet mutatott a téli időszak, amikor már szignifikánsan nagyobb arányban találtunk OPG negatív mintákat. A legkedvezőbb eredményeket pedig tavasszal tapasztaltuk, amikor a minták háromnegyede oocisztáktól mentes volt.

*Grés és munkatársai (2003)* által tett megfigyelések ellentmondanak saját eredményeinknek, mert vizsgálataikban vadon élő üregi nyulaknál tavasszal és ősszel magasabb volt az oociszták szintje, mint nyáron.

Vizsgálatunkhoz hasonlóan, *Awais és munkatársai (2012)* a kokcidiózis szezonális előfordulási gyakoriságát nagyüzemi körülmények között tartott brojlercsirkékben vizsgálták. Eredményeik szerint a kokcidiózis prevalenciája szignifikánsan ( $P < 0,05$ ) magasabb volt ősszel (60,0 %), ezt követte a nyár (47,4 %), a tavasz (36,9 %) és a tél (29,9 %).



Eltérő betűk az értékek közötti szignifikáns eltérést jelölik (P < 0,05)

2. ábra: OPG negatív és OPG pozitív minták előfordulási aránya évszaktól függően a teljes adatgyűjtési időszakra vonatkozóan

#### 4. Következtetések, javaslatok

Jelen felmérés eredményei bizonyítják, hogy az oociszta ürítés folyamatos monitoring vizsgálata elengedhetetlen a nagyüzemi gazdaságokban. A kedvezőtlen eredmények tükrében elvégzett prevenció munkák következtében jelentősen és tartósan csökkenhet az OPG terheltség és javulhat az állomány egészségügyi státusza.

Az évszakok oocisztákra gyakorolt hatásainak vizsgálataiból megállapíthatjuk, hogy a legalacsonyabb a fertőzöttség tavasszal és a legmagasabb a nyári melegebb és őszi hidegebb nyirkosabb időben.

A gyógyszerhasználat csökkentésére irányuló intézkedések és a bélsárból kimutatható oociszták relatív nagyarányú jelenléte alapján, nyitottak kell lennünk új természetes, kokcidiosztatikumként használható takarmánykiegészítők irányában és vizsgálnunk kell azok telepi felhasználásának lehetőségeit.

#### 5. Felhasznált irodalom

- Awais M.M. – Akhtar M. – Iqbal Z. – Muhammad F. – Anwar M.I. (2012): Seasonal prevalence of coccidiosis in industrial broiler chickens in Faisalabad, Punjab, Pakistan. *Trop. Anim. Health Prod.*, 44 (2): 323–328.
- Catchpole, J. – Norton C.C. (1979): The species of *Eimeria* in rabbits for meat production in Britain. *Parasitology*, 79 (2), 249 – 257.
- El-Ashram S. – Aboelhadid S.M. – Abdel-Kafy E.M. – Hashem S.A. – Mahrous L.N. – Farghly E.M. – Kamel A.A. (2020): Investigation of pre- and post-weaning mortalities in rabbits bred in Egypt, with reference to parasitic and bacterial causes. *Animals*, 2020, 10, 537.
- Grès V. – Voza T. – Chabaud A. – Landau I. (2003): Coccidiosis of the wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in France, *Parasite*, 10 (1): 51–7.

- Lassen B. – Lepik T. – Jarvis T. (2014): Seasonal recovery of *Eimeria* oocysts from soil on naturally contaminated pastures, *Parasitology Research*, 113, 993–999.
- Matics Zs. – Demeter-Jeremiás A. – Gerencsér Zs. – Demeter Cs. (2021): Különböző genotípusú növédknyulak bélsár oociszta tartalmának vizsgálata ivartól és környezeti hőmérséklettől függően. In proc.: 32. Nyúltenyésztési Tudományos Nap, 2021. szept. 30. Kaposvár, 61–66.
- McMaster egg counting technique: Principle, *The RVC/FAO Guide to Veterinary Diagnostic Parasitology*, <https://www.rvc.ac.uk/review/parasitology/eggcount/Principle.htm>
- Mohamaden W.I. – Sallam N.H. – Abouelhasan E.M. (2018): Prevalence of *Eimeria* species among sheep and goats in Suez Governorate, Egypt, *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 6 (1): 65–72.
- Pakandl M. (2009): *Coccidia* of rabbit: a review. *Folia Parasitologica*, 56 (3): 153–166.
- Szendró K. – Szendró Zs. (2012): Trade balance of Hungarian rabbit meat. In proc.: 10<sup>th</sup> World Rabbit Congress, 3-6, Sept. 2012, Sharm El-Sheikh, Egypt, 749–753.
- Vancraeynest D. – De Gussem M. – Marien M. – Maertens L. (2008): The anticoccidial efficacy of robenidine hydrochloride in *Eimeria* challenged rabbits. *Pathology and hygiene*, In proc.: 9<sup>th</sup> World Rabbit Congress, 10-13, June 2008, Verona, Italy, 1103–1106.
- Vereecken M. – Lavazza A. – de Gussem K. – Chiari M. – Tittarelli C. – Zuffellato A. – Maertens L. (2012): Activity of diclazuril against coccidiosis in growing rabbits: Experimental and field experiences. *World Rabbit Science*, 20: 223–230.
- Vetési F. (1990): Házinyúl-egészségtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 208–215.  
<https://www.nyultermektanacs.hu>  
<https://www.criver.com/products-services/research-models-services/animal-health-surveillance/infectious-agent-information/rabbit-coccidiosis?region=3696>



## Látássérült személyek számára megfelelő törpenyulak kiválasztásának lehetőségei

Suba-Bokodi Éva – Molnár Marcell

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus*  
bokodi@me.hu

### Összefoglalás

Vizsgálatunk során egy olyan teszt kidolgozása és alkalmazhatóságának ellenőrzése volt célunk, mely segítséget nyújthat az olyan nyulak kiválasztására, melyet társállatként látássérült személy kíván tartani. Megállapítható, hogy a viselkedési vizsgálatok alatt a nyulak különböző szituációkban kapott pontjaik alapján a látók és a látássérültek egyformán értékelik az egyedeket. Megismételtünk egy olyan – viselkedésen alapuló – teszt sorozatot, módszert melyet alkalmazva egyrészt a látássérültek számára megfelelő terápiás munkára használható nyulakat ki lehet válogatni, másrészt későbbiekben alapul szolgálhat egy speciális terápiás célra kialakított vonal létrehozásában. A vizsgálataink alapján megállapítható, hogy az összeállított kritériumrendszer alkalmas a nyulak kiválogatására. Kimutathatók voltak különbségek a vizsgálat során, de csak az egyes nyulak közötti különbség bizonyult jelentősnek. Tehát az egyes feladatokat közel egyforma eredményességgel tudták megoldani a hallgatók és a látássérültek. Eltérés detektálható volt, mely azonban nem bizonyult szignifikánsnak ( $P > 0,05$ ). Egy korábbi kutatási eredményhez hasonlóan (1 látássérült, 8 hallgató) (Iváncsik és Molnár, 2021) a hallgatók és a látássérültek eredményei között nem volt szignifikáns a különbség, bár a hallgatók átlagosan magasabb pontszámokat adtak. A kritériumrendszert a látók és a látássérültek is egyaránt jól tudják alkalmazni.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A háziállatok tartása bizonyítottan pozitív hatással bír gazdáik általános jólétére. Az emberiség történelme kétségkívül összefonódik az állatok tartásával (Hunter, 2018). Edward Wilson biofilia elmélete alapján a nyugodt állatok közelsége azért hat megnyugtatóan az emberekre, mert az állatok kiváló érzékszerveik révén egy közelgő veszélyt hamarabb észlelnek, jeleznek. Így tehát a nyugodt állatok jelenléte azt az üzenetet közvetíti az ember számára, hogy nincs feszélyeztető körülmény az adott pillanatban. Ebből kiindulva a terápiás feladatokat ellátó, illetve állatasszisztált foglalkozásokat végző állatok legfontosabb tulajdonsága a nyugodtság (Bánszky és mtsai, 2012).

Az elmúlt 30 év során készült tanulmányok sora bizonyította, hogy a társállatokkal való interakció hozzájárul a jó egészséghez, a pszichoszociális jóléthez és a súlyos állapotokból való felépüléshez (Barker és mtsai, 2003; Friedmann és mtsai, 2006; Wells, 2009). Az állattartás lehetőséget ad az egészség megőrzésére, javítására. Túl azon, hogy egy társállat csökkentheti a szorongást, testmozgásra ösztönözhet. A házi kedvencek a fizikai érintkezése révén csökkenthetik a magányt és a depressziót.

Az elmúlt néhány évben egyre jobban terjed a nyulak hobbi célú tartása. Míg pár évtizeddel ezelőtt általánosságban szinte kizárólag haszonszerzés céljából tartották a nyulakat, addig mára olyan célok is hangsúlyt kapnak, mint az állatasszisztált tevékenységek. A nyulak elsősorban a gyermekek körében népszerű és kedvelt állatok, hiszen kedvesek, játékosak, barátságosak, testbeszédük jól olvasható, könnyű őket szocializálni (Mallon, 1992., Molnár és mtsai, 2015). A nyulakat, mint terápiás állatokat használták már kórházakban, idősek és veteránok otthonában, szociális intézményekben, óvodákban és iskolákban (Urichuk és Anderson,

2003.; *Molnár és mtsai*, 2015). Felmérték a nyulak elsőosztályos gyermekekre gyakorolt hatását osztálytermi körülmények között. Az állatasszisztált fejlesztésnek kimutatható hatása volt a gyerekek szorongására, a fejlesztések időszakaiban csökkent a szorongás mértéke. Minél nagyobb volt a szorongás mértéke a kiindulási állapotban, annál nagyobb hatást tudott kifejteni az állatasszisztált tevékenység (*Molnár és mtsai*, 2019, 2020).

Látássérültek által problémamentesen tartható állatfajok száma eléggé korlátozott. A kutya sok igényt támaszt gazdájával szemben, amelynek kielégítése jelentős feladatot hárít a látók számára is. A törpenyúl kedvelt kisállat, bizalmas, kézhez szoktatható, az alapvető szabályokra megtanítható, és a gondozási szükségletei egy látássérült számára könnyebben kielégíthetők, mint egy kutyáé. Ugyan a közlekedésben nem tudnak segíteni, illetve a faj veszélyhelyzetben való jelzésre sem alkalmazható (jelenlegi tudásunk alapján), de az állatasszisztált aktivitás során a közérzet általános javítására, a stressz csökkentésére és a társállat jelenléte nyújtotta megnyugtató hatás elérésére kifejezetten alkalmasak. A látássérültek számára a nyulak kezelése során olyan tulajdonságok is felszínre jutnak, melyek egy látónak nem, vagy csak mérsékelten érzékelhetők.

Tudomásunk szerint kutyákkal már sok esetben, de nyulakkal összefüggően egy alkalommal vizsgálták azt, hogyan s miként érdemes a látássérülteknek kapcsolatba kerülnie ezekkel az állatokkal, például milyen testméretű, fajtájú, szőrtípusú egyedek felelnek meg számukra. Ezen vizsgálat során, mely a tanulmányunk előzményéül szolgál, egy látássérült személy került bevonásra (*Iváncsik és Molnár*, 2021).

Az állatasszisztált tevékenységek bevonására alkalmazott állatok jóllétének biztosítása, számukra a tartósan stresszmentes élet kialakítása elengedhetetlen. Az állat alkalmasságának leírhatósága rendkívüli jelentőségű a kiképzéseket megelőzően, függetlenül az állat fajtától. A terápiára alkalmasság valószínűsítése minden állat esetében, szakmai, valamint gazdasági szempontú előnyökkel járhat. Az állatok általában véve nem tartanak a betegségeinktől, kortól, fogyatékosságtól és egyéb társadalmi kirekesztő tényezőktől. Vélhetően teljesen semlegesek ezekkel szemben. Ezért a sajátos, speciális szükségletű emberek ellátásában különösen fontos szerep juthat a terápiás állatoknak. Elengedhetetlenül fontos azonban, hogy előzetes információink legyenek az állatról, legfőképpen a vérmérsékletéről, az adott egyed jellemző karakteréről, és az emberek irányába tanúsított bizalmasságáról. Így tudunk kellő biztonságot adni minkét fél számára – az állat számára és a vele foglalkozó, az őt gondozó látássérült számára is.

## 2. Anyag és módszer

A vizsgálat előzményeként 2021-ben *Iváncsik és Molnár* által kidolgozásra került egy 14 feladatot tartalmazó teszt, mely egyrészt a nyulak bizalmasságával, stresszével kapcsolatos, másrészt a látássérültek kellemes élményét kívánta felmérni. A teszt összeállításában részt vett egy nyúltenyésztő, látássérült személy is. A teszt elvégzése során a különböző szempontokra lehetséges válaszok 1-5 pontban megadásra kerültek. A megjelölt válaszok egyben a nyulaknak, az adott feladat szerinti reakcióinak és tulajdonságainak jellemzően az értékeit is képviselték, ahol az 5 minden esetben a leginkább kívánatos viselkedést, tulajdonságot mutatott egyed pontszámát jelölte. A látássérült bevonásával elkészült szempontsor (teszt) kérdései az alábbiak voltak:

1. Ne mutasson váratlanul agresszív viselkedési formákat. Tehát, ezek alapján, ne harapjon/karmoljon.
2. Ne féljen. Ebből eredendően, ne visítson és ne is próbálkozzon az elszaladással!
3. Lehetőleg viselje el, ha megölelik/ölbeveszik. Mennyire nyugodt a nyúl ölse véve?

4. Fontos, hogy milyen az illata. Ezt a „kritériumot” főleg a fülben lehet leghamarabb észrevenni. Milyen a nyúl fülének illata?
5. Hogyan lélegzik. Milyen a légzés sebessége/hangereje. Nem-e zajos?
6. Milyen tapintású a szőrzete? Mennyire selymes/durva?
7. Milyen gyors a pulzusa?
8. Milyen a nyuszi színe? Megfigyelés alapján bebizonyosodott, hogy a teljesen fehér színű nyulaknak a tenyerünkbe véve, nehezebben melegíthető fel a fülük, mint azoknak, amelyek nem teljes mértékben fehér színűek. Ha a két fülnek eltér a színe, akkor alig észrevehetően, de megkülönböztethető a hőmérsékletük. Ezek a tulajdonságok nemcsak a fülre, hanem például a hát/fejtető szőrének színére is vonatkoztathatók. A fekete szín lehűtésének próbálkozásánál szinte ugyan ez a tapasztalat. A fülekkel ellentétben, a szőrrel sűrűbben fedett, testtájakon érzékelhető jelentős változás. Más színeknél, például narancs tapasztalható ilyesmi.
9. Milyen pozícióban tartja a füleit simogatás közben? Teljesen felemeli? Fülkagylóját összehúszva lelapítja/hátára szorítja?
10. Ad-e ki, a vizsgálat alatt, bármilyen kellemes hangot. Ez lehet például az öröm jeleként fogak „összeropogtatása”, vagy akár hűmmögés is.
11. Mennyire feszesek, vagy éppen ellazultak az izmai?
12. Milyen mértékben vannak a fülében kitágulva az erek?
13. Megnyalja-e a kezünket simogatás közben?
14. Legyen türelmes. Mennyire türelmes a vizsgát nyúl?

A vizsgálatban 12-18 hónapos, vegyes ivarú, hat generáció óta szelidségre szelektált, különböző szőrminőségű, szőrhosszúságú, színű és méretű törpenyulakat tesztelt 22 önkéntes, látássérült és látó személy. A látássérültek – 12 fő – a Vakok és Gyengénlátók Somogy Megyei Egyesületének, illetve a Veszprém Megyei Vakok és Gyengénlátók Egyesületének önkéntesei voltak. A tesztek felvételében részt vett 10 látó személy is, akik a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem gyógypedagógus és mezőgazdasági mérnök szakos hallgatói.

A hallgatók párban dolgozva felváltva értékelték a nyulakat, a pár mindkét tagja minden nyulat tesztelt először bekötött szemmel, majd látva, míg a látássérültek egy-egy hallgató segítségével végezték el a tesztfeladatokat. A nyulak véletlenszerű sorrendben kerültek a vizsgálatba, így a vizsgálónak nem volt ismerete arról, hogy az adott egyed, hány pontot kapott korábban.

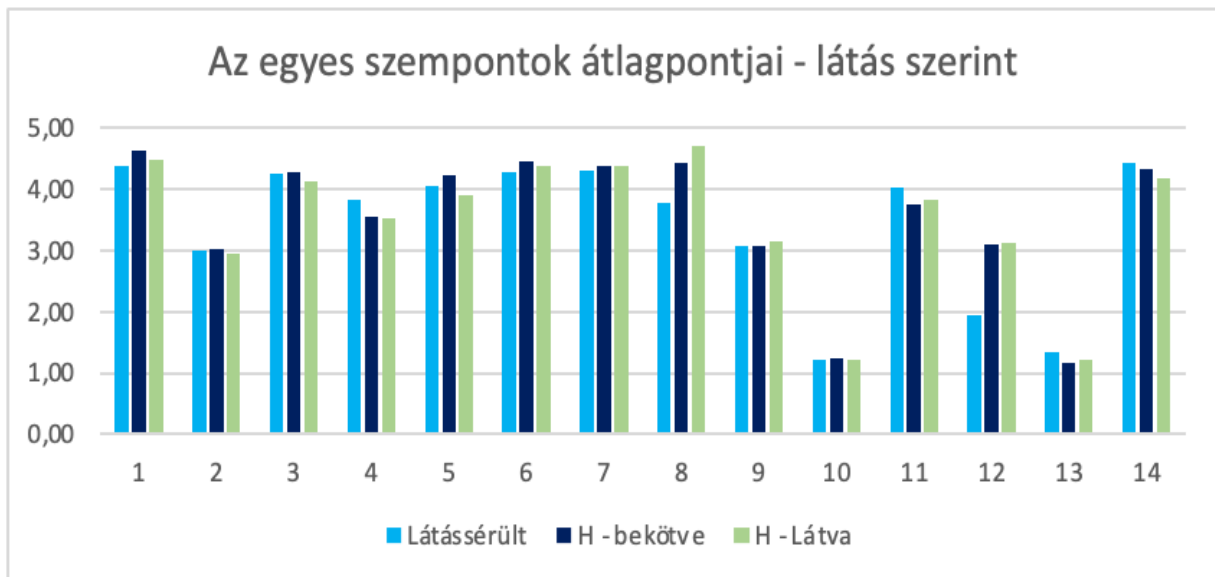
Az állatjóléti szempontokat figyelembe véve a vizsgálatokra négy alkalommal került sor, mivel a 14 szempont szerinti értékelés időtartama 2 órát vett igénybe a 10 nyúl esetében. Így a tesztfelvétel a nyulak nem okozott nagy stresszterhelést. A tesztfelvételek az alábbiak szerint alakultak:

- 2021. október 20. MATE hallgatók által végzett vizsgálat – bekötött szemmel
- 2021. december 08. MATE hallgatók által végzett vizsgálat – látva
- 2021. december 10. látássérültekkel végzett vizsgálat – Kaposvár (6 fő)
- 2021. március 25. látássérültekkel végzett vizsgálat – Veszprém (6 fő)

Az eredményeket táblázatokban foglaltuk össze, majd értelmezésüknél multinomiális logisztikus regressziót használtunk.

### 3. Eredmények és értékelésük

Az 1. ábra a 14 szempont átlagpontjait foglalja össze, a látás szerinti bontásban, ahol H - bekötve = hallgató bekötött szemmel, H - látva = hallgató látva



*1. ábra: Az egyes szempontok átlagpontjai - látás szerint*

Az ábrán látható, hogy a legtöbb szempontban a látássérültek és a látók egyaránt hasonlóan értékelték. Látás szempontjából a 14 aspektus értékelése során szignifikáns eltérés nem tapasztalható ( $P > 0,05$ ). Nagyobb eltérés 8. (Milyen a nyuszi színe?) és 12 (Milyen mértékben vannak a fülében kitágulva az erek?) kérdéseknél tapasztalható. Mindegyik esetben a látássérültek adtak alacsonyabb pontszámot. A válaszok közötti különbségek detektálhatók, ugyanakkor minimális mértékűek. A nyulak színének megállapítása értelemszerűen a látó személyek esetében nem releváns, ugyanakkor a nyulak színéhez köthető hőmérséklet különbségek megállapítása során a látássérültek esetenként képesek voltak meghatározni az egyedek eltérő (sötét/világos) színét, melyet a hallgatók bekötött szemmel történő vizsgálata során hasonló eredménnyel végeztek. Az 1. táblázat a nyulak átlagpontjait foglalja össze, a látás szerinti bontásban.

Mivel a látássérülteknek alkalmas nyulak kiválasztásában jellemzően látó személyeknek kívánunk támpontokat adni, így az ő eredményeiket tárgyaljuk tovább. A táblázatban késsel jelöltük azokat az eredményeket, melyekben az eltérés nem haladta meg 0,2 tizedet. Mindössze 2 nyúl estében bizonyult ennél nagyobbak az eltérés, azonban a különbség esetükben sem szignifikáns ( $P > 0,05$ ). A hallgatókat feltételezhetően befolyásolta a nyulak külleme, mindkét egyed tarka mintájú, hosszú szőrű, bak nyúl. Vérmérsékletük azonban – a bak nyulakra jellemzően – élénkebb, jellemző viselkedésük a jelölés, melyet fejük dörgölésével végeznek, fogaikat gyakran kocogtatják. Ez a magatartási forma a látássérültek számára kevésbé volt kívánatos.

#### 4. Következtetések, javaslatok

A vizsgálataink alapján megállapítható, hogy az összeállított kritériumrendszer alkalmas a nyulak válogatására. Különbségek a vizsgálat során kimutathatók, de ez csak a nyulak közötti eltérésekben mutatkozott meg.

Az egyes feladatokat közel azonos eredményességgel tudták megoldani a hallgatók és a látássérültek, az eltérés nem bizonyult szignifikánsnak. Korábbi kutatási eredményhez hasonlóan (1 látássérült, 8 hallgató) a hallgatók és a látássérültek eredményei között nem volt szigni-

fikáns a különbség, bár a hallgatók átlagosan magasabb pontszámokat adtak, míg a korábbi vizsgálat során ez fordított volt. A különbség azonban nem szignifikáns. Megállapítható, hogy a látók is és a látássérültek is megfelelően tudják alkalmazni a kritériumrendszert, mely segítséget nyújthat a látássérülteknek történő megfelelő nyúl kiválasztásában. A teszt alkalmazását javasoljuk a látássérültek részére történő megfelelő hobbinyúl kiválasztása során.

1. táblázat: A nyulak átlagpontjai – látás szerint

Nyulak neve	Látássérült	H - bekötve	H - Látva
Cukorka	3,45	3,57	3,57
Gyula	3,25	3,55	3,58
Mogyoró	3,52	3,54	3,39
PZS	3,31	3,64	3,49
Szivi	3,36	3,55	3,56
Alma	3,40	3,44	3,46
Répa	3,18	3,48	3,52
Metán	3,48	3,49	3,49
Bolyhos	3,38	3,59	3,39
Etuka	3,58	3,61	3,60

\*H – bekötve = hallgató bekötött szemmel, H – látva = hallgató látva

## Köszönetnyilvánítás

### Tanulmányunk

- az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3. Kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával, valamint
- az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005/00008 projekt keretében meghirdetett pályázat támogatásával készült.

## 5. Felhasznált irodalom

- Barker, S. – Rogers, C. – Turner, J. – Karpf, A. – Suthers-McCabe, H. (2003): Benefits of interacting with companion animals: A bibliography of articles published in refereed journals during the past 5 years. *Animal Behavioral Scientist*, 47(1), 94–99.
- Bánszky N. – Kardos, E. – Rózsa, L. – Gerevich, J. (2012): Az állatok által asszisztált terápiák pszichiátriai vonatkozásai, *Psychiatria Hungarica*, 27 (3): 180–190. PMID: 22781543
- Friedmann, E. – Son H. – Saleem M. (2015): The animal-human bond: Health and wellness. In A. Fine (Ed.), *Handbook on Animal-Assisted Therapy: Foundations and Guidelines for Animal-Assisted Interventions* (4th ed, Chapter 7, pp. 73–88). Academic Press.
- Hunter, P. (2018): The genetics of domestication - Research into the domestication of livestock and companion animals sheds light both on their “evolution” and human history, *EMBO Reports* 2018. 19: 201–205 <https://doi.org/10.15252/embr.201745664>

- Iváncsik R. – Molnár M.* (2021): Criterias for the selection of rabbits suitable for animal-assisted work with the visually impaired (preliminary study) ACTA AGRARIA KAPOSVÁRIENSIS (2021) 25 (1), 3–15; DOI: 10.31914/aak.2438
- Mallon G. P.* (1992): Utilization of animals as therapeutic adjuncts with children and youth: A review of the literature. Child and Youth Care Forum 1992, 21 (1): 53-67. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00757348>
- Molnár, Marcell – Iváncsik, R. – Di Blasio, B.* (2019): On the positive effect of rabbit-assisted interventions in classroom environment on the anxiety of pupils In: Carmo, Mafalda (edit.) Education Applications & Developments IV: Advances in Education and Educational Trends Series Lisboa, Portuguese InSciencePress, 2019 pp. 215–225., 11 p.
- Molnár M. – Iváncsik, R. – Di Blasio, B. – Nagy, I.* (2020): Examining the Effects of Rabbit-Assisted Interventions in the Classroom Environment ANIMALS Volume 10 (1) Paper: 26. 2020, DOI: 10.3390/ani10010087
- Molnár, M. – Rudolf, Zs. – Szalai, K. – Takács, I.* (2015): Állatasszisztált pedagógiai és terápia, TÁMOP-4.1.2.B.2-13/1-2013-0014. „Pedagógusképzést segítő hálózatok továbbfejlesztése a Dél-Dunántúl régióban”
- Urichuk, L. J. – Anderson, D.* (2003): Improving mental health through animal assisted therapy. Alberta, Canada: Chimo Project. (Chapter 1.5 Current Use of Animal-Assisted Therapy) ISBN 0-9732944-0-X
- Wells, D.L.* (2009): The effects of animals on human health and well-being. Journal of Social Issues, 65(3): 523–543.

## A fényintenzitás hatása az egerek aktivitására

Bárdos Boróka – Nagy István – Altbäcker Vilmos

<sup>1</sup>*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus, Kaposvár*  
bardos.boroka@phd.uni-mate.hu

### Összefoglalás

Két *Mus* nemzetségbe tartozó egérfajt, a güzüegeret (*Mus spicilegus*) és a háziegeret (*Mus musculus*) vizsgáltuk open-field tesztben két különböző megvilágítás mellett, azt figyelve, hogy a megvilágítás erőssége milyen hatással van az egerek aktivitására. A megnövekedett fényhatás mindkét egérfajnál csökkent aktivitást eredményezett. A vizsgáló kezének megközelítése időben és odajövetel számban is eltért a különböző megvilágítások mellett, viszont a két faj között nem kaptunk az aktivitásban szignifikáns különbséget, függetlenül attól, hogy az egyik egérfaj emberrel együtt élő, emberi településeken előforduló, míg a másik egérfaj természetes körülmények között kerüli a lakott területeket. A megvilágított területeken lecsökkent mozgás az éjszaka aktív kisemlősöknél a ragadozók elleni védekezés speciális formája lehet.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A laboratóriumban tartott egerek tartástechnológiájának egyik fő problémája a megvilágítás, mivel az éjszaka aktív rágcsálók szeme a sötét fényviszonyokhoz alkalmazkodott, így a laboratóriumokban használatos erős fényű megvilágítás az állatok számára plusz stresszforrásként írható le. Az egerek fényre adott stresszreakciója azzal magyarázható, hogy a teliholdas éjszakákon, amikor az egerek táplálékok gyűjtenek sokkal nagyobb a ragadozási kockázat, hiszen a ragadozók elől kevésbé tudnak elrejtőzni az állatok világosban (Zollner és mtsai, 1999). A vadon élő egereknél például az amerikai kontinensen őshonos *Peromyscus* fajoknál számos vizsgálat bizonyítja, hogy a teliholdas éjszakák jelentősen csökkentik az állatok aktivitását (Zoller és mtsai, 1999; Blair, 1943; Falls, 1953; Owings és Lockard, 1971). A vadonélő állatok aktivitására több tényező is hatással van, mint például az időjárás és a növényborítottság, továbbá a holdfázis és a Hold állása, ami a fényviszonyok miatt befolyásolja az állatok mozgását (Wolfe és Summerlin, 1989).

A fény a legerősebb jelzés a cirkadián ritmus szabályozásában (Bedrosioan és mtsai, 2013), ezáltal az éjszaka aktív rágcsálóknál már az alacsony intenzitású fény is megzavarhatja a cirkadián ritmust, ami zavart okozhat a táplálkozásban és egyéb élettani folyamatokban, mint a testhőmérséklet megtartása és a hormonrendszer normál működése (Dauchy és mtsai, 2011; Zhang és mtsai, 2017).

Számos vizsgálat született laboratóriumban tartott beltenyésztett egértörzsekkel, ahol a fény erősségét vizsgálták azzal összefüggésben, hogy hogyan csökken az állatok aktivitási szintje. McReynolds (1967) vizsgálataiban azt találták, hogy a fényerősség mindkét beltenyésztett egértörzsnél csökkentette az aktivitást, de a BALB/cJ albinó egereket nagyobb mértékben érintette, mint a C57BL pigmentált törzset.

Egy másik típusú viselkedésteztben szintén arra a megállapításra jutottak, hogy a megnövekedett megvilágítás csökkenti a laboratóriumi egerek aktivitását (Ross és mtsai, 1966), szintén az albinó törzseknél a megvilágítás jobban befolyásolta az egerek aktivitását, mint a pig-

mentált egyedekét, ami azzal hozható összefüggésbe, hogy az albínó állatok szeme sokkal érzékenyebb a fényre, mint a pigmentált szemű egyedeké.

A vizsgálathoz használt modellállataink, a Magyarországon két őshonos *Mus* nemzetségbe tartozó faj, a güzüegér (*Mus spicilegus*) és a háziegér (*Mus musculus*). A háziegér az emberrel együtt élő faj, a vegetációs időszakot a mezőgazdasági területeken tölti, amelyek emberi településekkel határosak, majd a hidegebb évszak beálltakor az emberi építményekbe húzódik, ezzel ellentétben a güzüegér a parlagon hagyott mezőgazdasági területeken fordul elő (*Sokolov és mtsai*, 1998), a megfigyelések alapján kerüli az emberi településeket (*Bihari*, 2004).

## 2. Anyag és módszer

Jelen tanulmányban az open-field tesztet használtuk az egerek viselkedésének a leírásához két különböző erősségű megvilágításon. A vizsgálatot a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Kaposvári Campusának Rágcsálólárában végeztük. Jelen kutatást a MATE Kaposvári Campus Munkahelyi Állatjóléti Bizottsága hagyta jóvá (engedélyszám: MATE KC MÁB/21-2/2022).

A rágcsálólárá saját egértenyészettel rendelkezik, ahol ismert korú, nemű és származású egyedek találhatóak. A jelenlegi állomány az ország több pontjáról befogott vad egyedek laboratóriumban született utódaiból áll. A vizsgálathoz güzü- és háziegereket használtunk, összesen 80 egyed, ebből 20 - 20 güzü- és háziegeret nappali megvilágításban vizsgáltunk (220 lx), 20 - 20 güzü- és háziegeret pedig gyenge vörös fény (10 lx) mellett. Az állatokat szabványos (T4) laboratóriumi műanyag rágcsálódobozban tartjuk, 20 - 22 °C-os laboratóriumi hőmérsékleten. A világítás ciklusa 12 - 12 órás, fordított nappalos. A világítás automatizált, világos periodusban OSRAM típusú L36W/640 fénycső világít, sötét fázisban pedig a Philips típusú TL-D 36W/10 vörös fénycső. Az almozáshoz tisztított faforgácsot (LIGNOCELL J. Rettenmaier & Söhne GmbH, Rosenberg) és teljes értékű rágcsálótakarmányt (Ssniff S8106-SO11 Spezialdiäten GmbH, Soest) használtunk, a víz ad libitum állt az állatok rendelkezésére.

A vizsgálathoz kiválasztott egyedeket egyenként teszteltük egy 36,5 x 21 x 18 cm-es fehér műanyag tárolóban. A teszt időtartama 300 másodperc, ez alatt feljegyzésre került az állat viselkedése.

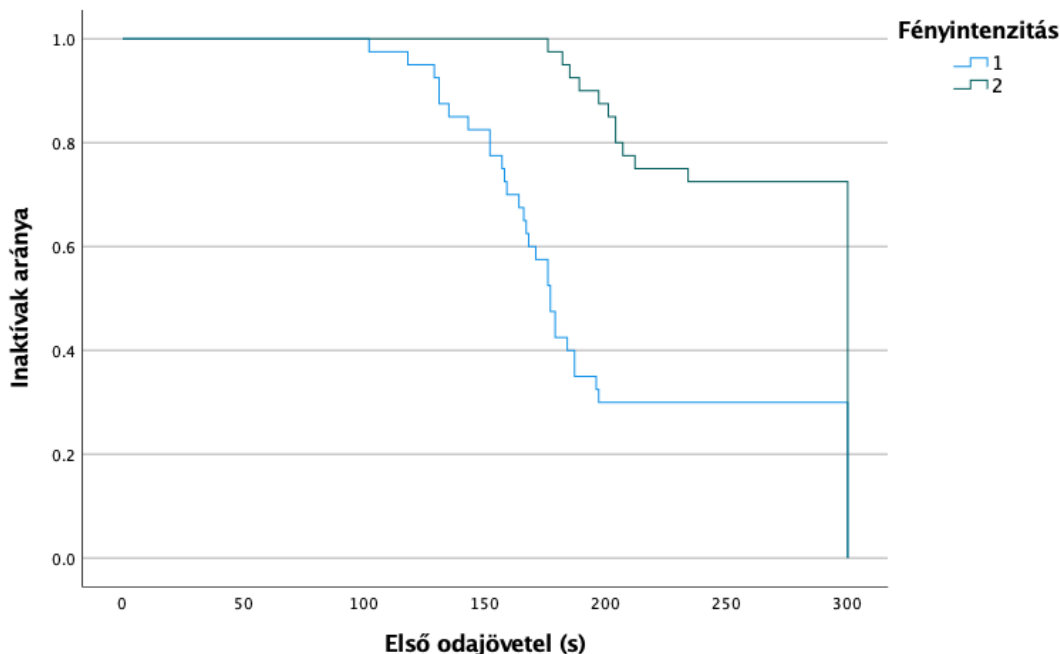
A vizsgált tulajdonságok a vizsgáló kezének megközelítése, a megközelítések száma és az első megközelítés ideje volt, melyeket potenciálisan a megvilágítás fényerőssége és az állatok faja is befolyásolhatta. Az első megközelítése idejét túlélés függvényével vizsgáltuk (*Kaplan és Meier*, 1958) ahol a függvény ( $S(t)$ ), annak a valószínűségét adja meg, hogy a vizsgálati egyedek "t" idő alatt a vizsgáló kezét még nem közelítették meg:  $S(t) = P(T > t)$

A fényerősség és az egyes fajok alapján megkülönböztethető csoportok túlélés függvényeinek különbözőségét Log-rank teszt segítségével határoztuk meg (*Kaplan és Meier*, 1958). A vizsgáló kezének megközelítése (igen, nem) binomiális, míg a megközelítések száma Poisson eloszlású tulajdonság, ezért az erre ható tényezők hatásának megállapításához logisztikus, illetve a Poisson regressziót alkalmaztunk. Valamennyi statisztikai vizsgálathoz a SAS 9.4 szoftvert alkalmaztuk.



### 3. Eredmények és értékelésük

A kapott eredmények alapján megállapítható, hogy a fényerősség valamennyi vizsgált tulajdonságot befolyásolta, míg a fajok között aktivitási szintben nem találtunk különbséget.



1. ábra: A túlélési-görbe az első odajövetel idejében a két eltérő fényintenzitáson

A gyenge vörös fényben végzett odajövetel tesztben (1-es csoport) az állatoknak körülbelül 102 másodpercbe telt, amíg először megközelítették a kísérletező kezét, míg a világosban végzett tesztben (2-es csoport) ez a megközelítési idő 70 másodperccel lassabb volt.

A szükséges idő, ameddig az egerek 50%-a teljesítette az első megközelítést 177 másodperc volt a gyenge vörös fényben végzett tesztben, megvilágítás esetén az egerek 72,5%-a nem közelítette meg a vizsgáló kezét. Log-rank teszt szignifikáns különbséget mutatott minden faktor esetében ( $p < 0.05$ ).

1. táblázat: A vizsgáló kezének megközelítésének becsült valószínűsége (%) a fényintenzitás függvényében

Tulajdonság	Tényező	Szint	Valószínűség %	Standard hiba
Megközelítés	fény	1	70,0 <sup>a</sup>	0,07
		2	27,5 <sup>b</sup>	0,07

A különböző jelölések között szignifikáns különbség található ( $p < 0,001$ )

Az 1. táblázatban jól látható, hogy a vörös fényben végzett (1-es szint) odajövetel tesztben a vizsgáló kezének megközelítésének a valószínűsége 70%, míg a világosban végzett tesztben (2-es szint) csak 27,5%-os a megközelítés valószínűsége.

2.táblázat: A megközelítések becsült száma a fényintenzitás függvényében

Tulajdonság	Tényező	Szint	becsült szám	Standard hiba
Megközelítés	fény	1	1,30 <sup>a</sup>	0,19
		2	0,38 <sup>b</sup>	0,10

A különböző jelölések között szignifikáns különbség található ( $p < 0,0001$ )

A 2. táblázat jól mutatja, hogy az egerek számára láthatatlan, gyenge vörös fényben végzett tesztnél (1-es szint) a megközelítések száma átlagosan 1,3 darab/öt perc, míg a világosban (2-es szint) ez az érték csak 0,38.

Eredményeink alapján kijelenthetjük, hogy a fény fokozatos erősödésével az egerek aktivitása egyértelműen csökken, függetlenül az egér fajtától. A vizsgálatok eredményei megegyeznek azzal az 1967-ben végzett vizsgálattal, ahol azt az eredményt kapták, hogy az egereknél az erős fény csökkenti az aktivitást, függetlenül attól, hogy melyik egértörzshez tartozik az adott egyed (*McReynolds*, 1967). A fényintenzitás hatását az emlősök aktivitására a Lincoln Állatkert kameracsapdáinak felvételei is jól bizonyítják. Az elmúlt évtized során több mint 1 millió állatról készült felvétel alapján az opossumok, borzok, mosómedvék és egyéb állatok 19,6 százalékkal voltak aktívabbak a sötétebb területeken (*Schirmer és mtsai*, 2019).

Az éjszakai rágcsálóknál, mint például a szír hörcsög természetben történő megfigyeléséből is kiderül, hogy az állatok a terepi környezetben újhaldkor a legaktívabbak és telihaldkor inaktívak (*Biberman és mtsai*, 1966; *Thorington*, 1980), ami szintén igaz a hazai egérfajokra is, hiszen minél nagyobb a megvilágítás, annál nagyobb a ragadozás kockázata. Továbbá laboratóriumi vizsgálatok bizonyítják, hogy már az alacsony szintű fehér fényű megvilágítás elegendő ahhoz, hogy elnyomja a melatonin éjszakai szekrécióját a rágcsálókban, ezzel befolyásolva az aktivitásukat, a fény hatására az éjszakai állatok inaktívabbá válnak (*Brainard és mtsai*, 1982; *Ikeno és mtsai*, 2013).

Eredményeinkből kiderül, hogy a vad egérfajokra is ugyanolyan gátlóan hat az erős megvilágítás, mint a laboratóriumban tartott fehér egerekre, függetlenül attól, hogy pigmentált a szemük vagy vörös, mint az albínó egereké (*McReynolds*, 1967). Az amerikai kontinensen őshonos *Peromyscus* egérfajok vizsgálatok során szintén azt kapták, hogy a vad egerek természetben is és a laboratóriumi vizsgálatokkor is az erősebb megvilágításnál kevésbé voltak aktívak és az open-field tesztben használt arénában az erősebb megvilágításkor szignifikánsan nőtt a falak melletti térhasználat (*Dianne és Brillhart*, 1991), jelezvén, hogy az állatok félelmi állapotba kerültek.

#### 4. Következtetések, javaslatok

A laboratóriumi rágcsálókat tartó intézményekben az egérszobákban javasolt az alacsony intenzitású piros fény használata, hiszen az egerek a piros fényt kevésbé érzékelik, így számukra ez a fajta megvilágítás kevésbé zavaró. A vizsgálataink alapján kijelenthetjük, hogy az egerek a piros fényben sokkal aktívabbak a viselkedésteztekben, ezáltal sokkal relevánsabb eredményeket kaphatunk az ilyen jellegű kutatásokban, mivel a fény nem egy plusz zavaró tényezőként jelenik meg az állatoknál.

A piros fény használata állatjóléti szempontból is javasolt, hiszen az egerek a folyamatos erős megvilágítás során inaktívabbá válnak, napi ritmusuk felborul, ami az élettani folyamatok megváltozásához vezethet, így az állatok egészségét veszélyezteti.

Hasonlóan ajánlható a fordított nappalos megvilágítás, aminek a fő előnye, hogy az állatokat a mi munkaidőnkben az ő aktív periódusukban tudjuk vizsgálni, ami tovább segíti a vizsgálatok biológiai relevanciáját.

A kutatást az EFOP 3.6.2-16 számú pályázat támogatta.

## 5. Felhasznált irodalom

- Bedrosian, T. A. – Vaughn, C. A. – Galan, A. – Daye, G. – Weil, Z. M.* (2013): Nocturnal light exposure impairs affective responses in a wavelength-dependent manner. *J. Neurosci.*, 33.13081-13087.
- Biberman, L. M. – Dunkelman, L. – Fickett, M. L. – Finke, R. G.* (1966): Levels of nocturnal illuminance (Report No. P-232). Washington, D.C. Institute for Defense Analyses, Res. Engin. Supp. Div.
- Bihari, Z.* (2004): A güzüegér (*Mus spicilegus*) életmódjának sajátosságai és mezőgazdasági jelentősége. *Növényvéd.*, 40. 245–250.
- Blair, W. F.* (1943): Activities of *Peromyscus* with relation to light intensity. *J. Wildl. Manage.*, 7. 92–97.
- Brainard, G. C. – Petterborg, L. J. – Richardson, B. A. – Reiter, R. J.* (1982): Pineal Melatonin in Syrian Hamsters: Circadian and Seasonal Rhythms in Animals Maintained under Laboratory and Natural Conditions. *Neuroendocrinol.*, 35. 342–348.
- Dauchy, R. T. – Dupepe, M. – Ooms, T. G. – Dauchy, E. M. – Hill, C. R. – Mao, L. – Belancio, V. P. – Slakey, L. M. – Hill, S. M. – Blask, D. E.* (2011): Eliminating animal facility light-at-night contamination and its effect on circadian regulation of rodent physiology, tumor growth, and metabolism: A challenge in the relocation of a cancer research laboratory. *J. Am. Assoc. Lab. Anim. Sci.*, 50. 326–336.
- Dianne, B. – Brillhart D. W.* (1991): Influence of illumination and surface structure on space use by prairie deer mice (*Peromyscus maniculatus bairdii*). *J. Mamm.*, 72. 4. 764–768.
- Falls, J. B.* (1953): Activity and local distribution of deer mice in relation to certain environmental factors. PhD dissertation, University Toronto
- Ikeno, T. – Weil, Z. M. – Nelson, R. J.* (2014): Dim light at night disrupts the short-day response in Siberian hamsters. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 197. 56–64.
- Kaplan, E. L. – Meier, P.* (1958): Nonparametric estimation from incomplete observations. *J. Am. Stat. Assoc.*, 53. 457–481.
- McReynolds, W. E. – Weir, M. W. – DeFries, J. C.* (1967): Open-field behavior in mice: Effect of test illumination. *Psychon. Sci.*, 9. 277–278.
- Owings, D. H. – Lockard, R. B.* (1971): Different nocturnal patterns of *Peromyscus californicus* and *Peromyscus eremicus* in lunar lighting. *Psychon. Sci.*, 22. 63–64.
- Ross, S. – Nagy, Z. M. – Kessler, C. – Scott, J. P.* (1966): Effects of illumination on wall-leaving behavior and activity in three inbred mouse strains. *J. Comp. and Physiol. Psychol.*, 62.2. 338–340.
- Schirmer, A. E. – Gallemore, C. – Liu, T.* (2019): Mapping behaviorally relevant light pollution levels to improve urban habitat planning. *Sci. Rep.*, 9.11925.
- Sokolov, V. E. – Kotenkova, E. V. – Michailenko, A. G.* (1998): *Mus spicilegus*. *Mamm. Spec.*, 592. 1–6.
- Thorington, L.* (1980): Actinic effects of light and biological implications. *Photochem. Photobiol.*, 32. 117–129.
- Wolfe, J. L. – Summerlin, C. T.* (1989): The influence of lunar light on nocturnal activity of the old-field mouse. *Anim. Behav.*, 37. 410–414.
- Zhang, Z. – Wang, H. J. – Wang, D. R.* (2017): Red light at intensities above 10 lx alters sleep–wake behavior in mice. *Light. Sci. Appl.*, 6.
- Zollner, P. A. – Lima, S. L.* (1999): Illumination and the perception of remote habitat patches by white-footed mice. *Anim. Behav.*, 58.3. 489–500.



## Madagaszkár Lethaeini (Heteroptera: Rhyparochromidae) faunájának áttekintése, integrált vizsgálati módszerek alkalmazásával

Zámbó András<sup>1</sup> – Kondorosy Előd<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Festetics Doktori Iskola, 8360 Keszthely, Deák Ferenc u. 16.*

<sup>2</sup> *Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, 8360 Keszthely, Deák Ferenc u. 16.*

zamboandras88@gmail.com

### Összefoglalás

Jelen tanulmány szerzői 6 európai- Brno, Innsbruck, London, Párizs, Prága, Tervuren- és 1 amerikai természet-tudományi múzeum-San Fransisco-madagaszkári Lethaeini anyagát tanulmányozták. Munkájuk során kimutatták az *Orbellis* Distant, 1913 nemet az országból, melynek 7 a tudományra új fajtát találták, továbbá kimutatták az országból a *Lophoraglius* Wagner, 1961 nemet és annak 2 fajtát, valamint a *Lethaeus* Dallas, 1852 nem további 1 fajtát. Vizsgálatuk során a Lethaeini nemzetség 6 a tudományra új monotipikus nemét találták. A tudományra új nemek közül morfológiailag több az *Orbellis* nemhez áll közel. A tudományra új nemek és az *Orbellis* nem közötti rokonsági viszonyokat molekuláris genetikai módszerekkel kívánják tisztázni, melyről még csak részeredmények állnak rendelkezésre.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A Lethaeini nem számos olyan morfológiai bélyeggel rendelkezik, mely a Rhyparochromidae család semelyik más nemében nem található meg. Mind az imágók, mind lárvák morfológiájának jellegzetességeit korábban már összefoglalták (Zámbó és Kondorosy, 2020). Az ebbe a nemzetségbe tartozó Madagaszkárról elsőként kimutatott taxon a *Diniella* nembe Bergroth, 1893 tartozó *Diniella marginata* Signoret, 1860 volt. A szerző leírásakor, a fajt még a *Lethaeus* Dallas, 1852 nemben tárgyalta (Signoret, 1860). 17 évvel később a nemzetség újabb taxonját, a *Lethaeus* Dallas, 1852 nembe tartozó, *Lethaeus longirostris*-t Reuter, 1887 írta le Reuter (1887). Bergroth (1905) ez utóbbi nem madagaszkári fajainak számát eggyel bővítette, a *Lethaeus nodulinervis* Bergroth, 1905 leírásával. A *Diniella* Bergroth, 1893 nem további egy fajtát, a *Diniella nitida*-t Reuter, 1882 mutatták ki (Distant, 1909). Slater és O'Donnell (1999) 90 évvel később 2 nem 4 fajtát írta le a szigetországból, a *Lethaeus* Dallas, 1852 nem 1 fajtát, a *Lethaeus gigas*-t Slater & O'Donnell, 1999 és a *Neolethaeus* Distant, 1909 3 fajtát a *Neolethaeus maculous*-t Slater & O'Donnell, 1999, *N. madagascariensis*-t Slater & O'Donnell, 1999 és a *N. polhemi*-t Slater & O'Donnell, 1999. *Kment és mtsai.* (2016) ugyan nem írták le Madagaszkárról a nemzetség egy taxonját se, munkájuk azonban az egyetlen összefoglaló mű, a Rhyparochromidae család Madagaszkárról (is) ismert taxonjairól, így a Lethaeini nemzetség taxonjairól is. Az országból ismert Lethaeini taxonok száma 2019-re a *Noteolethaeus* Woodward & Slater, 1962 nem kimutatásával és 3 fajának, a *Noteolethaeus banari*-nak Zámbó & Kondorosy, a *N. pallens*-nek Zámbó & Kondorosy és a *N. vasarhelyii*-nek Zámbó & Kondorosy leírásával tovább nőtt. Kondorosy és mtsai. (2020) egy évvel később a nemzetség egy újabb, az országban endemikus nemét, a *Scobinigaster*-t Kondorosy & Baňar, 2020 és annak 2 fajtát *Scobinigaster henryi*-t Kondorosy & Baňar és *Scobinigaster paveli*-t Kondorosy & Baňar írták le. Ezáltal 2020-ra Madagaszkárról a Lethaeini nemzetség 5 neme és 13 faja vált ismertté.

A poloskák (Heteroptera) alrendjében számos szerző végzett molekuláris genetikai vizsgálatokat különböző okokból: sokan a morfológiai vizsgálatok eredményeit egészítették ki molekuláris genetikai vizsgálatokkal, mások egy-egy nagyobb taxon (pl. alrendág) evolúciós kapcsolatainak meghatározását tűzték ki célul. Utóbbiak közül egyik legjelentősebb munka *Li és mtsai.* (2005) tanulmánya a Pentatomomorpha alrendág-melybe a Lygaeoidea öregcsalád is tartozik- taxonjai közötti leszármazási kapcsolatok feltárásáról. A szerzők riboszomális 18S rDNS-t és mitokondriális COX1 régióból származó szekvenciákat elemeztek. 40 faj filogenetikai elemzése során 17 családot feltételeztek. Munkájuk eredményeként a Trichophora klád testvércsoportjaként helyezték el az Aradoidea öregcsaládot. A Trichophora kládot a leszármazási vonalak alapján két alcsoportra osztották, az egyik a monofiletikus leszármazási vonalat képviselő Pentatomoidea, a másik alcsoportot pedig a 3 szorosán összetartozó öregcsalád (Coreoidea, Lygaeoidea, Pyrrhocoroidea) alkotja. A Lygaeoidea öregcsalád 4 családját 2 kládra (Lygaeidae-Rhyarochromidae és Beritydae-Piesmatidae) osztva elemezték. Ennek eredményeként megállapították, hogy a Lygaeoidea és Rhyarochromidae családok testvércsoportot alkotnak 53%-os valószínűséggel, míg a Beritydae és Piesmatidae családok szintén testvércsoportot alkotnak 68%-os valószínűséggel. Ugyanakkor megállapították, hogy a Beritydae-Piesmatidae klád nagy genetikai távolságra van a Lygaeidae-Rhyarochromidae alkotott kládtól. *Liu és mtsai.* (2019) végezték el a Pentatomomorpha alrendág magasabb-szintű filogenetikai elemzését és evolúció történetének feltárását mitokondriális génszekvenciák felhasználásával. Munkájuk eredményeként megerősítették a Pentatomomorpha alrendág monofiletikusságát, megállapították, hogy az Eutrichophora klád és a Pentatomoidea öregcsalád testvércsoportot alkotnak, valamint megállapították, hogy a Pentatomomorpha alrendág eredete a középső-triász korszakra nyúlik vissza, az Eutrichophora klád és a Pentatomomorpha alrendág szétválása csak a késő triászban történt meg. *Xu és mtsai.* (2021) a Pentatomoidea öregcsalád összehasonlító mitogenomikai és filogenetikai elemzése során megállapították, hogy a Pentatomoidea alrendág család-szintű törzsfajlásának jobb megértéséhez sűrűbb mintavételekre, az adatok optimalizálására (pl. nagy heterogenitású taxonok eltávolítására, 3. kodonpozíció eltávolítására) és megfelelő evolúciós modell kiválasztására van szükség.

A Lygaeoidea öregcsaládban jelentősebb genetikai vizsgálatokat *Bardella és mtsai.* (2014), *Li és mtsai.* (2016), *Huang és mtsai.* (2019) és *Ranashinge és mtsai.* (2019) végeztek. *Bardella és mtsai.* (2014) a Lygaeidae család 3 brazíliai faján a riboszomális 18S rDNS-t és a heterokromatint vizsgálták. *Huang és mtsai.* (2019) meghatározták a Lygaeoidea családba tartozó *Tropidothorax sinensis* Reuter, 1888 teljes mitokondriális genomját. *Ranashinge és mtsai.* (2019) a Lygaeidae család taxonjai közötti genetikai kapcsolatokat vizsgálták tanulmányukban COI alegység felhasználásával. *Li és mtsai.* (2016) a Rhyarochromidae családot vizsgálták. Munkájuk eredményeként leírták a *Panaorus albomaculatus* Scott, 1874 teljes mitokondriális genomját, továbbá megállapították, hogy a Rhyarochromidae család nem testvércsoportja a Lygaeoidea öregcsalád minden családjának.

Munkánk célja egyrészt a tudományra új nemek elkülönítése morfológiai bélyegek alapján az *Orbellis* nemtől, valamint az *Orbellis* és a tudományra új nemek közötti filogenetikai kapcsolatok feltárása a molekuláris genetika módszereivel. Továbbá célunk tisztázni, hogy a morfológiájában nagyon hasonló, de ivarszervek morfológiájában jelentős különbségeket mutató gen. nov. 2 és gen. nov. 3. közötti rokonsági viszonyokat, hogy két nemről vagy egy nemről és annak alneméről van-e szó.

## 2. Anyag és módszer

Munkánk során 6 európai (Morva Múzeum, Brno; Ferdinandeum, Innsbruck; Természettudományi Múzeum, London; Nemzeti Természettudományi Múzeum, Párizs; Nemzeti Múzeum, Prága; Közép-Afrika Királyi Múzeuma, Tervuren) és 1 amerikai (San Fransisco) természettudományi múzeumból kölcsönzött Lethaeini anyagot dolgoztunk fel. Két gyűjtemény (Brno, London) Lethaeini anyagát a helyszínen is tanulmányoztuk. Továbbá két gyűjteményből (Brno, San Fransisco) molekuláris filogenetikai vizsgálatokhoz 95%-os etanolban konzervált anyagot is kölcsönöztünk. A példányok vizsgálatát többnyire Olympus SZ-11 sztereomikroszkóppal végeztük.

A példányok testméreteit kalibrált okulármikrométer használatával vettük fel és milliméterben adtuk meg.

A hím példányok ivarszerveit, így ivarszelvényét (pigofór) és ivari fogóit (paramer) kipeparáltuk, 80%-os tejsavban forráspontig kifőztük, hűlés után Chlorazol Black-el megfestettük. Az ivarszelvények (pigofór) és ivari fogók (paramer) rajzait Völgyi Norbert készítette.

A leírandó taxonok nevét a nevezéktani problémák (nomen nudum) elkerülése végett nem közölhetjük, így ezeket számokkal jelöltük.

Az etanolban eltett példányok között a 6 a tudományra új nemből 5-öt találtunk. A mintákat a könnyebb kezelhetőség érdekében G2, G3, G4, G5, G6, OC és SS névvel jelöltük az azokat tartalmazó Eppendorfozok tetején. Az *Orbellis* nem a tudományra új fajából 3 fajt találtunk az etanolban konzervált anyagban. Az 5 nemből 1-1 (G jelű minták), az *Orbellis* nem leggyakoribb fajából (OC minta) több példányt tettünk el molekuláris genetikai vizsgálatok céljára. Kulcsoportnak egy másik nemzetség (*Drymini*) fajtát, a *Stilbocoris scudderi*-t Kondorosy & Zámbo, 2021 (SS minta) választottuk. A DNS kivonásához egész állatot-a kulcsoportot jelentő taxon esetén, mivel ezekből többszáz példány állt rendelkezésre –és testrészt is homogenizáltunk. Utóbbi egy teljes középső láb volt. A molekuláris genetikai munkákhoz Qiagen DNeasy Kit-et és REDEExtract-N-Amp™ Seed PCR Kit-et alkalmaztunk. A mintákból izolált DNS-t PCR alkalmazásával szaporítottuk fel. Ehhez ABI Geneamp 9700 PCR készüléket használtunk. A PCR reakciókhoz cytb 16S és CO1short F-R primert, valamint Cox LCO##-HCO## primert *Bardella és mtsai.* (2014) használtuk fel.

## 3. Eredmények és értékelésük

Elsőként mutattuk ki az *Orbellis* Distant, 1909 nemet Madagaszkárról, melynek 7 a tudományra új fajtát találtuk. Szintén elsőként mutattuk ki az országból a *Lophoraglius* Wagner, 1961 nemet és 2 fajtát, a *Lophoraglius guttulatus*-t Stal, 1865 és *Lophoraglius notatus*-t Wagner, 1961. Kimutattuk a *Lethaeus* Dallas, 1852 egy, korábban az országból nem ismert fajtát a *Lethaeus snelli*-t China, 1924 is. Továbbá a Lethaeini nemzetség 6 a tudományra új monotipikus nemét találtuk. Mind a hatra jellemző az előhát elülső szögletében elhelyezkedő érzékszőr jelenléte. Közülük 5 nem a nemzetség azon csoportjába tartozik-, mint az *Orbellis* is-, melynél az erek a membránon zárt (1 vagy 2) tösejtet alkotnak, míg 1 nem membránján nincsenek zárt tösejtek.

A 6 nemből (gen. nov.1, gen. nov.2, gen. nov.3, gen. nov.4, gen. nov.5, gen. nov.6) a gen. nov. 1. tartozik a Lethaeini nemzetség azon csoportjába, melynél az erek nem alkotnak a membránon zárt tösejtet. Ebbe a csoportba a nemzetség madagaszkári nemei közül a *Diniella* Bergroth, 1893 és *Noteolethaeus* Woodward & Slater, 1962 nemek tartoznak. Az előbbieken ellenére azonban a gen. nov.1 nem áll közeli rokonságban ezzel a két nemmel. Habitusában

minden más madagaszkári Lethaeini taxontól különbözik, meglepő módon jelentős hasonlóságot mutat egy másik nemzetséggel, a Rhyparochromini némely madagaszkári fajával.

A gen. nov. 2, gen. nov. 3, gen. nov. 4, gen. nov. 5 és gen. nov. 6 nemek mebránján az erek zárt tösejtet alkotnak. A gen. nov. 4 membránján 1, míg a másik 4 nemén 2 zárt tösejt található. A gen. nov. 4 és a gen. nov. 5 morfológiájában (a nyakgyűrű részleges vagy teljes hiánya, az előhát vonalszerű vagy épp csak kiszélesedő oldalszegélye...stb.) némi hasonlóságot mutat a *Lethaeus* Dallas, 1852 nem fajaival. Azonban nem jutottunk arra a következtetésre, hogy rokonságban állnának. A gen. nov. 4 és a gen. nov. 5 ugyanis a Lethaeini nemzetség azon csoportjába tartozik, melynek az előhát elülső oldalsó szögletén hosszú érzékszőr (anterolaterális trichobotrium) helyezkedik el, míg a *Lethaeus* Dallas, 1852 nem fajaira ez egyáltalán nem jellemző. A tudományra új madagaszkári Lethaeini nemek közül csak a gen. nov. 4 és a gen. nov. 5 az, amelyek elülső combján merev sörték vagy fogak egyáltalán nem találhatóak. Mindezek ellenére számos olyan morfológiai különbség található, mely nem támasztja alá, hogy köztük szorosabb rokoni kapcsolat állna fenn.

Az *Orbellis* Distant, 1913 nemmel számos közös morfológiai bélyegen (a nyakgyűrű jelenléte, az előhát kiszélesedett oldalszegélye, többnyire pontozatlan harántdudor...stb.) osztoznak a gen. nov. 2, gen. nov. 3 és a gen. nov. 6 nemek. A gen. nov. 3 az *Orbellis* Distant, 1913 nemtől és a gen. nov. 2 és a gen. nov. 6 nemektől is számos tulajdonságban különbözik, melyek közül a legszembevetőbbek a következők: a pofalemezek apró, fogszerű képződményt viselnek, a hímek a középső-és a hátsó combján is azok teljes hosszában merev sörték és apró fogak két sorba rendeződve állnak, a hímek VII. hátlemeze domborúan lehajló, ezáltal eltakarja az ivarszelvényeket. A felsorolt tulajdonságok a madagaszkári Lethaeini taxonok közül kizárólag a *Scobinigaster* Kondorosy & Baňar, 2020 fajokra jellemzőek. Habár felmerült, hogy e nem egy újabb fajtát találtuk meg, további morfológiai vizsgálatok alapján arra jutottunk, hogy egy a tudományra új nemről van szó, mely közeli rokonságban állhat a *Scobinigaster* Kondorosy & Baňar, 2020 nemmel. Ezt azonban csak genetikai vizsgálatok tudnák megerősíteni, melyre azonban nincs lehetőség, mivel *Scobinigaster* Kondorosy & Baňar, 2020 nem áll rendelkezésre etanolban konzervált anyag.

A gen. nov. 2 és gen. nov. 6 nemeket találtuk morfológiai vizsgálataink alapján az *Orbellis* nemhez legközelebb állónak. Habár a két új nem között számos különbséget találtunk, ugyanakkor közel annyi közös morfológiai bélyegen is osztoznak. Habár az ivarszervek közül, mind a pigofór (ivarszelvény), mind a paramer (ivari fogó) (*1. ábra*) jelentősen különböznek a 2 taxonnál, ez nem ismeretlen a Lethaeini nemzetség nemein belül sem. Ezért felmerült annak a lehetősége, hogy nem 2 különböző nemről, hanem 1 nemről és annak alneméről van szó. Ennek tisztázásához azonban elengedhetetlenek a genetikai vizsgálatok.

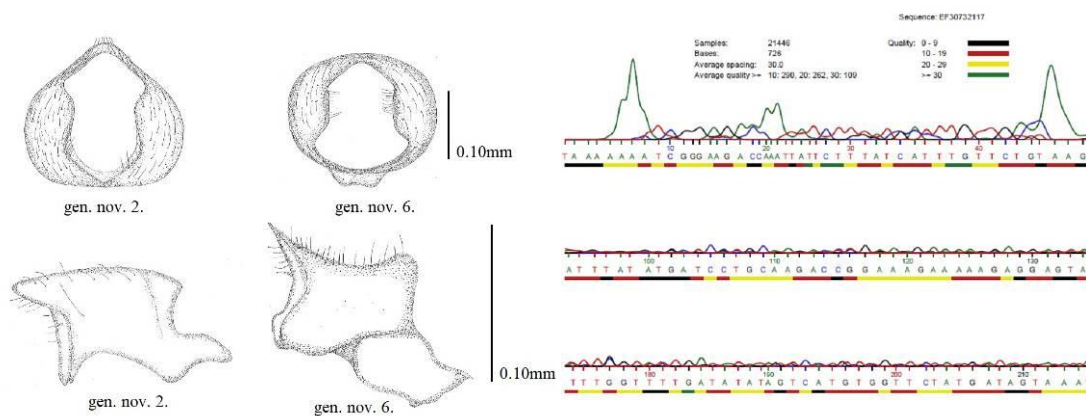
A 7 mintából eddig 4 mintából (G2, G3, OC, SS) történt DNS kivonás. Az SS minta esetén a DNS kivonáshoz egész állatot és teljes középső lábat is homogenizáltunk. Az egész állatból történő mintavétel sikertelenül zárult, mivel a más méretű terméket adott, mint a teljes középső láb. Ennek okaként a példány által elfogyasztott táplálékot feltételeztük. A továbbiakban ezért maradtunk a teljes középső láb használatánál. A más rovarcsoportok genetikai vizsgálatánál alkalmazott Cytb primer itt nem működött, ezért ennek használatát elvetettük. Az SS mintákból CoxI és 16S marker használatával sikeres volt a DNS kivonás, azonban a minősége miatt utótisztítást igényelt. A G2, G3 és OC mintákkal az SS mintánál használt primerrel és PCR profillal végzett PCR reakciók nem voltak sikeresek, annak ellenére, hogy a DNS minőségében és koncentrációjában nanoDrop-on és Qubiton mérve sem mutatkozott jelentős különbség. Ezért e mintáknál cox LCO##- HCO## használtunk primerként, melynek előnye, hogy hosszabb terméket ad, mint a CO1short F-R. A Cox LCO##- HCO## primerrel történő reakciók részben sikeresek voltak, a G2, G3 minták adtak terméket, míg az OC nem. Három minta (SS, G2, G3) szekvenálásával az alábbi eredményt kaptuk: a G2 minta (*2. ábra*) kivéte-



lével, mindegyik mintában több élőlény DNS nyoma is látszik, mely a gélen egyetlen terméként jelent meg. Több ízben-bár mi a mintákat csak Leonhard-csipesszel mozgattuk és a minta feltárása is az Eppendorf csőben történt- emberi kontamináció is jelen volt.

#### 4. Következtetések, javaslatok

Jelen munkák eredményeként Madagaskárról ismert Lethaeini taxonok számát 5 nemről és 12 fajról 12 nemre és 29 fajra növeltük. Az országból 6 a tudományra új nemet, 1 korábban már leírt, de az országból nem ismert nemet és annak 2 fajtát, valamint 1 az országból már korábban kimutatott nem további 1 fajtát (amelyet korábban Madagaskárról nem mutattak ki) találtuk, továbbá az *Orbellis* nem 7 a tudományra új fajtát találtuk. Az országból korábban kimutatott Lethaeini taxonok elterjedését számos új lelőhellyel gyarapítottuk. Az *Orbellis* nem és a leírandó taxonok közötti rokonsági viszonyokat csak molekuláris genetikai vizsgálatokkal lehet tisztázni, mely munkát megkezdtük. A mintákat a molekuláris genetikai vizsgálatokra előkészítettük, azok egy részéből a DNS kivontuk, majd szekvenáltattuk. A kapott eredményekből kívántuk elkészíteni a fentebb említett taxonok filogenetikai rekonstrukcióját. Jelen helyzetben nehéz továbblépni, a munka folytatására a molekuláris klónozás és az azt követő szekvenálás (minden szervezethez külön tartozó PCR klónt), illetve az ampikon szekvenálás merültek fel javaslatként.



1. ábra: A gen nov 2. és 6. ivarszervei

2. ábra: A G2 minta kromatogramja

#### Köszönetnyilvánítás

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

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-21-3-II kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

A szerzők szeretnék köszönetüket kifejezni Dr. Kolics Baláznak a molekuláris genetikai vizsgálatok elvégzésében nyújtott segítségével.

## 5. Felhasznált irodalom

- Bardella, V. B. – Sampaio, T. R. – Venturelli N. B. – Dias A. L. – Guiliano-Caetano, L. – Fernandes J. A. M. – Da Rosa R.* (2014): Physical mapping of 18S rDNA and heterochromatin in species of family Lygaeidae (Hemiptera: Heteroptera). *Genetics and Molecular Research*. 13 (1): 2186–2199.
- Bergroth, E.* (1905): Rhynchota Aethiopia IV. *Ann. Ent. Soc. Belg.* 49: 368–378.
- Distant, W. L.* (1909): Rhynchotal Notes XLVII. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 8 (3): 317–345.
- Distant, W. L.* (1913): No. IX. - Rhynchota Part I. Suborder Heteroptera. Reports of the Percy Sladen Trust Expedition to the Indian Ocean in 1905. 5: 139–191.
- Huang, W. – Gong, S. – Yunfei, W. – Song, F. – Li, W.* (2021): The complete mitochondrial genome of *Tropidothorax sinensis* (Reuter, 1888) (Hemiptera: Lygaeidae). *Mitochondrial DNA. Part B*. 6:7:1808–1809.
- Kment, P. – Baňář, P. – Hemala, V.* (2016): *Rhyparoclava pyrrocoroides*, a new genus and species of autapomorphic Rhyparochromidae with clavate antennae from Madagascar (Hemiptera: Heteroptera) *Act. Ent. Nat. Mus. Pragae*. 56 (2): 517–545.
- Kondorosy, E. – Baňář, P. – Kovács, Sz. – Zámbo, A.* (2020): *Scobinigaster*, a new genus of Lethaeini from Madagascar (Hemiptera: Heteroptera: Rhyparochromidae). *Act. Ent. Mus. Nat. Pragae*. 60 (1), 343–352
- Li, H. M. – Deng, R. Q. – Wang, J. W. – Chen, Z. Y. – Jia, F. L. – Wang, X. Z.* (2005): A preliminary phylogeny of the Pentatomomorpha (Hemiptera: Heteroptera) based on nuclear 18S rDNA and mitochondrial DNA sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 37: 313–326.
- Li, T. – Yang, J. – Li, Y. W. – Cui, Y. – Xie, Q. – Bu, W. J. – Hills, M. D.* (2016): A mitochondrial genome of Rhyparochromidae (Hemiptera: Heteroptera) and a comparative analysis of related mitochondrial genomes. *Sci. Rep.* 6:35175.
- Liu, Y. Q. – Li, H. – Song, F. – Zhao, Y. S. – Wilson, J. – Cai, W. Z.* (2019): Higher-level phylogeny and evolutionary history of Pentatomomorpha (Hemiptera: Heteroptera) inferred from mitochondrial genome sequences. *Syst. Entomol.* 44: 810–819.
- Ranasinghe, A. N. – Vishnu Priya, V. – Gayathri, R.* (2019): Phylogeny relationship of Lygaeidae species using cytochrome oxidase subunit 1 sequences. *Drug Invent. Today* 11: 2301–2305.
- Reuter, O. M.* (1887): *d cognitionem Heteropterorum Madagascariensium*. *Entomologisk Tidskrift*. 8: 77–109.
- Signoret, V. M.* (1860): Faune des Hémiptères de Madagascar. *Annales de la Société Entomologique* 917–972.
- Slater, J. A. – O'Donnell, J. F.* (1999): New species of Lethaeini from Madagascar (Heteroptera: Lygaeoidea: Rhyparochromidae). *J. New York Ent. Soc.* 107 (2-3): 256–267.
- Sweet, H. M.* (1967): The Tribal Classification of the Rhyparochrominae. *Ann. Ent. Soc. Amer.* 60(1) 208–226.
- Xu S. – Wu Y. – Liu Y. – Zhao P. – Chen Z. – Song F. – Li H. – Cai W.* (2021): Comparative mitogenomics and phylogenetic analyses of Pentatomomorpha (Hemiptera: Heteroptera). *Genes*. 12:1306.
- Zámbo, A. – Kovács, Sz. – Kondorosy, E.* (2019): Taxonomic notes on the genus *Noteolethaeus* with three new species from Madagascar (Hemiptera: Heteroptera: Rhyparochromidae). *Act. Zool. Ac. Sci. Hun.* 65 (3): 253–268.
- Zámbo, A. – Kondorosy, E.* (2020): Az Orbellis nem (Heteroptera: Rhyparochromidae) áttekintése. In: Bene, Szabolcs (szerk.) XXVI. Ifjúsági Tudományos Fórum. Keszthely, Magyarország: Pannon Egyetem Georgikon Kar pp. 1–6.

## Absence of Vancomycin resistant enterococci among Urban and Rural Hooded Crows in Hungary

Benmazouz Isma<sup>1,2,\*</sup> – Kövér László<sup>1</sup> – Kardos Gábor<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Department of Nature Conservation, Zoology and Game Management, University of Debrecen, Boszormenyi str. 138., Debrecen, 4032, Hungary*

<sup>2</sup>*Doctoral School of Animal Science, University of Debrecen, Boszormenyi str. 138., Debrecen, 4032, Hungary*

<sup>3</sup>*Institute of Metagenomics, University of Debrecen, 4032 Debrecen, Hungary*  
benmazouz.isma@agr.unideb.hu; koverl@agr.unideb.hu

### Abstract

Vancomycin resistant enterococci (VRE) are among the major nosocomial threats, which have a potential for zoonotic transmission due to the ubiquity of enterococci in the environment and in animal microbiota, e.g. wild birds. In order to assess the prevalence in an urbanized bird species, 221 fecal samples were collected from Hooded crows (*Corvus cornix*) from rural and urban areas in 2020. Fecal samples were screened using VRE agar plates. None of the samples yielded VRE. The absence of VRE isolates in sampled Hooded crows indicates that even crows residing in the city do not necessarily constitute a reservoir of VREs.

### 1. Introduction and literature overview

Enterococci is a large genus of Gram positive bacteria consisting of commensal microorganisms that are normally part of the normal flora of the intestinal tract of humans, mammals, birds, reptiles and insects (Wada *et al.*, 2019). These microorganisms can also be opportunistic pathogens and cause a range of serious nosocomial infections including urinary tract infections and sepsis (Fisher and Phillips, 2009; Simjee, 2006). The efficacy of the standard treatment of ampicillin against resistant isolates vancomycin; a glycopeptide antibiotic; is the treatment of choice (Fiore, Van Tyne, and Gilmore, 2019).

In the past few decades, vancomycin resistance has emerged and is spreading (Delpech, Allende, and Sparo, 2019); and vancomycin resistant enterococci (VRE) emerged in hospital acquired infections around the world (Fisher and Phillips, 2009). In addition to their occurrence in hospital environments, VRE have been reported in livestock and companion animals on several occasions (Ahmed and Batiste, 2018; Wada *et al.*, 2021).

The prevalence of antimicrobial resistant bacteria (AMR) is generally facilitated by extensive use of antimicrobial drugs in clinical and agricultural settings, as well as their use as growth promoters in the livestock industry (Bager *et al.*, 1997; Buetti, *et al.*, 2019). In Europe, the use of avoparcin, a glycopeptide antibiotic sharing the same mechanism of action with vancomycin, as a feed additive was shown to be a factor for the emergence of VRE strains in food animals, including poultry (Werner *et al.*, 2020; Ünal *et al.*, 2020). Consequently, the use of avoparcin was prohibited by the European Union since 1997, leading to decreased occurrence but not disappearance of VRE in farm animals (Ahmed and Batiste, 2018).

Lately, different types of AMR strains of great importance have been increasingly reported in wildlife, which highlights the complexity and importance of AMR in wildlife and the possibility of interspecies transmission between humans, domestic animals, the environment, and

wildlife (reported by Wang *et al.*, 2017). AMR bacteria were reported in the wild for the first time from wild birds. In 1975, multi-resistant *Escherichia coli* strains were isolated in pigeons (Sato, 1978). Since then, numerous studies recorded the presence of VRE in wildlife, including wild birds, not in direct contact with antimicrobials (Radhouani *et al.*, 2014; Nagy *et al.*, 2021). Wild animals may acquire AMR bacteria from contaminated human sources and agricultural facilities and the frequency of AMR bacteria in wildlife is generally linked to human activities (Bonnedahl *et al.*, 2009). Recently, AMR strains were detected among commensal gut bacteria of wild mammals, birds, reptiles and fish (Cabello *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2017; Wada *et al.*, 2019).

Wild bird populations inhabiting human-associated environments were found to harbour AMR strains by several authors (Bonnedahl *et al.*, 2009; Wang *et al.*, 2017). VRE strains were found in wild birds, including gulls (Drobni *et al.*, 2009; Oravcova, Svec and Literak, 2017), wintering Rooks (*Corvus frugilegus*) (Oravcova *et al.*, 2013), American Crows (*Corvus brachyrhynchos*) (Oravcova *et al.*, 2014) and Common Ravens (*Corvus corax*) (Oravcova *et al.*, 2013; Oravcova, Hedelova, and Literak, 2016).

The Hooded Crow (*Corvus cornix*), an Eurasian bird species is widely found across Northern, Eastern, and Southeastern Europe, as well as parts of the Middle East. Hooded Crows, like many corvids, are widely spread into urban settlements. This bird is a sedentary bird in the city of Debrecen, with an urban population that is increasing linearly, and with no sign of reaching carrying capacity yet (Kövéér *et al.*, 2015). These crows can harbour a diverse and potentially important community of pathogenic and symbiotic microorganisms and possibly AMR bacteria.

Although, multi-resistant Gram positive bacteria have been previously reported in corvid species (Oravcova *et al.*, 2013, 2014; Oravcova, Hedelova, and Literak, 2016; Nagy *et al.*, 2021), there is no information regarding the presence of VRE among Hooded Crows.

The aim of this study was to investigate the prevalence of VRE, more particularly, vancomycin resistant *Enterococcus faecium* and *Enterococcus faecalis*, in resident Hooded Crows in urban and rural areas of Hungary.

## 2. Material and method

In total, 192 fresh fecal samples from Hooded Crows were collected between March 2020 and August 2020 directly from the cloaca of free ranging birds caught using traps as part of an ongoing management program within the city of Debrecen as well as the rural towns of Balmazújváros and Szakoly (located 25 and 40 km away from the city of Debrecen, respectively), using sterile cotton swabs. Additional 19 urban samples for Budapest were also included in the analysis.

Swabs were immediately transferred to the microbiology laboratory at the University of Debrecen, where samples were cultured on a blood agar and a VRE screen plate (prepared at the medical microbiology lab at the University of Debrecen). After a 24h incubation at 37°C, each colony of interest was transferred onto a blood agar, and then identified using the MALDI-TOF Mass Spectrometry. Vancomycin resistance was examined using disc diffusion and determination of the vancomycin and teicoplanin MICs using MIC test strips (Liofilchem, Roseto degli Abruzzi, Italy).

### 3. Results, their evaluation and conclusion

Surprisingly, none of the isolates demonstrated a bacterial growth on the VRE screening media. These results indicate that none of the sampled Hooded Crows in any group carried VRE strains. Enterococci were detected though on nonselective media, which were not vancomycin resistant, demonstrating that Hooded Crows carry Enterococci in general but not VRE strains. However, previous findings of VRE amongst birds of the genus *Corvus* (Oravcova *et al.*, 2013; Oravcova *et al.*, 2014) indicate that carriage of VRE is indeed possible and that crows therefore can be used as sentinels, as wild birds very close to contact with human activities, such as rooks and gulls, are potential carriers of clinically important VRE (Oravcova, Svec and Literak, 2016, 2017).

Moreover, VRE occurrence in medical establishments is an increasing global health issue and such resistant enterococci have also been isolated from companion animals such as dogs (Wada *et al.*, 2021). While some authors have even reported the occurrence of VRE in the Australian gulls for the first time in 2017 (Oravcova, Svec, and Literak, 2017) and in the common raven and the rook in Slovakia (Oravcova, Svec, and Literak, 2016) as well as in feral pigeons within the Czech Republic (Radimersky *et al.*, 2010).

In Europe, the emergence of VRE in food animals has been related to the use of avoparcin as growth promoter (Bager *et al.*, 1997), nevertheless, VRE still occurs even after the ban on avoparcin by the EU in 1997 (Nilsson *et al.*, 2009). In contrast, in North America VRE is rarely found in livestock since avoparcin has never been approved for use in animals (Simjee *et al.*, 2006). In a study on the American crow, however, a single isolate out of a 100 isolated enterococci was found to be resistant to vancomycin in Canada (Oravcova *et al.*, 2014), while a few more VRE isolates of clinical importance were detected in the feces of the American crow in the USA (Oravcova *et al.*, 2013). The source for the VREs in these wild animals may be anthropogenic sources such as wastewater, landfills or the urban environment, where birds are in close contact with potentially human-contaminated objects or foods.

A study at the University of Debrecen showed a low prevalence of VRE among hospital settings in Hungary (Dombrádi *et al.*, 2012). However, VRE prevalence saw an increase in more recent reports (Melegh *et al.*, 2018; 2020).

The Hooded Crow has a widespread distribution in North and Eastern European countries including Hungary, and is often associated with human-made environments. It occupies different ecological niches within cities and it has been seeing a continuous population increase (Kövér *et al.*, 2015). Additionally, several bacterial pathogens of human importance have been previously detected in this highly urbanized wild bird (Ferrazzi *et al.*, 2007). This study indicates the absence of VRE among free ranging Hooded Crows from rural and urban setting in Hungary. Still, considering the multi-resistance observed in hospital isolated strains and the prevalence of VRE in wintering rooks in different European cities (Oravcova *et al.*, 2013; Oravcova, Svec, and Literak, 2016) a potential environmental spread of VRE should be foreseeable, warranting monitoring of urban bird populations especially.

### 4. References

- Ahmed, M. O. – Baptiste, K. E. (2018). Vancomycin-resistant enterococci: a review of antimicrobial resistance mechanisms and perspectives of human and animal health. *Microbial Drug Resistance*, 24(5), 590–606.
- Bonnedahl, J. – Drobní M. – Gauthier-Clerc M. – Hernandez J. – Granholm S. – Kayser Y. *et al.* (2009): Dissemination of *Escherichia coli* with CTX-M type ESBL between humans and yellow-legged gulls in the south of France. *PLoS One*, 4(6): e5958, doi: 10.1371/journal.pone.0005958.

- Buetti, N. – Wassilew, N. – Rion, V. – Senn, L. – Gardiol, C. – Widmer, A. – Marschall, J. (2019): Emergence of vancomycin-resistant enterococci in Switzerland: a nation-wide survey. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 8(1), 1–5.
- Bager, F. – Madsen, M. – Christensen, J. – Aarestrup, F. M. (1997): Avoparcin used as a growth promoter is associated with the occurrence of vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* on Danish poultry and pig farms. *Preventive veterinary medicine*, 31(1-2), 95–112.
- Cabello, F. C. – Godfrey, H. P. – Tomova, A. – Ivanova, L. – Dölz, H. – Millanao, A. – Buschmann, A. H. (2013): Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health. *Environ. Microbiol.* 15, 1917–1942. (doi:10.1111/1462-2920.12134)
- Delpech, G. – Allende, L. G. – Sparo, M. (2019): Mobile genetic elements in vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* population. In *Pathogenic Bacteria*. IntechOpen.
- Dombrádi, Z. – Dobay, O. – Nagy, K. – Kozák, A. – Dombrádi, V. – Szabó, J. (2012): Prevalence of vanC vancomycin-resistant enterococci in the teaching hospitals of the University of Debrecen, Hungary. *Microbial Drug Resistance*, 18(1), 47–51.
- Drobni, M. – Bonnedahl, J. – Hernandez, J. – Haemig, P. – Olsen, B. (2009): Vancomycin-resistant enterococci, point barrow, Alaska, USA. *Emerging infectious diseases*, 15(5), 838.
- Ferrazzi, V. – Moreno Martin, A. – Lelli, D. – Gallazzi, D. – Grilli, G. (2007): Microbiological and serological monitoring in hooded crow (*Corvuscoronecornix*) in the region Lombardia, Italy. *Italian Journal of Animal Science*, 6(3), 309–312.
- Fiore, E. – Van Tyne, D. – Gilmore, M.S. (2019): Pathogenicity of Enterococci. *Microbiol. Spectr.* 7.
- Fisher, K. – Phillips, C. (2009): "The ecology, epidemiology and virulence of *Enterococcus*". *Microbiology*. 155 (Pt 6): 1749–57. doi:10.1099/mic.0.026385-0. PMID 19383684.
- Kövér, L. – Gyüre, P. – Balogh, P. – Huettmann, F. – Lengyel, S. – Juhász, L. (2015): Recent colonization and nest site selection of the Hooded Crow (*Corvus corone cornix* L.) in an urban environment. *Landscape and Urban Planning*, 133, 78–86.
- Melegh, S. – Nyul, A. – Kovács, K. – Kovács, T. – Ghidán, Á. – Dombrádi, Z. – Mestyán, G. (2018): Dissemination of VanA-Type *Enterococcus faecium* Isolates in Hungary. *Microbial Drug Resistance*, 24(9), 1376–1390.
- Nagy, B. J. – Balázs, B. – Benmazouz, I. – Gyüre, P. – Kövér, L. – Kaszab, E. – Kardos, G. (2021): Comparison of Extended-Spectrum Beta-Lactamase-Producing *Escherichia coli* Isolates From Rooks (*Corvus frugilegus*) and Contemporary Human-Derived Strains: A One Health Perspective. *Frontiers in microbiology*, 12, 785411-785411.
- Nilsson, O. – Greko, C.H. – Bengtsson, B. (2009): Environmental contamination by vancomycin resistant enterococci (VRE) in Swedish broiler production. *Acta Vet Scand* 51: 49–55.
- Oravcova, V. – Ghosh, A. – Zurek, L. – Bardon, J. – Guenther, S. – Cizek, A. – Literak, I. (2013): Vancomycin-resistant enterococci in rooks (*Corvus frugilegus*) wintering throughout Europe. *Environmental microbiology*, 15(2), 548–556.
- Oravcova, V. – Zurek, L. – Townsend, A. – Clark, A. B. – Ellis, J. C. – Cizek, A. – Literak, I. (2014): American crows as carriers of vancomycin-resistant enterococci with vanA gene. *Environmental microbiology*, 16(4), 939–949.
- Oravcova, V. – Hadelova, D. – Literak, I. (2016): Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* with vanA gene isolated for the first time from wildlife in Slovakia. *Veterinary microbiology*, 194, 43–47.
- Oravcova, V. – Svec, P. – Literak, I. (2017): Vancomycin-resistant enterococci with vanA and vanB genes in Australian gulls. *Environmental microbiology reports*, 9(3), 316–318.
- Radhouani, H. – Silva, N. – Poeta, P. – Torres, C. – Correia, S. – Igrejas, G. (2014): Potential impact of antimicrobial resistance in wildlife, environment and human health. *Frontiers in microbiology*, 5, 23.
- Radimersky, T. – Frolkova, P. – Janoszowská, D. – Dolejská, M. – Svec, P. – Roubalová, E. – Literák, I. (2010): Antibiotic resistance in faecal bacteria (*Escherichia coli*, *Enterococcus* spp.) in feral pigeons. *Journal of applied microbiology*, 109(5), 1687–1695.
- Sato, G. – Oka, C. – Asagi, M. – Ishiguro, N. (1978): Detection of conjugative R plasmids conferring chloramphenicol resistance in *Escherichia coli* isolated from domestic and feral pigeons and crows. *Zentralbl Bacteriol Orig A*. 1978; 241: 407–17.
- Simjee, S. – Jensen, L.B. – Donabedian, S.M. – Zervos, M.J. (2006): *Enterococcus*. In *Antimicrobial Resistance in Bacteria of Animal Origin*. F.M. Aarestrup (ed.). Washington, DC, USA: ASM Press, pp. 315–323.
- Ünal, N. – Bal, E. – Karagöz, A. – Altun, B. – Koçak, N. (2020): Detection of vancomycin-resistant enterococci in samples from broiler flocks and houses in Turkey. *Acta Veterinaria Hungarica*, 68(2), 117–122.
- Wada, Y. – Harun, A. B. – Yean, C. Y. – Zaidah, A. R. – Wada, Y. (2019): Vancomycin-resistant *Enterococcus*: Issues in human health, animal health, resistant mechanisms and the Malaysian paradox. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 7(11), 1021–1034.

- Wada, Y. – Irekeola, A. A. – EAR, E. N. S. – Yusof, W. – Lih Huey, L. – Ladan Muhammad, S. – Zaidah, A. R. (2021):* Prevalence of Vancomycin-Resistant Enterococcus (VRE) in Companion Animals: The First Meta-Analysis and Systematic Review. *Antibiotics*, 10(2), 138.
- Wang, J. – Ma, Z. B. – Zeng, Z. L. – Yang, X. W. – Huang, Y. – Liu, J. H. (2017):* The role of wildlife (wild birds) in the global transmission of antimicrobial resistance genes. *Zoological Research*, 38(2), 55
- Werner, G. – Neumann, B. – Weber, R. – Kresken, M. – Wendt, C. – Bender, J. – von Wulffen, H. (2020):* Thirty years of VRE in Germany – “expect the unexpected”: The view from the National Reference Centre for Staphylococci and Enterococci. *Drug Resistance Updates*, 100732.





## A termékenyítési évszak hatása az alomméretre öt hazai sertéstelepen

Tempfli Károly – Rampasek Éva – Palotás Edvárd – Szabó-Sárvári Loretta – Gulyás László

*Széchenyi István Egyetem, Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Kar,  
Mosonmagyaróvár  
tempfli.karoly@sze.hu*

### Összefoglalás

Az alomméret a nagyüzemi sertéstenyésztésben az egyik legfőbb értékmérő tulajdonság, hiszen alapvetően meghatározza a kibocsátott termék mennyiségét és az erőforrások kihasználhatóságát. A szakirodalom alapján az évszakok hatása a vemhesülési eredmények mellett az alomméret alakulására is megfigyelhető. Jelen vizsgálatban öt hazai sertéstelep esetében értékeltük az alomméret termékenyítési évszakok szerinti lehetséges változásait összesen 23353 alom adatai alapján a 2010 és 2021 közötti időszakban. Megállapítottuk, hogy a termékenyítési évszak szignifikáns ( $P < 0,05$ ) mértékben befolyásolhatja az alomszámot. Négy telep esetében a legkisebb alomátlagot a nyári termékenyítések eredményezték, míg jellemzően az őszi-téli termékenyítési időszak volt a legsikeresebb. A telepeken jelentkező szezonális kihívások azonosítása lehetővé teszi a káros következmények megelőzésére vagy mérséklésére.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A szaporaságot a kocák egy fialásra jutó malacszámaival, vagy alommérettel, alomszámmal, korábbi irodalomban alomlétszámmal, alomnépelességgel jellemezzük, amelybe a fialás során világra jött élő és holt malacokat is beleértjük. Az alomszám tehát a koca reális (realizált) szaporaságának mutatója (*Horn és mtsai*, 2011). A mai intenzív fajtaktól/hibridektől elvárható, hogy a koca alomszáma legalább 10-12 malacot tegyen ki (*Horn és mtsai*, 2011; *Balogh és Novotniné Dankó*, 2013). A nagyüzemi sertéshús termelés során a malacelőállítás az utóbbi évtizedekben folyamatosan a koca szaporasági erélyének javítására ösztönözte a tenyésztést. Ennek sikeressége az alomszám folyamatos növekedését idézte elő (*Andersson és mtsai*, 2016). *Ziron* (2005) szerint az alomszám elsősorban az ovulációs rátától, a termékenyítés idejétől, valamint az embrionális és magzati mortalitástól függ. *Vidács* (2004) szerint a reális szaporaságra jelentős befolyást gyakorol az ondó minősége, és a spermiumok életképessége is. A koca első két fialásából következtetés vonható le a koca későbbi reprodukciós teljesítményére vonatkozóan (*Hoving és mtsai*, 2011). Ugyanakkor *Andersson és mtsai* (2016) szerint az első fialásnál a 14-nél kevesebb született malac pozitív hatással lehet a koca teljes hasznos élettartamára és termelési teljesítményére. A megnövekedett alomszámmal párhuzamosan a malacok átlagos születési súlyának csökkenését figyelték meg, így megnövekedett a választás előtti malacelhullás is (*Ziron*, 2005; *Rutherford és mtsai*, 2013). Megállapítható, hogy a nagyobb alomszám növeli a kocatejért való versenyt, és ezzel hosszabb távú hatásként egészségügyi problémák nagyobb valószínűséggel lépnek fel a gyengébb, kisebb súlyú malacoknál alultápláltság miatt (*Rutherford és mtsai*, 2013).

Az irodalmi adatok szerint a szezonális infertilitás hatására csökken a kocák szaporasága a nyár végén és kora ősszel (*Plonait és mtsai*, 2004). A kocák nem fertőző betegség, vagy egyéb rendellenesség eredetű csökkent szaporasági erélyének egyik fő oka a szezonális hatás (*Wegner és mtsai*, 2014). Valamennyi reprodukcióval kapcsolatos értékmérőt befolyásolja a szezonális meddőség, de mindenekelőtt csökkent vemhesülési százalékot, késleltetett ivaréret, hosszabb választás-ivarzás intervallumot, megnövekedett malacelhullást, gyakoribb

vetélést tulajdonít neki a szakirodalom (Tubbs, 2007; Bertoldo és mtsai, 2009). Bene és mtsai (2011) vizsgálataik alapján a halva született malacok aránya, valamint a perinatális vagy választás előtti malacelhullásnál figyelték meg elsősorban szezonalitást, valamint alomméretnél, illetve alom- és malacsúlyoknál.

## 2. Anyag és módszer

Vizsgálatunk során öt sertéstelep 2010 és 2021 közötti időszakból származó 23 353 alom adatait dolgoztuk fel. A telepek Győr-Moson-Sopron, Fejér, illetve Somogy megyében üzemelnek. A telepek mindegyikén nagyfehér × lapály fajtakonstrukciójú kocákkal folyik a termelés.

Az adatok gyűjtését a telepírányítási rendszereken keresztül végeztük, majd Microsoft Excel 2010 segítségével csoportosítottuk.

Az évszakokat meghatározása az alábbi felosztással történt:

- tél: december, január, február hónapok
- tavasz: március, április, május hónapok
- nyár: június, július, augusztus hónapok
- ősz: szeptember, október, november hónapok.

Az évszakok hatását egytényezős varianciaanalízissel értékeltük SPSS v.20.0 szoftverben a Least Significant Difference teszt segítségével.

## 3. Eredmények és értékelésük

Az 1. táblázatban látható az alomméret alakulása termékenyítési évszakonként a vizsgált öt sertéstelepen. Négy telep esetében megfigyelhető, hogy a legkisebb alomméret a nyári termékenyítési időszakból származott, egy telep (B) esetében pedig a tavaszi termékenyítések eredményezték a legkisebb alomszám-átlagot, bár ez nem különbözött szignifikáns mértékben a nyári termékenyítések átlagától.

A telepi eredményeket az 2019. évi sertéstenyésztési évkönyv (Novozánszky, 2019) adataival összevetve megállapítható, hogy a vizsgált telepeken – a C telep kivételével – az évszakonkénti átlagok az országos 12,04-es összes született malac átlagot meghaladják.

Ruíz-Flores és Johnson (2001) szerint az alomszámot a koca méhkapacitása mellett elsősorban az ovulációs ráta határozza meg, így ezen jelenség mögött a Knox és Zas (2001) által megfigyelt és a nagyfehér és lapály keresztezett kocákra jellemző nagyobb késő őszi és téli ovulációs rátának is köszönhető.

1. táblázat: Az alomszám alakulása termékenyítési évszakonként a vizsgált sertéstelepeken

Telep	Termékenyítési évszak							
	Tél		Tavasz		Nyár		Ősz	
	Alomszám	N	Alomszám	N	Alomszám	N	Alomszám	N
A	13,40 <sup>a</sup> ±3,18	562	12,31 <sup>b</sup> ±3,32	516	12,06 <sup>b</sup> ±3,24	525	12,39 <sup>b</sup> ±3,55	873
B	15,55 <sup>a</sup> ±3,54	480	14,09 <sup>b</sup> ±3,48	216	14,38 <sup>b</sup> ±3,75	204	15,68 <sup>a</sup> ±4,28	300
C	11,91 <sup>b</sup> ±3,07	631	11,91 <sup>b</sup> ±2,92	589	11,80 <sup>b</sup> ±3,52	609	12,31 <sup>a</sup> ±3,01	733
D	13,28 <sup>b</sup> ±2,19	1241	14,02 <sup>a</sup> ±3,30	988	12,85 <sup>c</sup> ±3,17	953	13,07 <sup>bc</sup> ±3,52	1397
E	13,24 <sup>a</sup> ±3,40	2995	13,09 <sup>a</sup> ±3,44	3387	12,72 <sup>b</sup> ±3,42	3049	13,13 <sup>a</sup> ±3,44	3105

<sup>a,b,c</sup> Az azonos soron belül különböző betűvel jelölt átlagok közötti különbség szignifikáns (P < 0,05)

Lengyel nagyfehér kocák esetében a termékenyítési évszak hatása statisztikailag nem volt igazolható ( $P > 0,05$ ), de (jelen eredményekkel összehangban) a legtöbb összes malac (12,06) jellemzően az őszi-téli termékenyítésekből született (*Schwarz és mtsai*, 2009). A saját eredményeinkkel ellentétben a legkisebb alomszámokat a lengyel nagyfehér állományban a téli termékenyítés eredményezte (11,47). Az élve születettek száma legnagyobb az őszi (11,17), legkisebb a téli termékenyítéseknél volt (10,56); a holt malacok száma pedig legnagyobb a nyári (0,94), legkisebb (0,75) a tavaszi termékenyítések után volt.

Az évszakok hatása a reprodukciós teljesítményre elsősorban a fotoperiódus (világos időszakok hossza, intenzitása) változásainak az állatokra gyakorolt hatásán keresztül érvényesül, de fontos szerepet játszik a hőmérséklet és a páratartalom is. Számos kutatás igazolja, hogy mérsékelt éghajlati övezetben az évszakok hatása leginkább a fotoperiódus változásai révén érvényesül, míg trópusi éghajlaton jelentősebb szerepet játszik a hőmérséklet és a páratartalom változása (*Schwarz és mtsai*, 2009; *Tantasuparuk és mtsai*, 2000). A termékenyítési évszak alomméretre gyakorolt hatását a trópusokon abban figyelték meg, hogy a téli időszakban végzett inszeminálások nagyobb almokat eredményeztek, mint a nyári esős hónapok (július-szeptember) termékenyítései.

Az évszakok hatása leginkább a késői ivarérés, hosszabb választás-ivarzás intervallum, a csökkent vemhesülési százalék, a szabálytalan ivarzás, a visszabúgás nagyobb arányú elfordulása esetében kimutatható. A szezonális meddőség hatása farmonként, gazdaságonként jelentősen eltérhet akár régióon belül hasonló genotípusú állományokban. A domesztikált sertés szaporodása nem korlátozódik egy bizonyos évszakra, éppen ezért nem szezonális reprodukív aktivitással rendelkező állatfajnak tekintik a sertést (*Peltoniemi és mtsai*, 1999). Ennek ellenére a vemhesülési százalék akár 10-25%-os csökkenése figyelhető meg a nyári hónapokban. Vizsgálatok kimutatták, hogy a vaddisznóéhoz hasonló szezonális szaporodási folyamat elemei megtalálhatók a modern hibrid vonalakban is (*Bassett és mtsai*, 2001). *Mauget* (1978) szerint a vaddisznó szaporodási aktivitása a téli hónapokban eléri a maximumot, míg a július, augusztus, szeptember és október hónapokban szexuális inaktivitás jellemzi. A szezonális meddőség előidézéséért felelős okok ellentmondásosak a szakirodalomban. *Mauget* (1982) szerint a nyár végén és a kora őszi hónapokban a házisertéseknél megfigyelt csökkent szaporasági erély a vaddisznó szaporodási szezonális inaktivitásának a megnyilvánulása, hiszen a háziasított sertés a vaddisznótól származik. *Peltoniemi és mtsai* (1999) alapján a sertések szaporasági erélye a legrosszabb nyár végén és kora ősszel, amikor is a vaddisznók az anösztrüsz fázisban vannak. Az egész éves ivarzás lehetősége ellenére úgy tűnik, hogy a házisertés még mindig bizonyos fokú évszaki hatás alatt áll, leginkább nyáron és ősszel megfigyelhető negatív hatásokkal. *Flowers és mtsai* (1989) azt mondják, hogy a nyári magas hőmérséklet okozta hőstressz és csökkent takarmányfelvétel okozza a kocák infertilitását a nyári időszakban. Ezt támasztja alá az, hogy a kocának nagy nehézségei vannak a hő bőrön keresztül történő leadásával. *Peltoniemi és mtsai* (1999) alapján a kocasüldők késői ivarérését a nyári időszakban a megemelkedett kortizol hormonszint okozhatja. Mivel azonban minden egyed eltérő kortizolszintekkel reagál a fent leírt stresszorokra, a szezonális infertilitás kocánként változó mértékben jelentkezhet. *Peltoniemi és mtsai* (1999) szerint is a léghőmérséklet nem lehet a szezonális meddőség fő oka, mivel tanulmányaik során ugyan a vizsgálataik szerint nyári időszakban szezonális meddőség előfordul, de Finnországban is ugyanúgy előfordul, miközben a hőmérséklet nyáron meglehetősen alacsony. *Auvigne és mtsai* (2010) megerősíti ezt a nézetet azzal az indokkal, hogy egyrészt szezonális ingadozások fordulnak elő a termelésben az óceáni éghajlaton is, másrészt a szaporasági erély nem javul észrevehetően a hideg nyarakon. Ugyanakkor azt is kijelentik, hogy tanulmányukban a legrosszabb szaporasági eredményeket a legforróbb nyáron rögzítették.

*Plonait és mtsai* (2004) megállapítják, hogy a vaddisznóknál a kora őszi hónapok a cikluson kívüli időszakba tartoznak (rövidülő nappalok jellemzik), és ez magyarázza a házisertések szezonális meddőségét. A fotoperiódus hatásának mechanizmusa még nem teljesen ismert, és nézeteltérés van abban, hogy a koca a nyári hosszabb, vagy az őszi rövidebb nappalokra, fényperiódusokra reagál. Valószínűbb, hogy a június 21-e utáni rövidülő nappalok jelzik a kocák számára, hogy „csökkentsék” szaporaságukat a téli időszakra eső fialás elkerülése érdekében. *Tubbs* (2007) szerint a nyári infertilitás problémája nincs összefüggésben a nyári hőséggel, a kan spermaminőségével vagy a libidójával. *Vasantha* (2016) megfigyelései alátámasztják, hogy a fotoperiódus okozhatja a szezonális infertilitást, hiszen a szezonális termékenység a tobozmirigy a melatonin hormon termelése révén vezérli. *Arend és mtsai* (2019) évszakok hatásának minimalizálása érdekében kísérletükben melatonint adagoltak a kocáknak a fotoperiódus hatásainak csökkentésére, és ugyan a melatonin-kezelés megnövelte az érett tüszők számát kocasüldőkben, valamint a melatonin expresszióját az első ciklusban a kocáknál, de a termékenyült petesejtekre, a fialásra vagy az alomszámra nem tudták igazolni a melatonin kezelés hatását. További kutatások szükségesek annak megértéséhez, hogy a fény ill. megvilágítás hogyan befolyásolja a melatonin felszabadulását, valamint a melatonin pontosan hogyan és hol hat a reprodukív folyamatokban. A megfelelő, kielégítő takarmányozás szerepe a sertés ivarzását tekintve többek között abból a megfigyelésből levezethető, hogy a vaddisznók évente két almot is hozhatnak, ha elegendő takarmány áll rendelkezésre. A jó takarmányellátás pozitív hatással van a házisertések szaporodási teljesítményére is. A nagyobb takarmányadag biztosítása a nyári és az őszi hónapokban csökkenti ezen évszakok negatív hatását a szaporasági erélyre (*Love és mtsai*, 1995). A nagyobb mennyiségű szálastakarmány pozitív hatással van a sertések szaporodási sikerére is (*Peltoniemi és mtsai*, 1999). *Leman* (1992) vizsgálta, hogy az egyedül tartott kocák kevésbé szenvednek szezonális meddőségtől. Ez pedig azzal magyarázható, hogy a „szociális stressz”, azaz a kocák csoportokban tartása növeli a csoportban alacsonyabb rangú állatok kortizolszintjét. *Quesnel és mtsai* (2005) a szezonális infertilitást mint több tényező által befolyásolt jelenséget írják le. Nemcsak a környezeti hőmérsékletet és a nappalok hosszát (fotoperiódust) említik, hanem a koca takarmányozását, a koca konstitúcióját, a kereső kanok használatát, illetve mellőzését, valamint az állomány egészségi állapotát is meghatározó tényezőknek tekintik a szezonális meddőség kialakulásában (*Quesnel és mtsai*, 2005). A már korábban említett melatonin-kezeléses kísérlet alapján *Arend és mtsai* (2019) arra a megállapításra jutottak, hogy az évszaktól és az állománytól függően, a szaporaságot a fényperiódus, a hőmérséklet vagy a páratartalom is jelentősen befolyásolhatja.

#### 4. Következtetések, javaslatok

Eredményeink alapján megállapítható, hogy a vizsgált hazai sertéstelepeken a termékenyítési évszak statisztikailag igazolható hatást gyakorol az alomméretre. Jellemzően a nyári időszakban végzett inszeminálások eredményezik a legkisebb alomszámot.

Az infertilitás kialakulásának és káros következményeinek a csökkentésében a következő módszerek, tevékenységek elvégzése, alkalmazása javasolható (*De Rensis és mtsai*, 2017): fel kell mérni az okokat, az infertilitás jeleit azonosítani kell (adatgyűjtés, adatelelmzés); kifutós tartásnál a leégést el kell kerülni (árnyék biztosítása); csökkenteni kell az energiafelvételt, gondoskodni kell a hősokk csökkentéséről (megfelelő szellőztetés kialakítása), termoneutrális zóna (18-20°C) biztosítása; az állatok kezelését a hűvösebb napszakokban végezzük; a kocák kondícióját folyamatosan értékelni kell, szükség esetén a takarmányozási programot változtatni kell (optimális tenyész-kondíció fenntartása); mesterséges termékenyítést kell használni, a

sperma bejuttatásának időpontját helyesen kell megválasztani, pl. figyelemmel arra, hogy a nyári időszakban jellemzően rövidebb az ivarzás és az ovuláció közötti idő; a malacok választása hirtelen történjen, mivel a ivarzás és a jól megfigyelhető ivarzási jelek kialakulásában a választásnak nagy szerepe van; a termékenyítésre szánt kocák számát növelni kell, hogy a nagyobb sikertelen vemhesülési arány ne vezessen kevesebb szaporulathoz; a termékenyítés során és a vemhesség első hónapjában is biztosítsuk a kanok jelenlétét; a többszöri visszaivarzókat selejtezzük; biztosítsunk napi 16-18 megvilágított órát egész évben; fiatalítsuk az állományt (az idősebb kocák általában fogékonyabbak a szezonális infertilitás kialakulására); eCG (ló chorio-gonadotropin) kezelés javasolható a tüszőérés serkentésére; esetenként sikerrel alkalmaztak melatonin a szezonális hatások mérséklésére; szintén sikeres lehet az ivarzás-szinkronizációra alkalmazott progesztagén kezelés is.

A reprodukciós teljesítmény szezonális (nyári) csökkenése a hazai vizsgált telepeken is jelentkezett. A teljesítmény-csökkenés mértékének pontos ismeretében a szakmai vezetők szerepe, hogy értékeljék a veszteségek mérséklésének az adott telepen elérhető, megvalósítható módjait.

### Köszönetnyilvánítás

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

### 5. Felhasznált irodalom

- Andersson, E. – Frössling, J. – Engblom, L. – Algers, B. – Gunnarsson, S.* (2016): Impact of litter size on sow stayability in Swedish commercial piglet producing herds. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 58. 1–9.
- Arend, L. S. – Knox, R. V. – Greiner, L. L. – Graham, A. B. – Connor, J. F.* (2019): Effects of feeding melatonin during proestrus and early gestation to gilts and parity 1 sows to minimize effects of seasonal infertility. *J. Anim. Sci.*, 97. 4635–4646.
- Auvigne, V. – Leneveu, P. – Jehannin, C. – Peltoniemi, O. – Salle E.* (2010): Seasonal infertility in sows: a five year field study to analyze the relative roles of heat stress and photoperiod. *Theriogenol.*, 74. 60–66.
- Balogh P. – Novotniné Dankó G.* (2013): Versenyképes kocatartás és malacnevelés. Szaktudás Kiadó Ház Zrt. (Nemzeti Agrárgazdasági Kamara), Budapest.
- Bassett, J. M. – Bray, C. J. – Sharpe, C. E.* (2001): Reproductive seasonality in domestic sows kept outdoors without boars. *Reproduction*. 121. 613–629.
- Bene Sz. – Fekete Zs. – Lendvay M. – Rajnai Cs. – Polgár J. P. – Szabó F.* (2011a): Néhány tényező hatása a magyar nagy fehér hússertés szaporasági és malacnevelési tulajdonságaira. *Animal Welfare, Etológia és Tartástechnológia* 7. 1. 15–29.
- Bertoldo, M. – Grupen, C. – Thomson, P. – Evans, G. – Holyoake, P.* (2009): Identification of sow-specific risk factors for late pregnancy loss during the seasonal infertility period in pigs. *Theriogenology*. 72. 393–400.
- De Rensis F. – Ziecik A.J. – Kirkwood R.N.* (2017): Seasonal infertility in gilts and sows: Aetiology, clinical implications and treatments. *Theriogenol.*, 96: 111–117.
- Flowers, B. – Cantley, T. – Martin, M. – Day, B.* (1989): Effect of elevated ambient temperatures on puberty in gilts. *Journal of Animal Science*. 67. 779–784.
- Horn P. – Pászthy Gy. – Bene Sz.* (2011): Sertésenyésztés. Digitális Tankönyvtár.
- Hoving, L. – Soede, N. – Graat, E. – Feitsma, H. – Kemp, B.* (2011): Reproductive performance of second parity sows: Relations with subsequent reproduction. *Livestock Science*. 140. 124–130.
- Knox, R.V. – Zas, S.L.* (2001): Factors influencing estrus and ovulation in weaned sows as
- Leman, A.D.* (1992): Optimizing farrowing rate and litter size and minimizing nonproductive sow days. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 8. 609–621.
- Love, R. J. – Klupiec, C. – Thornton, E – Evans, G.* (1995): An interaction between feeding rate and season affects fertility of sows. *Animal Reproduction Science*. 39. 275–284.

- Mauget, R.* (1978): Seasonal Reproductive Activity of the European Wild Boar. Comparison with the Domestic Sow. Assenmacher I., Farner D.S. (eds) Environmental Endocrinology. Springer, Berlin. 79–80.
- Novozánszky G.* (2019): A sertésenyésztés 2019. évi eredményei. Nébih, Budapest.
- Peltoniemi, O. A. T. – Heinonen, M. – Leppävuori, A. – Love, R. J.* (1999): Seasonal effects on reproduction in the domestic sow in Finland - A herd record study. Acta Vet. Scandinavia. 40. 133–144.
- Plonait, H. – Bickhardt, K. – Waldmann, K-H.* (2004): Lehrbuch der Schweinekrankheiten. Parey Verlag, Stuttgart.
- Quesnel, H. – Boulot, S. – Le Cozler, Y.* (2005): Seasonal variation of reproductive performance of the sow. Institut national de la recherche agronomique Production Animales, 18. 101–110.
- Ruiz-Flores, A. – Johnson R. K.* (2001): Two-stage Selection for Ovulation Rate and Litter Size in Swine - An Effective Procedure to Increase Reproduction Rate. Nebraska Swine Reports. 102. 36–40.
- Rutherford, K. – Baxter, E. – D'Eath, R. – Turner, S. – Arnott, G., - Roehle, R. – Ask, B. – Sandøe, P. – Moustsen, V. – Thorup, F.* (2013): The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: biological factors. Animal Welfare. 22. 199–218.
- Schwarz, T. – Nowicki, J. – Tuz, R.* (2009): Reproductive performance of Polish Large White sows in intensive production – effect of parity and season. Annals Anim. Sci. 9: 269–277.
- Tantasuparuk, W. – Lundeheim, N. – Dalin, A.M. – Kunavongkrit, A. – Einarsson, S.* (2000): Reproductive performance of purebred Landrace and Yorkshire sows in Thailand with special reference to seasonal influence and parity number. Theriogen., 54: 481–496.
- Tubbs, R.* (2007): Current Therapy in Large Animal Theriogenology (Noninfectious Causes of Infertility and Abortion). W.B. Saunders, Saint Louis.
- Vasantha, I.* (2016): Physiology of seasonal breeding. Vet. Sci. Technol., 7. 1–4.
- Vidács L.* (2004): Sertésenyésztés. Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Főiskolai Kar Állattenyésztési Tanszék, Hódmezővásárhely.
- Wegner, K. – Lambert, C. – Das, G. – Reiner, G. – Gauly, M.* (2014): Climatic effects on sow fertility and piglet survival under influence of a moderate climate. Animal Journal. 8. 1526–1533.
- Ziron, M.* (2005): Einfluss der ad libitum bzw. rationierten Fütterung von Sauen über mehrere Trächtigkeiten hinweg auf unterschiedliche Verhaltens- und Leistungsparameter. Habil.agr. Universität Gießen.

## Aminosavak meghatározása takarmányokból - Irodalmi áttekintés

Wágner László – Strifler Patrik

*Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely*  
wagner.laszlo@uni-mate.hu

### Összefoglalás

A takarmányozás hatékonyságának fokozása érdekében a takarmányelőállítás területén az egyik legjelentősebb minőséget meghatározó tényező a fehérjék táplálkozástani megítélése. A feladat elvégzéséhez elengedhetetlenül szükséges a fehérjék aminosavösszetételének vizsgálata. A fehérjék aminosavösszetételének meghatározása nem vesztett aktualitásából mióta az első aminosavanalizátorokat megalkották az ötvenes évek végén. Azóta sok publikáció foglalkozott mind a minta előkészítéssel, mind az analízissel. Igyekeztem áttekinteni a vizsgálatok célját, alkalmazási területét figyelembe véve a mintaelőkészítő eljárásokat és a műszeres mérési megoldásokat.

### 1. Bevezetés

Az élő szervezetek legfontosabb anyagai, az élet hordozói a fehérjék. A fehérjék nagy molekulájú,  $\alpha$ -aminosavakból felépített vegyületek, amelyek az élő szervezetek szerves anyagálmányának zömét alkotják. A fehérjék és peptidek szerkezetfelderítésének első lépése annak a megállapítása, hogy a vizsgált vegyület milyen aminosavrészekből és ezeknek egymáshoz viszonyított milyen mennyiségéből áll.

Az aminosavak minőségi és mennyiségi meghatározására túlnyomóan a kromatográfias módszerek terjedtek el. Először a papír- és rétegekromatográfia, majd *Moore és Stein* munkacsoportjának kutatásai eredményeként az ioncserés oszlopkromatográfia alakult ki, amely alkalmazta már a század eleje óta ismert ninhidrin-aminosav, kvantitatív meghatározással kidolgozott, kvalitatív reakciót. Később az összes művelet automatizálásával az ötvenes évek végére kifejlesztették az első aminosavanalizátorokat. A technika további fejlődésével pedig megjelentek a többségében oszlopelőtti származékképzést alkalmazó HPLC-s módszerek.

Napjainkban, hazánk kiöregedett automatikus aminosavanalizátor állományát tekintve, felmerül a kérdés, hogy a különböző mintáink analíziséhez melyik technika irányába fejlesztünk, illetve meglevő eszközeinket esetleges módszerfejlesztéssel alkalmassá tehetjük-e aminosavanalízisre.

A technikai feltételeken túl nagy figyelmet kell szentelni a fehérjék hidrolízisére, amely alapvetően meghatározza az analízisnél kapott eredményeket. Külön kiemelném a kicsit "különcnek" nevezhető triptofánt, amelyet célszerű a többi aminosavtól eltérő módon hidrolizálni. A triptofán pontos meghatározása különösen a takarmányanalitikában jelentkezik aktuális igényként.

### 2. Az aminosavanalízis előkészítő műveletei

Az aminosavak minőségi és mennyiségi meghatározására, csaknem kizárólag kromatográfias módszerek terjedtek el. Az aminosav-meghatározásra kerülő anyagot a kromatografáláshoz elő kell készíteni. A vizsgálati anyag előkészítése függ a meghatározás céljától: fehérjék ami-

nosav-összetételének vagy a minta szabad aminosav összetételének mérése a célunk. A fehérjékben kötött aminosavakat hidrolízissel fel kell szabadítani, illetve a szabad állapotban levő aminosavak mellől a zavaró komponenseket el kell távolítani.

## 2.1. A fehérjék hidrolízise

Az aminosav-összetétel megállapításához az összes aminosavat a peptidkötésből hidrolízissel fel kell szabadítani. A fehérjék hidrolízise háromféle eljárással oldható meg, erős ásványi savakkal, lúgokkal és legkíméletesebb módszer az enzimes fehérjebontás. Az enzimes hidrolízis lenne látszólag a legcélszerűbb módszer, de körülményes kivitelezése miatt nem terjedt el a laboratóriumi gyakorlatban. (Alkonyi, 1974; Bruckner, 1974; Lásztity és Törley, 1987). Modelminták hidrolízisére azonban nagyon alkalmas (Hauck, 1990).

### 2.1.1. Savas hidrolízis

A sok hátránya ellenére a tömény sávval történő hidrolízis a legelterjedtebb módszer (Farkas és mtsai, 1990). Legáltalánosabban 6 mólos sósavat használnak 100-120 °C hőmérsékleten, 16-48 órás időtartammal. A sósav előnye: illékony, a hidrolízis után könnyen eltávolítható, az azeotrop összetételű oldat koncentrációja a hidrolízis során nem változik (Lásztity és Törley, 1982). A klasszikusnak nevezhető Moore és Stein (1963) nevével fémjelzett 6 N HCl, 110 °C, 24 órás hidrolízis mellett igen sok módszert dolgoztak ki a fehérjék hidrolízisére. A savas hidrolízis paramétereit sok kutató vizsgálata a peptidkötések stabilitása, különféle savak, hőmérséklet, hidrolízis időtartama szempontjából. A kutatások célja mindig a savas hidrolízis problémás területeinek megoldása, az aminosav veszteségek csökkentése volt.

A Cys, a Cyss valamint a Met oxigén jelenlétében cisztein-szulfinsavvá és -szulfonsavvá, valamint metionin-szulfoxiddá és -szulfonná alakul. A cisztein, cisztin és a metionin megbízható meghatározására a perhangyasavas oxidálást alkalmazzák széles körben (Hirs, 1956; Simova, 1981; Gehrke és mtsai, 1985; Macdonald és mtsai, 1985; Magyar Takarmánykódex, 1990). A perhangyasavas oxidációval a cisztin és a cisztein ciszteinsavvá alakul, a metionint pedig metioninszulfonná. Az analízisnél pedig az oxidált termékek kerülnek meghatározásra.

### 2.1.2. Lúgos hidrolízis

A lúgos hidrolízist általában a triptofán meghatározására használják, ugyanis a lúg hatására sok aminosav részleges bomlást szenved. Hidrolizálószerként hazánkban a Ba(OH)<sub>2</sub> illetve a NaOH terjedt el, de a LiOH is használható reagens.

A szakirodalomban hasonlóan a savas hidrolizáláshoz, a lúgos hidrolizálásra is számos változat, módosítás található.

Eggum (1968) a takarmányok triptofántartalmának meghatározására 5,5 N Ba(OH)<sub>2</sub>-os lúgos hidrolízist használt, az optimális hidrolízis időt 20 órában határozta meg 110 °C-on.

Sato és mtsai (1984) kutatási eredményei a következők:

- a) 100 mg protein hidrolíziséhez (110 °C; 20 óra) 10 ml 4,1 N NaOH a megfelelő mennyiség.
- b) A szabad triptofán a hidrolizátumban 5 °C-on, pH = 4,2-nél tárolva nem bomlik le.
- c) A szénhidrátok, a rost és a hamu nem befolyásolják a triptofán visszanyerést.
- d) A zsír csökkenti a triptofán visszanyerést, analízis előtt zsírtalanítani kell a mintát.



### 2.3. Előkészítés a szabad aminosavak analíziséhez

A biológiai minták szabad aminosavtartalmának meghatározását a jelenlevő szennyező komponensek jelentősen befolyásolhatják. Folyékony minták esetében leggyakrabban a zavaró fehérjéket kell eltávolítani. Az aminosavak kioldására szilárd mintákból, pedig extrahálást kell alkalmazni.

A meghatározásra kerülő oldat fehérjétől és nagymolekulájú peptidektől való megtisztítására, deproteinizálására a következő módszereket szokták használni: kicsapás kémiai anyagokkal, tisztítás ioncserélő kromatográfálással, ultracentrifugálás és ultraszűrés (*Deyl és mtsai*, 1986).

## 3. Aminosavak analízise

A fehérjementesítés vagy a hidrolízis után szükséges az aminosavakat egymástól szétválasztani. A több évtizedes gyakorlat bizonyította, hogy erre a legmegfelelőbb módszer az oszlopkromatográfia. Ez tartalmazza a gázkromatográfiát és a folyadékkromatográfiát, az utóbbi áll az ioncserélő oszlopkromatográfiából (IEC) és a fordított fázisú kromatográfiából (RPC).

### 3.1. Aminosavak meghatározása ioncserés oszlopkromatográfiával (IEC)

A szerves vegyületek közül legtöbbet az aminosavak ioncserés kromatográfiáját tanulmányozták. A biokémia fejlődése szükségessé tette a fehérjék aminosav összetételének, biológia eredetű nedvek, extraktumok aminosavtartalmának gyors és pontos meghatározását. Az aminosavanalízis volt az intenzív folyadékkromatográfia első, széles körben alkalmazott formája. Az aminosavak ioncserés kromatográfiáját és a fotometriás mennyiségi meghatározását az ötvenes évek elején dolgozták ki, majd az összes művelet automatizálásával az ötvenes évek végére kifejlesztették az első aminosavanalizátorokat (*Spackman és mtsai*, 1958; *Vámos*, 1959). Az első automatikus aminosavanalizátor megépítése óta eltelt több mint három évtized során a módszer alapjai nem változtak, viszont olyan módosításokat dolgoztak ki, amelyek segítségével az eredeti elválasztási időt és a kimutatható aminosav mennyiségeket nagyságrendekkel sikerült csökkenteni.

Az aminosavak frakcionálására az erősen savas kationcserélő gyanták használatosak ma általánosságban (*Poole*, 1991). A gyanták gömbszemcsések, általában 8 % divinil-benzollal térhálósított, szulfonált polisztirolgyanták. A műgyanták Na-formában vannak az automatikus aminosavanalizátorok oszlopaiba töltve. Az aminosavak különféle (*Coulomb és van der Waals*) erőkkel kötődnek az ioncserélőhöz, amelyek együttes értéke különböző. Az ioncserélőn kötődött aminosav molekulák szorpciója és elúciója folyamán különböző intenzitással jut érvényre az egyes aminosavak sajátos töltése, pK-ja, molekulatömege, oldalláncának összetétele (poláros v. apoláros). Az aminosavak kötődését az ioncserélő oszlophoz, valamint az aminosavak elválasztásának szelektivitását, a mozgó fázis pH-ja, az ellenionkoncentráció, az esetleg hozzáadott szerves oldószer mennyisége és minősége, az oszlop hőmérséklete és a mozgó-fázisban levő kation minősége befolyásolja (*Snyder és Kirkland*, 1979). A körülmények változtatásával az aminosavak elúciós sorrendje is módosulhat.

Mind a hidrolizátumok, mind a szabad aminosavakat tartalmazó oldatok kromatográfálása esetén az aminosavakat erősen savas (pH = 2,2 körüli érték) oldatban viszik fel az oszlopra, amelyek ilyen kémhatás mellett kationos formában vannak és erősen kötődnek az oszlophoz. Az elúció pedig pH = 3-10 közötti pufferekkel és általában a pH és ellenionkoncentráció-növelés kombinálásával történik.

### 3.2. Aminosavak meghatározása fordított fázisú kromatográfiával (RPC)

Az intenzív folyadékkromatográfia gyökerei az ötvenes évek végére nyúlnak vissza amikor Moore és Stein kidolgozták az automatikus aminosavelemzési módszert. Az intenzív folyadékkromatográfia (HPLC) kifejlődése az 1960-as évek közepén kezdődött. A klasszikus gravitációs áramlású folyadékkromatográfia fejlesztése vezetett az új technika megvalósításához.

Az intenzív folyadékkromatográfia az eluens megfelelő pumpával való kényszeráramoltatásának megvalósításával, ehhez kapcsolódóan a töltet szemcseméretének jelentős csökkentésével és a kolonnából kilépő folyadékáramban a komponensek eloszlásának folyamatos, érzékeny detektálásával és az így felvett kromatogram regisztrálásával valósult meg.

Az aminosavanalízisek döntő többségét fordított fázisú kromatográfiával (RPC) oldják meg. Fordított fázisú folyadékkromatográfia alatt azt az elválasztást értik, amikor a mozgófázis polaritása nagyobb, mint az állófázisé. Szepesy (1983) meghatározása szerint a fordított fázisú kromatográfiában stacioner fázisként egy hidrofób, általában oktadecil- (C-18) vagy oktil- (C-8) csoportokkal borított töltetet és egy poláris áramló fázist használunk.

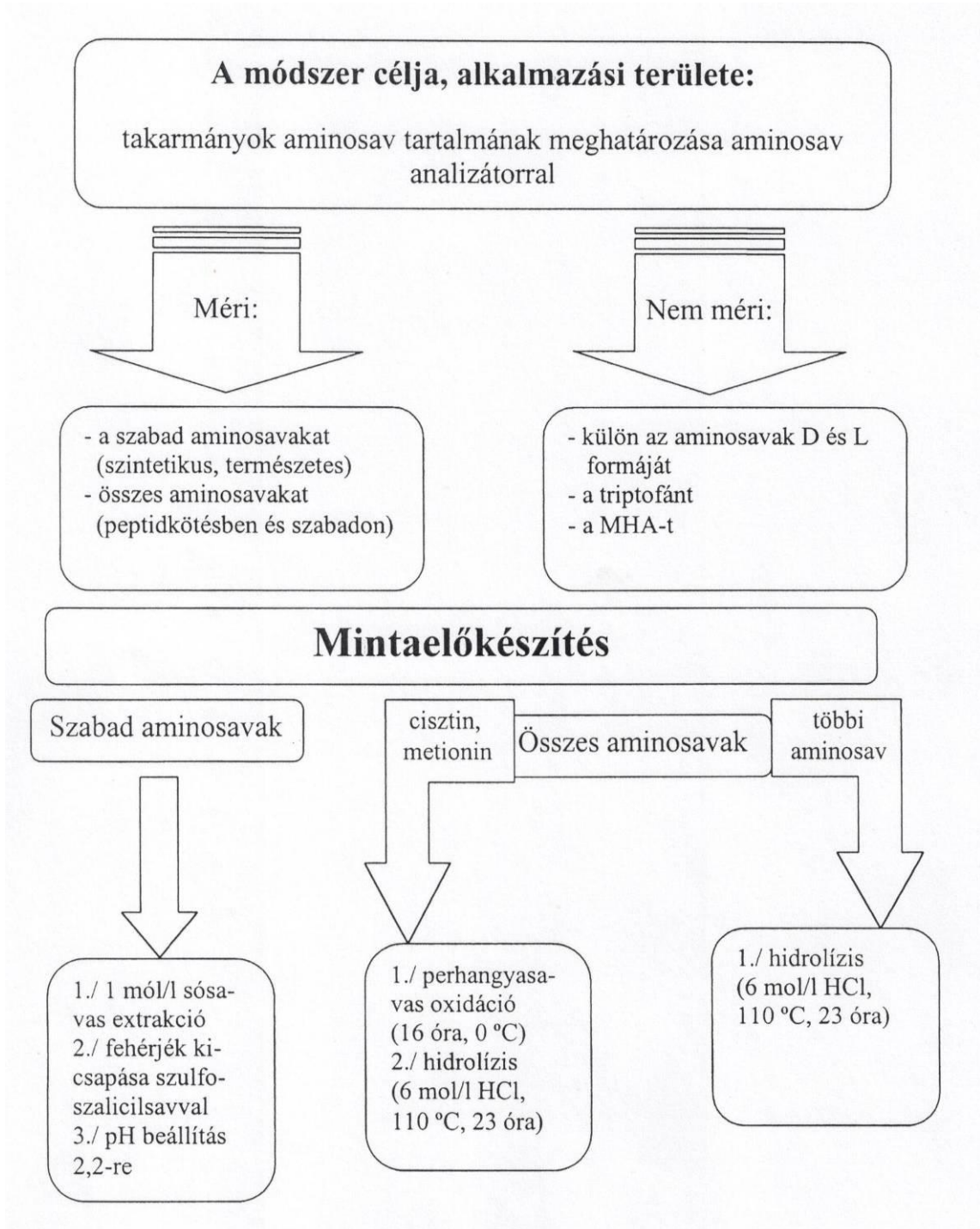
Az aminosavak HPLC meghatározására igen sok módszert dolgoztak ki. A HPLC meghatározást általában származékképzési lépés előzi meg, mivel az aminosavak a leggyakrabban alkalmazott ultrabolya detektorral nem detektálhatók megfelelő érzékenységben, kivéve a triptofánt, tirozint, fenilalanint. Sok származékképző reagenst használnak, ezek közül a leggyakrabban alkalmazottak az OPA (o-ftáaldehid), FMOC (9-fluorenil-metil-klór-hangyasavészter), DABS-Cl (4-dimetilamino-azo-benzol-4'-szulfonil-klorid; Dabzil-klorid), DNS-Cl (1-dimetil-amino-naftalin-5-szulfonil-klorid; Danzil-klorid), DNFB (2,4-dinitro-fluor-benzol), PITC (fenil-izo-tiocianát).

## 4. Következtetések

1900-as évek végén visszaszorulni látszottak a klasszikus kationcserélő oszlopot és ninhidrines származékképzést megvalósító készülékek és nagy kampányba kezdtek a HPLC gyártók. Ezek a készülékek oszlop előtti származékképzéssel működnek, fordított fázisú elválasztó oszlopot használnak és származéktól függően (dansyl, OPA, FMOC, PITC, ACQU-tag) fluoreszcenciás vagy UV/látható detektálást használnak.

Ezen készülékek előnyei, hogy csak egy adagoló HPLC szivattyút használnak, kevés az injektálási mintaszükséglet, alacsony kimutatási határ, nagyobb érzékenység, némileg rövidebb analízis idő, a készülék többcélú felhasználási lehetősége. Hátrányai, hogy a mintaoldat teljes mátrixa jelen van a származékképzésnél ami nagyban befolyásolja a származékképződés lefolyását, valamint az oszloptöltetek lényegesen kevesebb ideig használhatók.

Az Európai Unió 1998. szeptember 3-án a 98/64/EC számú direktívájában az unió hivatalos vizsgálati módszerré emelte a klasszikus ioncserés, ninhidrines módszert. A leírt módszer lényegesen nem különbözik a hazánkban elterjedt gyakorlattól, de néhány technikai részletben, felszereltségben változtatást igényelt, különösen a cisztin és a methionin előoxidációja tekintetében. A módszer vázlatos összefoglalása az alábbiakban látható:



## 5. Felhasznált irodalom

- Alkonyi I.* (1974): Biokémia. Kézirat, Pécsi Orvostudományi Egyetem, Pécs
- Bruckner Gy.* (1974): Szerves kémia. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Deyl, Z. – Hyaneek, J. – Horakova, M.* (1986): Profiling of amino acids in body fluids and tissues by means of liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, 379. 177–250.
- Gehrke, C. W. – Wall, L.L. – Absheer, J. S. – Kaiser, F. E. – Zumwalt, R. W.* (1985): Sample preparation for chromatography of amino acids: Acid hydrolysis of proteins. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 68(5). 811–821.
- Hauck, M.* (1990): Enzymic hydrolysis of proteins for amino acid determination and sample preparation. *Dtsch. Lebensm. - Rundsch.*, 86(1). 12–15.
- Hirs, C.H.W.* (1956): *J. Biol. Chem.*, 219. 611.
- Lásztity R. és Törley D.* (1982): Élelmiszerkémiai és technológiai gyakorlatok. Kézirat. Budapesti Műszaki Egyetem, Tankönyvkiadó, Budapest.
- Lásztity R. – Törley D.* (1987): Az élelmiszeralitika elméleti alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Macdonald, J. L. – Krueger, M. W. – Keller, J. H.* (1985): Oxidation and hydrolysis determination of sulfur amino acids in food and feed ingredients: Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 68(5). 826–829.
- Magyar Takarmánykódex* (1990). Mezőgazdasági Könyvkiadó, Budapest.
- Moore, S. – Stein, W.H.* (1963): *Method Enzymol.* 6. 819.
- Poole, C. F. – Poole, S. K.* (1991): *Chromatography today.* Elsevier, Amsterdam- Oxford- New York-Tokyo.
- Sato, H. – Seino, T. – Kobayashi, T. – Murai, A. – Yugari, Y.* (1984): Determination of the tryptophan content of feed and feedstuffs by ion exchange liquid chromatography. *Agric. Biol. Chem.*, 48(12). 2961–2969.
- Simová, O.* (1981): The Modification of oxidative hydrolysis for the determination sulphur amino acid aimed at shortening the time of its duration and obtaining the highest output of threonine. *Biol. Chem. Vet. (Praha)*, XVII (XXIII). 2. 125–142.
- Snyder, L. R. – Kirkland, J. J.* (1979): Bevezetés az intenzív folyadékkromatográfiába. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Spackman, D.H. – Stein, W.H. – Moore, S.* (1958): Automatic recording apparatus for use in the chromatography of aminoacids. *Anal. Chem.*, 30. 1190–1198.
- Szepesy, L.* (1983): Nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia elmélete és gyakorlata, BME Mérnöki Továbbképző Intézet, Kézirat, Budapest.
- Vámos, E.* (1959): Kromatográfia. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

## **5. Társadalomtudományok – Növénytudományok**



## Tudatos vásárlás és környezettudatosság a szépségiparban

Gémesi Evelin

*Budapesti Gazdasági Egyetem Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar, Budapest*

evelin.gemesi16@gmail.com

### Összefoglalás

Tanulmányom a szépségipar fenntarthatóságával foglalkozik. A kozmetikai ipar tevékenységének része a környezetkárosítás (műanyaghasználat, mikroplasztik vizekbe juttatása például), emellett etikai problémaként tevékenységével szemben felmerül az állatkísérletek kérdése. Több kozmetikai márka és gyártóvállalt is próbál változtatni ezeken a környezetterhelő, illetve kegyetlen termelői és értékesítői eljárásokon, tehát kínálati oldalról fellelhető a környezet- és társadalomtudatos vállalati viselkedés. Ez a jelenség azonban csak akkor lesz képes trenddé válni, ha a keresleti oldalon is fellelhető az igény a környezetbarát termékekre. E megfontolások miatt dolgozatomban egyrészt bemutatom pár kozmetikai márka fenntartható eljárásait, másrészt ismertetem a fogyasztói oldallal kapcsolatos kutatásom eredményeit, egy kérdőíves felmérésből levonható következtetéseket.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A szépségipar még jellemzően nem tért rá a fenntartható pályára, de már találni olyan kozmetikai márkákat és gyártókat, amelyek a mindennapi tevékenységüket próbálják környezettudatosabbá tenni. Erre azért van szükség, mert minden évben egyre korábbra esik a túlfogyasztás napja (*Global Footprint Network*, 2019), ezzel egyidejűleg vizeinket szennyezzük azzal, hogy a különböző kozmetikai termékeket használva és azokat leöblítve mikroműanyag darabkákat juttatunk a tengerekbe, ezáltal ezek a részecskék a vízi élővilágban súlyos károkat okoznak (*Bordós és Reiber*, 2016). A termékek műanyag csomagolása szintén magas környezeti terhelést okoz. A környezetszennyezés mellett ebben az iparban nem elhanyagolható az állatkísérletek jelentősége sem: az EU már 2004 óta tiltja a kész kozmetikai termékeken végzett állatkísérleteket, 2009 óta pedig már az alapanyagokat sem tesztelhetik állatokon, ráadásul 2013-tól az Unión kívül állatkísérletekkel készült termékek forgalmazását is betiltották. A Parlament egy 2018-as állásfoglalásában kijelentette, hogy 2023-ra világszerte betiltaná a kozmetikai termékeknél alkalmazott állatkísérleteket és az így készült termékek forgalmazását (*Európai Parlament*, 2020). E szabályzás mellett és ellenére a márkák mindig találnak kiskapukat. Azoknál a vállalatoknál, akik az Európai Unió kívül is forgalmazzák a termékeiket, sajnos valószínűsíthető, hogy az Unió kívül, például Kínában végzik el a termékek állatokon való letesztelését (*Lantos*, 2019).

Az állatkísérletek háttérbe szorítása érdekében a L'Oréal kifejlesztette az úgynevezett Episkint, mely egy mesterséges bőr, a Dove nem hagy jóvá olyan projekteket, amelyeknél a termékek vagy azok összetevőinek teszteléséhez állatkísérletekre lenne szükség. A Dove emellett újrahasznosított műanyagot alkalmaz a csomagoláshoz, dezodorjai nem tartalmaznak alumíniumot. A LUSH társadalmi felelősségvállalása abban jelenik meg, hogy támogatja a méltányos és közösségi kereskedelmet, elhatárolódik a kizsákmányoló munkától. A The Body Shop az előzőhöz hasonlóan a társadalmi felelősségvállalás jegyében foglalkoztatóként szem előtt tartja a tisztességes bérezést, a környezettudatosság itt szintén az újrahasznosított

műanyag felhasználásában jelenik meg. A DM és a Rossman esetében a fenntarthatóság nem csupán stratégiai cél, hanem a mindennapi operatív működés szerves része.

## 2. Anyag és módszer

A kínálati oldal bemutatásához készítettem egy összegző táblázatot, mely azt mutatja, hogy az egyes – fenntarthatóságot szem előtt tartó – kozmetikai márkák a fenntarthatóság mely területére fókuszálnak.

A keresleti oldal elemzése érdekében egy kérdőívet állítottam össze, ennek kitöltése 2022. 04.13-tól, 2022. 05.01.-ig tartott, összesen 143 fő töltötte ki, de az adattisztítás után 119 kitöltő maradt. A válaszadók többségére az jellemző, hogy városban (főváros, megyei jogú város vagy város) élnek (87%), fiatalok (20 és 36 év közöttiek – 77%) és nők (71%).

Az adatok elemzését nagyrészt Microsoft Office Excel 2010 programmal és SPSS 9.0 statisztikai programcsomaggal végeztük.

A számítások során a kitöltők által adott válaszok megoszlását elemeztem, emellett klaszterezést alkalmaztam. A klaszter-analízis alapvető célja, hogy a megfigyelt egységeket homogen csoportokba rendezze, több változó alapján, K-közép módszert használtam, ami egy nem-hierarchikus eljárás, itt szükséges a klaszterek számának előzetes meghatározása (*Sajtos és Mitev, 2007*).

## 3. Eredmények és értékelésük

### 3.1. Kínálati oldal

A következő táblázat azt mutatja, hogy a vizsgálatba bevont kozmetikai márkák milyen fenntarthatósági szempontoknak és hogyan próbálnak megfelelni (*1. táblázat*).

Az összecsésből az látható, hogy a Rossmann esetében kevés cella került kitöltésre, mert túlnyomórészt e szempontok majd csak a jövőben fognak dominálni, egyelőre a stratégiai terv részét képezik. A felsorolt márkák esetében domináns szerepe van a műanyaghasználat csökkentésének és a természetes összetevők felhasználásának, ez mindannyiuk közös vonása. A többi területen eltérő hangsúllyal ugyan, de mindegyik márka próbál értéket teremteni. A felsorolásban a vízfelhasználásra vonatkozóan kevés bejegyzés született, ez egy olyan terület, amely még fejlesztésre szorul a környezettudatosságban.

### 3.2. Keresleti oldal

A kérdőív két közvetlen kérdést tartalmazott arra vonatkozóan, hogy a kitöltők környezettudatosnak tartják-e magukat, illetve arra, hogy vásárlásaik során tudatosak-e. A környezettudatosság népszerűbb választásnak bizonyult a kérdőív kitöltői között: 71%-uk tartja magát környezettudatosnak, míg csupán 59% nyilatkozott úgy, hogy tudatos vásárlónak tartja magát. E nagyarányú környezettudatosság vizsgálatának megfelelő kontrollkérdései a szelektív hulladékgyűjtésre (van-e lehetősége rá, illetve él-e a lehetőséggel) vonatkozó kérdések. A megoszlások vizsgálata alapján azt tapasztaltam, hogy az önmagát környezettudatosnak vallók, akik számára mind a lakókörnyezetében, mind a munkahelyén (vagy iskolájában) rendelkezésre áll szelektív hulladékgyűjtési lehetőség, csak 39%-a figyel arra, hogy minden esetben szelektíven gyűjtse a szemetet otthon és csak 36%-a arra, hogy munkahelyi vagy iskolai környezetben is megtegye ugyanezt úgy, hogy a lehetőség biztosított számára.



1. táblázat: A választott kozmetikai márkák fenntarthatósági tevékenységének összegzése

Megnevezés	Dove	L'Oreál	The Body Shop	LUSH	DM	Rossmann
Alapanyagok	természetes összetevők, alumínium mentes	n.a.	vegetáriánus, vegán	Bioalapanyagok, vegán	növényi alapanyagok, mikroplasztik kiváltása természetes anyagokkal	nem használ pálmaolajat; mikroplasztik kiváltása természetes anyagokkal
Állatkísérletek	nem tesztel (PETA)	máig tesztel, Episkin alkalmazása	mesterségesen tesztel	embereken tesztelnek	n.a.	n.a.
Műanyaghasználat	újrahasznosított műanyag felhasználása	újrahasznosított műanyag felhasználása utántöltés biztosítása	Újra-tölthető, visszaváltható csomagolás, újrahasznosított műanyag	Újrahasznosított csomagolás	Papír alapú csomagolása, újrahasznosított műanyag	Egyelőre magas a műanyagcsomagolás aránya; de minimalizálják a csomagolást, újrahasznosított műanyag
Vízhasználat	n.a.	Gyors kiöblítést biztosító termékek	n.a.	n.a.	Kutak ásásának támogatása	n.a.
Munkavállalók	n.a.	n.a.	Tisztességes bérezés (fejlődő országokban)	Tisztességes munkavállalói körülmények	Méltányos foglalkoztatás (fejlődő országokban)	Tisztességes foglalkoztatás
Be szállítók	n.a.	n.a.	Kedvező kereskedelmi feltételek biztosítása	közvetlenül a termelőktől, rövid ellátási láncok		

Forrás: a márkák honlapjain található információk alapján saját szerkesztés

Az előzőekben is láthattuk, hogy az önbevalláson keresztül történő értékelés nem teljesen fedi a valóságot. Ezért a kitöltők fenntarthatósághoz való viszonyát közvetett módon vizsgáltam. A kérdőívben ehhez két kérdést tettünk fel: a kitöltőknek két állításról kellett nyilatkozniuk:

1) Mit gondol a következő állításról: a saját vagy gyermekeink normális jövőbeli életéért a jelenben kell áldozatokat hoznunk.

2) Ön mennyire tart a klímaváltozás következményeitől?

Az 1) kérdés esetében három kimenetet határoztam meg:

0: teljes érdektelenség (kérdőívben vagy a nem érdekli, vagy nem ért vele egyet állítások)

1: egyetért, de korlátokba ütközik a megvalósítás során (egyelőre nem engedheti meg magának vagy nincs ötlete arra, hogy hogyan tudna eszerint élni)

2: teljesen egyetért és eszerint él a mindennapjaiban

A 2) kérdés esetében a lehetséges kimenetek száma négy volt:

1: egyáltalán nem szorong

2: tart tőle, de szerinte „van még időnk...”

3: néha szorong miatta

4: rendszeresen szorong miatta

E számszerű kimenetek segítségével, K-közép klaszteranalízis alkalmazásával a kitöltőket két, az eredmények alapján egymástól szignifikánsan eltérő csoportba lehetett sorolni: az első csoportba kerültek azok a kitöltők, akik a jelenben megpróbálnak ugyan környezettudatosan élni, de ez nem minden esetben sikerül nekik, őket a későbbiekben „kezdőknek” fogom nevezni. A második csoportba azok a kitöltők kerültek, akik saját bevallásuk szerint elfogadható szinten beépítették a mindennapjaikba a környezettudatosságot, emellett jobban jellemzi őket a jövő miatti aggodás, a későbbiekben őket „lelkiismereteseknek” fogom nevezni. A kitöltők 50,5%-a képviseli ez utóbbi csoportot, míg 49,5%-a esik a kezdők kategóriába.

Kíváncsi voltam arra, hogy e két csoport demográfiai háttere vajon mennyire meghatározó: például lehet-e olyan kijelentéseket tenni, hogy a fiatal, átlagos életszínvonalon élő nők inkább a lelkiismeretes kategóriába esnek? Ennek érdekében khí-négyzet próba segítségével függetlenségvizsgálatot végeztem (95%-os megbízhatóság mellett), melynek eredménye, hogy sem a nem ( $p = 0,291$ ), sem a lakhely ( $p = 0,217$ ), sem az érzékelt életszínvonal ( $p = 0,148$ ), sem a lakókörülmények ( $p = 0,137$ ) nem bírnak szignifikáns befolyással arra, hogy valaki a „kezdők” vagy a „lelkiismeretesek” csoport tagja. Az egyetlen demográfiai tényező, mely érdemben befolyásolta a csoportokhoz való tartozást, az életkor volt. Ebben az esetben azt vizsgáltam, hogy van-e szignifikáns eltérés az egyes klaszterek átlagos életkora között, ezt F-próba segítségével ellenőriztem. Eredményül azt kaptam, hogy a „kezdők” átlagos életkora 28,69 év, míg a „lelkiismereteseké” 34,45 és e két átlag között szignifikáns az eltérés ( $p = 0,010$ ). Ebből arra lehet következtetni, hogy a fenntarthatóságról többet gondolkodók inkább a korai középkorukat élőkre jellemző.

A kérdőívben egy kérdésem arra vonatkozott, hogy a kitöltők mennyire tartják etikusnak, hogy állatokon végzik a kozmetikai célú kísérleteket. A „kezdők” csoportban 92%, a „lelkiismeretesek” csoportban pedig csak 88% volt azoknak az aránya, akik elutasítják a kozmetikai célú állatkísérleteket. A következő kérdés e témában arra vonatkozott, hogy a két csoport tagjai képesek lennének-e valamely kedvenc kozmetikai termékükről lemondani, ha megtudnák, hogy azt állatkísérletek segítségével állítják elő.

A kérdőívem utolsó szakaszában azt vizsgáltam, hogy az egyes kitöltők (a megfelelő csoportokba – lelkiismeretesek-kezdők – sorolva) milyen arányban vásárolnak fenntartható, környezettudatos kozmetikai termékeket. E számításoknál csak a női kitöltők válaszait vettük figyelembe (tekintettel a termékek funkcióira):

A válaszok alapján elmondható, hogy a „kezdők” csoport tagjai egy kicsivel nagyobb arányban vásároltak már bambusz fogkefét, biztonsági borotvát, mosható sminklemosó korongot, mosható betétet és/vagy pelenkát, menstruációs kelyhet, bambuszból készült fültisztító pálcikát, illetve szilárd, csomagolás mentes terméket. Az újrahasznosított csomagolású termékeknél csak 0,4% az eltérés a két csoport válaszadói között. A fogtabletta és/vagy fogpor, valamint a vegán kozmetikumok esetén pedig a „lelkiismeretesek” csoport válaszolt nagyobb arányban igennel.

Az eredmények alapján arra lehet következtetni, hogy a „kezdők” csoport tagjai gyakrabban vásárolnak fenntarthatóbb termékeket, mint a „lelkiismeretesek” csoportba tartozó válaszadók. Alapvetően nem voltak nagy százalék különbségek a két csoport válaszai között, ezért arra lehet következtetni, hogy a kérdőív női kitöltői nagyrészt ismerik az általam felsorolt termékeket, kipróbálták már vagy akár rendszeresen használják is. Véleményem szerinte ez mindenképpen pozitív, hiszen aki környezettudatos életet akar élni, annak az élet minden területén törekednie kell a fenntarthatóságra.

Végül pedig arra voltam kíváncsi, hogy a dolgozatomban megemlített és általam kielemezett márkák körül a kitöltők melyik márká termékeit használják rendszeresen.

Az Isana a Rossmann egyik saját márkás terméke, amelyet mindkét csoportba tartozó kitöltők majdnem azonos arányban használnak: a „kezdők” 29,5%-a, a „lelkiismeretesek” 31,71%-a. A Balea a DM egyik saját márkás terméke, amelyet a „lelkiismeretesek” 56,1%-a, a „kezdőknek” 47,7%-a használ rendszeresen. Mindkét márka nagy hangsúlyt fektet a fenntarthatóságra és arra, hogy termékeik természetesen anyagokat tartalmazzanak, csomagolásaik pedig újrahasznosított anyagokból készüljenek, valamint újrahasznosíthatók legyenek.

A Dove termékeit a „lelkiismeretesek” kicsit nagyobb arányban használják, mint a másik csoport, a „lelkiismereteseknek” 29,3%-a, a „kezdőknek” pedig 18,2%-a használja rendszeresen e márka termékeit. A másik közismert márkának a L’Oréal termékeit a „kezdők” 31,8%-a használja rendszeresen, a „lelkiismeretesek” csoportban a felhasználók aránya csak 14,6%. Érdekes ez az eredmény, ugyanis a L’Oréal sosem vetette meg az állatokon végzett kozmetikai célú kísérletezést, az utóbbi csoport pedig az állatokon végzett kozmetikai célú kísérletekre adott válaszokban nagyobb arányban ellenezte az állatkísérleteket, mint az előbbi csoport. Mégis nagyobb arányban használják a márka termékeit, mint a „lelkiismeretesek”.

A The Body Shop márka esetében a „lelkiismeretesek” 24,4%-a, a „kezdők” 15,9%-a használja rendszeresen a márka kozmetikumait. A Lush-nál pedig szinte ugyanaz az arány látható, a „kezdők” 18,2%-a, a „lelkiismeretesek” 17,1%-a használja a Lush termékeit. Mindkét márka nagy népszerűségnek örvend a hazai fogyasztók körében és mindkét márkáról ismeretes, hogy CSR tevékenységeket végeznek, természetes összetevőkkel dolgoznak, valamint elkötelezettek az állatkísérletek elleni küzdelemben.

A „kezdők” csoport 25%-a, a „lelkiismeretesek” pedig 19,5%-a nem használja egyik márka termékeit sem rendszeresen.

#### **4. Következtetések, javaslatok**

A fenntarthatóság egy folyamat. Minden egyes nap tennünk kell azért, hogy egy zöldebb és élhető jövőt teremtsünk magunknak és a jövő generációinak. Világszintű, globális erőfeszítések és a fenntartható életmód felé való elmozdulás nélkül nem tudjuk sokáig élvezni bolygónk adottságait és az általunk megszokott életminőséget. A fenntartható életmód nem jár akkora lemondásokkal, amelyeket ne lehetne elviselni. Például, ha a munkahelyünkön nem teszik lehetővé a szelektív hulladékgyűjtést, akkor is meg tudjuk oldani ezt a problémát akár azzal, hogy saját magunknak gyűjtjük a szemetet, amit később a haza felé tartó úton el tudunk dobni egy éppen útba eső szelektív hulladékgyűjtőbe.

Úgy gondolom, hogy a keresleti oldalnak köszönhetően a kínálati oldal részéről egyre nagyobb változások mennek végbe a nagyobb és kisebb márkáknál egyaránt, ami lehetőséget ad nekünk fogyasztóknak, hogy a vásárlás során jól válasszunk. Bíztható, hogy a nagyvállalatok és a fogyasztók részéről is egyre nagyobb a fenntarthatóság iránti elkötelezettség.

A kérdőívem eredményeiből és a saját személyes tapasztalataimból kiindulva azt a következtetést vontam le, hogy nagyon nagy szükség van a lakosság edukálására a fenntarthatóság témaköreivel kapcsolatban. Segíteni kell a fogyasztókat, de ehhez arra is szükség van, hogy ők maguk nyitottak legyenek erre. Fontos, hogy ezek az információk a hétköznapi emberek számára közérthetőek legyenek.

Az embereknek meg kell érteniük, hogy csak egy bolygónk van és néha előtérbe kell helyoznunk a jövőt a most helyett. Nincs olyan, hogy más szemetet, mert egy földön élünk. Nem dughatjuk homokba a fejünket ugyanúgy, ahogy a nagyvállalatok sem tehetik ezt meg. A megoldásokat kell keresnünk és nem a problémákat.

Könnyebb vigyázni a saját bolygónkra, mint találni helyette egy másikat.

## 5. Felhasznált irodalom

- Bordós, Gábor – Jens Reiber* (2016): „Mikroműanyagok a környezetben.” *Élelmiszervizsgálati közlemények*, 1020–1046.
- Európai Parlament.* „Állatjólét és állatvédelem az Unióban.” *Európai Parlament Hírek*. 2020. június 28. <https://www.europarl.europa.eu/news/hu/headlines/society/20200624STO81911/allatjolet-es-allatvedelem-az-unioban-videoval>
- Global Footprint Network.* *Earth Overshoot Day 2019 is July 29th, the earliest ever*. Oakland, 2019. június 26.
- Lantos, Brigitta.* „Mit jelent a Cruelty-Free?” 2019. április 17. <https://crueltyfree.hu/mi-az-a-cruelty-free> (hozzáférés dátuma: 2022. április 12).
- L'Oréal.* „The Incredible Destiny Of Reconstructed Skin.” <https://www.loreal.com/>. n.a. <https://www.loreal.com/en/articles/research-innovation/the-incredible-destiny-of-reconstructed-skin> (hozzáférés dátuma: 2022. március 6).
- Sajtos, L. –Mitev A.* (2007): SPSS Kutatási és adatelemzési kézikönyv. Budapest: Alinea Kiadó.

## Fenntartható ÉS gazdaságos – lehetséges?

Lovasné Avató Judit<sup>1</sup> – Balla Gréta Barbara<sup>2</sup> – Flamich Attila<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi vendéglátóipari és Idegenforgalmi kar, Üzleti Elemzés Módszertan tanszék, Budapest*

<sup>2</sup>*Budapesti Gazdasági Egyetem, Kereskedelmi vendéglátóipari és Idegenforgalmi kar, Gundel Károly Szakkollégium, tudományos alelnök*

<sup>3</sup>*Szent Anna Panzió és Étterem Berkenye, Budapesti Gazdasági Egyetem Közgazdászstanár mesterképzés, levelező tagozat  
lovasneavato.judit@uni-bge.hu*

### Összefoglalás

A környezetgazdaságban és vendéglátásban tapasztalható legújabb irányzatokat egyeztetni össze a publikáció. Egy vendéglátóipari egység étlapján szereplő fogások kétféle elkészítési módját hasonlították össze a szerzők, a hagyományosot és a „sous vide” eljárásút. Az elkészítés során az LCA elemzési módszerével kézi és számítógépes programmal meghatározták a kiválasztott fogások karbonlábnyomát. A kétféle elkészítési módra a környezeti és a gazdasági hatásukat összesítve mutatják ki. A különbségek alapján igazolják a korszerűbb eljárás egészségesebb, költséghatékonyabb és fenntarthatóbb voltát.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

Az elfogyasztott ételkészítés az egyik legfontosabb tényező, amely a lakosság egészségi állapotát és életminőségét alakítja, és a környezetre is nagy hatást gyakorol. Az ételkészítés gyakorolja a legnagyobb hatást a környezetre. Öröndetes tapasztalni, hogy a környezet- és egészségtudatosság egyre növekszik a vállalkozási szférában és a fogyasztók körében is (Korkala és mtsai, 2014, Ackerman 2010, Vetőné 2011). Az étkezési szokások a vendéglátás ágazatában fogyasztói szokásként nyilvánulnak meg.

A klímaváltozásért felelős üvegházhatású gázok 10%-át az élelmiszerpazarlás okozza. Az EU-ban keletkezett élelmiszerhulladék 53%-áért a háztartások felelősek. A különböző tanulmányok alapján szerencsére a fogyasztók egyre környezettudatosabbak mind az élelmiszerpazarlás (Ackerman 2010), mind az erőforrásgazdaságosság (Von Borgstede és mtsai 2013, Kabisch és mtsai 2016). Ez a tudatosság nagyban hozzájárul a fenntartható életmód elsajátításához (Adamiak és mtsai 2016). Az egyén földrajzi, biológiai és környezeti ismeretei és félelmei alapvető meghatározó tényezők az éghajlatváltozás mérséklésére irányuló megnyilvánulásai-ban (Arbuckle és mtsai 2013, Semenza és mtsai 2008). Ugyanezek a szempontok a vendéglátó- és szállodaipar számára is nagy kihívást jelentenek, mert mindkét ágazatnak fajlagosan magas az energia- és a vízfelhasználása (Roy és mtsai 2016). Az ágazatok szerepét (a szálláshelyszolgáltatással együtt) jellemzi, hogy a 2010-2019 közötti időszakban, Magyarországon az éves bruttó hozzáadott érték 1,6-2%-át állítottak elő itt, emellett a munkavállalók 4%-a dolgozott ebben az ágazatban. A környezeti hatása a nemzetgazdaságin belül 0,31% körüli értéken alakul (üvegházhatású gáz - ÜHG-, ezer tonna szén-dioxid CO<sub>2</sub>-egyenérték). Az ÜHG-kibocsátás ebben a tanulmányban használt mérőszáma a karbonlábnyom, mely az ökológiai lábnyom meghatározó részét alkotja (a halászati-, termőföld-, legelő-, erdő-, beépített terület lábnyom mellett). A karbonlábnyomot, mint minden lábnyomot ki lehet fejezni termé-

keny földterületben, de ki lehet fejezni a kibocsátott CO<sub>2</sub> mennyiségében is. „A karbonlábnyom az Eurostat definíciója szerint a termékek végső felhasználása által keletkezett széndioxid. A hazai karbonlábnyom tehát azt mutatja meg, hogy mennyi széndioxidot bocsátottak ki a teljes termelési láncon keresztül a hazai termékkeresletnek tulajdoníthatóan, függetlenül attól, hogy a szén-dioxid-kibocsátás melyik országban, illetve nemzetgazdasági ágazatban merült fel ténylegesen” (KSH, 2019). Az ISO 14067 szabványon alapuló meghatározás szerint a szénlábnyom egy személy vagy szervezet, termék vagy szolgáltatás teljes életútja során keletkező CO<sub>2</sub> és egyéb üvegházhatású gázok (például metán, dinitrogén-oxid, F-gázok), CO<sub>2</sub> egyenértékben kifejezett, együttes mennyisége (kgCO<sub>2</sub>eq). A termék-karbonlábnyom a termékek életútjának karbonlábnyomát határozza meg és életciklus-szemléleten alapulnak. Ez magába foglalja az alapanyag, a gyártás, az elosztás, a felhasználás és a hulladékkezelés során felszabaduló CO<sub>2</sub> egyenértéket (ISO, 2018).

A környezeti hatások számszerűsítésében egyre nő a minél pontosabb mérés iránti igény. Ennek az igénynek az ösztönzésére került be az életciklus szemlélet és elemzés – L(ife) C(ycle) A(ssessment) – a környezetgazdaságtan eszköztárába. „Az életciklus-elemzés (Life Cycle Assessment, LCA) más néven életciklus-becslés, életciklus-értékelés, vagy életciklus-vizsgálat egy termék, folyamat vagy szolgáltatás teljes életútja során vizsgálja annak környezetre gyakorolt potenciális hatásait. Egy termék életútjának nevezzük a szükséges nyersanyag bányászatától és előkészítésétől a termék gyártásán keresztül a termék használatáig és a használat után keletkező hulladék hasznosításáig vagy kezeléséig terjedő szakaszt. Folyamat, illetve szolgáltatás esetén az anyag- és energiafelhasználásnak, illetve magának a folyamatnak a környezeti hatásait vizsgálják.” (LCA-center, 2008) Az előnye miatt terjed alkalmazása a különböző tudományterületeken, így a vendéglátó- és szállodaiiparban is a környezeti hatások felmérésében (Cucurachi és mtsai 2019). A módszert bemutató számos publikáció több, általánosítható következtetésre jutott: az első és legfontosabb az, hogy a növénytermesztés és állattenyésztés környezetterhelésének meghatározó tényezője az adott termesztési és tenyésztési eljárás. A szállítási lánc hossza, a csomagolás, a raktározás szerepe az előzőnél sokkal kisebb (Food Drink Europe, 2019; Notarnicola 2017; Roy 2009). A második következtetés alapján az állati fehérje (marha-, sertés-, baromfihús és tejtermékek) környezeti terhelése sokkal magasabb, mint a növényi eredetűé (Poore és Nemecek 2018, van der Goot és mtsai 2016). A harmadik alapján a biogazdálkodás (a szintetikus műtrágya és növényvédőszer mellőzése), a rövid ellátási lánc és a szezonális szempontjának együttes érvényesülése nagyban hozzájárul a fenntartható élelmiszerfogyasztáshoz (Boone és mtsai 2019, Krishnan és mtsai 2019, Leifeld 2012).

A sous vide-álás módszere a 1970-es években vált egyre elterjedtebbé, amikor Bruno Goussault francia biokémikus és mikrobiológus megfigyelte, hogy az alacsony hőmérsékleten (kb. 60°C-on) történő főzéshez a marhahúsból, zsenge, lédús textúrájú darabokat lehet készíteni. A lényege az eljárásnak a következő: az élelmiszereket vákuumzacskóba helyezik, és szigorúan ellenőrzött hőmérsékleten és időtartam alatt főzik meg (Schellekens, 1996). Az alacsony hőmérsékletű élelmiszer feldolgozás olyan végterméket eredményezett, amely jobb érzékszervi tulajdonságokkal rendelkezett, mint a hagyományos módon előállított húsok. A növényi eredetű ételek elkészítéséhez is egyre gyakrabban alkalmazzák ezt az eljárást. Azóta egyre többen (Gibbs, 2010, Baldwin 2012, Kilibarda és mtsai 2018, Cui és mtsai 2021) publikálták, hogy az eljárás nagyon jó ételminőséget eredményez. Azonban több szempontból kockázatot jelent. Az egyik, hogy a főzőzacskó anyagából mérgező vegyületek oldódhatnak ki. Ezért a műanyag zsákot, amennyiben lehetőség nyílik rá, célszerű zárható üvegedénnyel helyettesíteni. A másik az, hogy az alacsony hőmérsékletű főzés mellett sikerül-e meggátolni a biológiai fertőzéseket, mérgezéseket. A legtöbb baktérium számára az 55 fok feletti hőmérséklet már elegendő, hogy elpusztuljon. Az étel beltartalmi értékeinek romlásáért a hőmérsék-

let a felelős. Minél magasabb hőmérsékleten főzünk, annál több vitamin, tápanyag bomlik el, alakul át nem kívánatos anyagokká (magas, 150°C felett ételeknél akrilamid képződik).

Előnye az, hogy a vákuumnak köszönhetően az aerob baktériumok nem tudnak elszaporodni, a csomagolás miatt a szennyeződés veszélye nagyon kicsi, az alacsonyabb hőmérsékletű elkészítés miatt sokkal jobb minőségű lesz az étel (illóanyagok kevésbé párolognak el), nem érintkezik a főzővízzel, így a táp- és ízanyagok nem oldódnak ki, hanem bent maradnak az ételben. Ez a technika azért is kedvező, mert a vákuumcsomagolás csökkenti a levegő mennyiségét az étel körül, így a káros oxidatív hatások (például a zsírok/olajok oxidációja) elkerülhetők. A folyamatosan ellenőrzött körülmények megbízhatóbb eljárást eredményeznek.

A módszer hasznosítása két irányban indult el: az egyik az élelmiszeripari alkalmazás. Ez több ezer készétel előállításához fagyasztott ételeket biztosít, melyeket gyári körülmények között állítottak elő, és újra melegítés után otthoni felhasználásra szánják. A másik megközelítés az éttermekben és szállodákban történő alkalmazása a megszakítás nélküli főzésű ételek elkészítéséhez, házon belüli felhasználásra.

Összefoglalóan jellemezve az új eljárást, megállapíthatjuk, hogy a mai egészségtudatos fogyasztók igényei egyre inkább a minimálisan feldolgozott, kényelmes és megfizethető élelmiszerekre összpontosítanak, amelyek a tápérték mellett megőrzik természetes érzékszervi tulajdonságaikat.

## 2. Anyag és módszer

A tanulmány anyagot kíván szolgáltatni mind a vállalkozóknak, étteremtulajdonosoknak, mind a fogyasztóknak, vendégeknek a különböző eljárással elkészített fogások környezeti hatásairól és ennek gazdasági következményeiről. Háromféle fogást (fokhagymakrémleves, bécsi szelet, fogas roston gnocchival) hasonlítottunk össze a karbonlábnyomuk és az önköltségük alapján, hagyományos és modern (sous vide) elkészítési móddal. A fokhagymaleves esetében csak a hagyományos eljárást vizsgáltuk.

A nyersanyag- és energiafelhasználás adataihoz a vendéglátóegységnél azokat az átlagos értéket vettük figyelembe (egy hónapos időtartamú adatgyűjtési idővel, a gépek és berendezések esetében is), amiket a konyhafőnök adott meg. Kézi és számítógépes módszerrel meghatároztuk a fogások karbonlábnyomának értékét. A megfigyelés teljes körűnek tekinthető az egyiségre nézve, ezért a mintavétel során használandó szignifikanciaszintet nem határoztuk meg. Ennél hosszabb időtartamú megfigyelés alatt már kimutatható lenne a szezonhatás, ami karbonlábnyomok értékeit nem, de az önköltség adatait torzítaná. A karbonlábnyomok érvényességi ideje általában 1 év. A szoftver adatbázisának frissítése is minden év februárjában történik. A háromféle fogás tömegegységének 1 adagot (a fogyasztás területén relevánsabb), és 1 kg-t (a környezeti hatások összehasonlításához) tekintettünk. A fogások önköltségének és környezeti hatásainak számításakor az elérhető legteljesebb körű rendszerhatárokat jelöltük ki. Ennek összefoglalását az *1. táblázat* tartalmazza.

A 2019-as árak a vendéglátóipari egység átlagos beszerzési árai, a 2021-esek a KSH közölte fogyasztói átlagárak. A fogások és a felhasználó szerinti különbözőséget nem tudtuk teljeskörűen vizsgálni, mert több, ehhez szükséges feltétel nem teljesült:

- a KSH a fogyasztói árak között nem publikálta minden szükséges nyersanyagét, (fogasfilé, tejszín, borjűfelsál), ezért helyettesítő termékekét tünteti fel a táblázat
- A bécsi szeletre a klasszikus recept (*Pető* 2001) alapján készült a kalkuláció (borjűfelsállal az éttermi fogásban)
- a fogasfiléhez szükséges gnocchi receptjénél a linken található hozzávalókkal és tömegeivel készült mind a szoftveres, mind a kézi kalkuláció

1. táblázat: A karbonlábnyom és az önköltség számításakor figyelembe vett kategóriák

Megnevezés	Önköltség		Karbonlábnyom	
	GaBi	Kézi	GaBi	Kézi
Nyersanyagkategória				
Alapanyagok	igen	igen	igen	igen
Energia (gáz, elektromos áram)	nem	nem	igen	nem
Víz	nem	nem	igen	nem

Az adatok előkészítését és az eredmények összefoglalását Microsoft Office Excel 2016 programmal, a karbonlábnyomok számítását a GaBi (Ga(nzheitliche) Bi(lanzierung)) 10.6.1.35 programmal végeztük. A környezeti hatások kimutatása az ISO 14040 és ISO 14044 szabványok alapján történt.

A környezeti hatások számszerűsítésében a GaBi alkalmazás az Európai Unió 2013/179/EU sz. ajánlásának (*EUR-Lex* 2013) megfelelően határozza meg a környezeti hatáskategóriákat. Ezek közül a Bern-modell szerinti 100 éves időtartamra vetített globális felmelegedési potenciál értékét tartalmazza a 4. táblázat és a 5. táblázat. A potenciál értéke széndioxid egyenérték kg-ban szerepel, a vetítési egység az adott fajta fogás 1 adagja (4. táblázat), illetve 1 kg egyége (5. táblázat).

### 3. Eredmények és értékelésük

Az 2. táblázat a háromféle fogás, kétféle elkészítési módú önköltségének összehasonlítását foglalja össze. Ezek elsősorban tájékoztató jellegűek, tekintettel a rendkívüli pandémiás és gazdasági) körülményekre.

Az 2. táblázatban bemutatott eredményeknél nehézséget okozott az összehasonlíthatóság biztosítása, mert a fokhagymakrémlevest nem lehet sous vide eljárással elkészíteni. A korábban említett költségszámítási nehézségek miatt (nyersanyagok fogyasztói árának nem elég részletessége) a fogasfilé és a bécsi szelet nagykereskedelmi és fogyasztói áránál szokatlan különbség mutatkozik a fogyasztói ár javára.

Mindezeket figyelembe véve összefoglalásul megállapíthatjuk, hogy a húsmentes fogások (leves és halétel) 1 adagjának önköltsége (az azonos áron számított) alacsonyabb, mint a húst tartalmazóé: 27%-51% közötti mértékben (az összehasonlítható fogásokra). A sous vide elkészítési mód előnye a mennyiségi különbségek miatt a költségszámításban is kimutatható: 2%-19% közötti a csökkentő hatása. További anyagköltséget csökkentő lehetőség a félkész gnocchi helyett saját készítésűt használni (az 2. táblázat ezt a megoldást mutatja be). Változatlanul csak az anyagköltségre korlátozva a számításokat a félkész vett egységára 5,3-szorosa a saját készítésű gnocchinak. A 3. táblázatban az 2. táblázat képest eltérő arányú, de azonos irányú összefüggéseket tapasztalhatunk.



2. táblázat: A háromféle fogás önköltségének összehasonlítása (1 adagra vetítve)

Önköltség/Fogás (Ft/adag)	2019				2021			
	Hagyományos		Sous Vide		Hagyományos		Sous Vide	
Időszak	Nagyker.	Lakosság	Nagyker.	Lakosság	Nagyker.	Lakosság	Nagyker.	Lakosság
Fokhagymakrémleves	272,3	208,2	-	-	275,9	264,5	-	-
Bécsi szelet	1 301,0	483,3	1 091,2	394,2	1 588,2	621,3	1 321,2	506,7
Fogas roston gnocchival	717,0	648,5	662,5	617,8	1 154,44	824,1	1 031,4	796,9

3. táblázat: A háromféle fogás önköltségének összehasonlítása (a fogás 1 kg-nyi tömegére vetítve)

Önköltség/Fogás (Ft/kg)	2019				2021			
	Hagyományos		Sous Vide		Hagyományos		Sous Vide	
Időszak	Nagyker.	Lakosság	Nagyker.	Lakosság	Nagyker.	Lakosság	Nagyker.	Lakosság
Fokhagymakrémleves	1 103,8	843,9	-	-	1 118,4	1 072,3	-	-
Bécsi szelet	2 763,3	1 026,6	2 315,8	836,6	3 373,3	1 319,6	2 804,0	1 075,3
Fogas roston gnocchival	1 350,8	1 221,8	1 322,9	1 233,6	2 174,8	1 552,5	2 059,5	1 591,3

A környezeti hatások (GWP) számszerűsítését a 4. táblázat és a 5. táblázat tartalmazza. Ebben a kézi és a szoftveres eredmények eltérése jelentős. Ennek oka az, hogy a kézi számítások során felhasznált adatok dokumentációja nem állt rendelkezésre, a rendszerhatárok tisztázatlanok. A kétféle főzési eljárásnál azonos módon számoltunk, így ezek összehasonlítása megalapozott. A húsmentes fogások (leves és halétel) 1 adagjának karbonlábnyoma alacsonyabb, mint a húst tartalmazó: 3%-94% közötti mértékben (az összehasonlítható fogásokra). A közölt eredmények a modern (sous vide) eljárás környezetbarátabb mivoltát mutatják: 2%-64% közötti a csökkentő hatása. A két területen mutatkozó előnynek az alábbi tényezők az okai:

- a vörös húsok (különösen a marhahús) karbonlábnyoma magasabb a halakénál
- a sütési veszteség kisebb a „szuvid” eljárásnál, ezért ugyanolyan tömegű fogáshoz kevesebb nyersanyag elegendő

A GaBi szoftverrel számolt fogások karbonlábnyomának értékei megfelelnek annak, amit a szakirodalomban olvashatunk. Például burgonya és póréhagyma levesére 0,1 kg/adag, marhahúsos hamburgerre 6,95/adag kg CO<sub>2</sub> szerepel a publikációban (Filimonau és mtsai 2017, Baldwin és mtsai 2011, Borsato és mtsai 2018).

4. táblázat: A háromféle fogás karbonlábnyomának összehasonlítása (1 adagra vetítve)

GWP/Fogás (kg/adag)	Hagyományos		Sous Vide	
	GaBi	kézi	GaBi	kézi
Fokhagymakrémleves	0,98	4,68	-	-
Bécsi szelet	2,42	10,22	1,58	8,77
Fogas roston gnocchival	2,34	1,27	0,84	1,17

5. táblázat: A háromféle fogás karbonlábnyomának összehasonlítása (a fogás 1 kg-nyi tömegére vetítve)

GWP/Fogás (kg/kg)	Hagyományos		Sous Vide	
	GaBi	kézi	GaBi	kézi
Fokhagymakrémleves	3,98	18,95	-	-
Bécsi szelet	7,53	42,80	2,98	38,12
Fogas roston gnocchival	2,76	2,40	2,20	2,35

#### 4. Következtetések, javaslatok

Három kiválasztott fogásra (leves, húst tartalmazó és húsmentes főétel) vizsgáltuk a nyersanyagok és az elkészítési mód különbözőségének hatásait. A korszerűbb főzési eljárás (sous vide) előnye a hagyományoshoz képest mind a környezeti hatások, mind az önköltség vonatkozásában kimutathatók. A húsmentes fogások előnye az önköltségben a különböző árképzési hatásokból adódóan nem igazolódott, a környezeti hatásokban viszont igen. Az adatgyűjtés

során tapasztaltuk, hogy a környezeti hatások (például a karbonlábnyom) számításához szükséges információk közlése még nem egységesült. A számítások a vendéglátóegységek beruházási döntéseihez hozzájárulhatnak, és az egyes fogyasztóknak (háztartásoknak) is hasznosnak bizonyulhatnak.

## 5. Felhasznált irodalom

- Ackerman F.* (2010): Waste Management and Climate Change. *Local Environ.* 5, 223–229. [Crossref]
- Adamiak C. – Hall C.M. – Hiltunen M.J. – Pitkänen K.* (2016): Substitute or Addition to Hypermobile Lifestyles? Second Home Mobility and Finnish Co2 Emissions. *Tour Geogr.* 18, 129–151. [Crossref]
- Arbuckle J.G. – Prokopy L.S. – Haigh T. – Hobbs J. – Knoop T. – Knutson C. – Loy A. – Mas, A. S. – McGuire J. – Baldwin D., E.* (2012): Sous Vide Cooking: A Review. *Int. J. Gastronomy and Food Science* [Crossref]
- Baldwin C. – Wilberforce N. – Kapur A.* (2011): Restaurant and food service life cycle assesment and development of a sustainability standard. *International Journal Life Cycle Assessment* 16. 40–49. [Crossref]
- Boone L. – Roldán-Ruiz I. – Van Linden V. – Muylle H. – Dewulf J.* (2019): Environmental sustainability of conventional and organic farming accounting for ecosystem sevicees in life cycle assessment. *Science of The Total Environment* 695 [Crossref]
- Borsato E. – Tarolli P. – Marinello F.* (2018): Sustainable patterns of main agricultural products combining different footprint parameters. *Journal of Cleaner Production* 179 357–367 [Crossref]
- Cui Z. – Yan H. – Manoli T. – Zhang H. – Zhen H. – Ji M. – Bi C.* (2021): Advantages and challenges of sous vide cooking. *Food Science and Technology Research* 27 125–34. [Crossref]
- Cucurachi S. – Scherer L. – Guinée J. – Tukker A.* (2019): Life Cycle Assesment of food systems. *On Earth* 1, 292–297. [Crossref]
- EUR-Lex* (2013): [Crossref]
- Filimonau V. – Lemmer C. – Marshall D. – Bejjani G.* (2017): 'Nudging' as an architect of more responsible consumer choice in food service provision: The role of restaurant menu design. *Journal of Cleaner Production* 44 161–170. Crossref
- Filimonau V. – Lemmer C. – Marshall D. – Bejjani G.* (2017): Restaurant menu re-design as a facilitator of more responsible consumer choice: An exploratory and preliminary study. *Journal of Hospitality and Tourism Management* 33 73–81. [Crossref]
- Food Drink Europe* (2019). Data & Trends of the European Food and Drink Industry. [Crossref]
- Gibbs W. – Myhrvold N.* (2010): The Science of Sous Vide. *Scientific American* 304 1, 24–24 [Crossref]
- ISO* (2018): Greenhouse gases — Carbon footprint of products — Requirements and guidelines for quantification. [Crossref]
- Gössling, S.* (2015): Roulledge: Abingdon, UK, 255–273.[Crossref]
- Kabisch N. – Stadler J. – Korn H. – Bonn A.* (2016): Nature-Based Solutions to Climate Change Mitigation and Adaption in Urban Areas. *Ecol. Soc.* 21, 39. [Crossref]
- Kilibarda N. – Brdar I. – Branislav B. – Baltic M. – Stanišić S.M.* (2018): The Safety and Quality of Sous Vide Food. *Meat Technology* 59 1, 38–45 [Crossref]
- Korkala E.A.E. – Hugg T.T. – Jaakkola J.J.K.* (2014): Awareness of Climate Change and the Dietary Choices of Young Adults in Finland: A Population-Based Cross-Sectional Study. *PLoS ONE* 9, e97480. [Crossref]
- Központi Statisztikai Hivatal* (2018): Környezeti helyzetkép, 2018. [Crossref]
- Krishnan R. – Agarwal R. – Rajada C. – Arshinder K.* (2019): Redesigning a food supply chain for environmental sustainability —an analysis of resource use and recovery. *Journal of Cleaner Production* 242. [Crossref]
- LCA center* (2008): Az LCA. [Crossref]
- Leifeld J.* (2012): How sustainable is organic farming? *Agriculture, Ecosystems & Environment* 150, 121–122 [Crossref]
- Morton L.W.* (2013): Climate Change Beliefs, Concerns, and Attitudes toward Adaption and Mitigation among Farmers in the Midwestern United States. *Climate Change* 117, 943–950. [Crossref]
- Notarnicola B. – Tassielli G. – Renzulli P.A. – Castellani V. – Sala S.* (2017): Environmental impacts of food consumption in Europe. *Cleaner Production* 140, 753–765. [Crossref]
- Pető Gy.* (2001): Ételkészítési ismeretek. KJK 9 ISBN 9632245253
- Poore J. – Nemecek T.* (2018): Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360, 987–992.[Crossref]
- Roy H. – Hall C.M. – Ballantine P.* (2016): Barriers and Constraints in the Use of Locas Foods in the Hospitality Sector. In *Food Tourism and Regional Development: Networks, Products and Trajectories*; szerk. *Hall, C.M.*,

- Roy P. – Nei D. – Orikasa T. – Xu Q. – Okadome H. – Nakamura, N. – Shiina T. (2009): A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. *Journal of Food Engineering* [Crossref]
- Semanza J.C. – Hall D.E. – Wilson D.J. – Bontempo B.D. – Sailor D.J. – George L.A. (2008): Public Perception of Climate Change. Voluntary Mitigation and Barriers to Behaviour Change. *American Journal of Preventive Change* 35, 479–487. [Crossref]
- Schellekens, M. (1996). New research issues in sous-vide cooking. *Trends Food Science Technology* 7, 256–262. [Crossref]
- van der Goot A.J. – Pergrom P.J.M. – Berghout J.A.M. – Geerts M.E.J. – Jankowiak L. – Hardt N.A. – Keijer J. – Schutyser M.A.I. – Nikiforidis C.V. – Boom R.M. (2016): Concepts for further sustainable production of foods. *Journal of Food Engineering* 168, 42–51. [Crossref]
- Vetőné M.Zs. (2011): Applying Consumer Responsibility Principle in Evaluating Environmental Load of Carbon Emissions. *Society and Economy* 33 1, pp. 131–144 [Crossref]
- Von Borgstede C. – Andersson M. – Johnsson F. (2013): Public Attitudes to Climate Change and Carbon Mitigation-Implications for Energy-Associated Behaviours. *Energy Policy* 57, 182–193. [Crossref]
- [https://www.elelmiszerbank.hu/hu/hirek/hireink/elelmiszerpazarlas\\_es\\_kornyezetszennyezes\\_oriasi\\_okologiai\\_la\\_bnyomok.html](https://www.elelmiszerbank.hu/hu/hirek/hireink/elelmiszerpazarlas_es_kornyezetszennyezes_oriasi_okologiai_la_bnyomok.html)
- <https://www.izesitalia.hu/2012/12/gnocchi.html>
- Központi Statisztikai Hivatal (2021): 21.1.1.6. A bruttó hozzáadott érték és megoszlása nemzetgazdasági áganként (1995-). [Crossref]
- Központi Statisztikai Hivatal (2021): 20.1.1.9. A foglalkoztatottak száma nemzetgazdasági ágak, ágazatok szerint, nemenként (2009-). [Crossref]
- Központi Statisztikai Hivatal (2021): 15.1.1.18. Nemzetgazdasági ágak és háztartások üvegházhatású gázkibocsátása (1985-). [Crossref]
- Központi Statisztikai Hivatal (2019): Statisztikai Tükör 2018. [Crossref]

## A rövid élelmiszer ellátási láncok hálózatosodása Ipar 4.0 segítségével

László Veronika – Németh Kornél

*Pannon Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola*

laszlo.veronika@gtk.uni-pannon.hu

### Összefoglalás

A következő 50 évben több élelmiszert kell előállítanunk, mint a megelőző 500 év alatt – mindezt a klímaváltozás szerteágazó hatásaival dacolva, súlyos nemzetközi konfliktusok közepette, mint a 2022-es Ukrán- Orosz háború. A krízisek hatására egyre inkább kiütköztek a globális élelmiszer láncok hibái, a robosztus nagyipari mezőgazdaság rugalmatlan és kockázatos volta, lassú reagáló képessége. Fenntartható, regeneratív élelmiszer rendszerek kialakításához innovatív rövid élelmiszerláncokkal (RÉL) erősített rendszerekre van szükség. Ahhoz viszont, hogy ezek a rövid láncok biztosíthassák a rendszer gyorsabb válaszadó képességét és javíthassák fenntarthatóságát; innovációjuk, átalakulásuk elengedhetetlen Magyarországon. A méretgazdaságosságból eredő RÉL hiányosságokat és az innovációt a hálózatosodás erősítésével, és Ipar 4.0 eszközök rendszerbe való integrálásával küszöbölhetjük ki. A tanulmányban a robosztus és rugalmatlan tradicionális, hosszú élelmiszer ellátási láncok rossz reagáló képességét tárjuk fel (különösen a krízisek és sokkok hatására), illetve a rugalmas, hálózatos RÉL-ben rejlő potenciált taglaljuk megoldási javaslatként.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A *McArthur Foundation* (2022) szerint a most működő nagyipari mezőgazdaság az üvegházhatás, a környezetszennyezés és a faji diverzitás csökkenésének egyik fő okozója. Az élelmiszer rendszerünk a mostani állapotában hosszú távon nem működőképes. A megtermelt élelmiszer közel harmada nem kerül elfogyasztásra (Magyarországon 65.49 kg/fő/év a becsült háztartási élelmiszer pazarlás (*Kasza et. al, 2020*)), miközben a világ lakosságának közel 10%-a nem jut elegendő vagy megfelelő minőségű élelmiszerhez. Fenntartható élelmiszer rendszerek kialakításához regeneratív élelmiszer termelése van szükség. Ennek része, hogy az élelmiszer termelés a helyi környezethez igazodva valósul meg, és olyan mezőgazdasági földterületeket eredményez, amelyek jobban hasonlítanak a természetes ökoszisztémákra, és élőhelyet biztosít az élőlények széles körének. Regeneratív élelmiszer rendszerek könnyebben kialakíthatóak rövid élelmiszer ellátási láncok (RÉL) bevonásával, melyek innovációjára egyre nagyobb szükség mutatkozik az Európai Unió egész területén. A Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (*NAK, 2020*) meghatározása szerint a rövid ellátási lánc egy, a termelők együttműködésen alapuló, köztük és a fogyasztók közötti szoros földrajzi kapcsolatot feltételező, legfeljebb egy köztes szereplő közbeiktatásával alkotott, rendszeres értékesítést végző ellátási lánc.

Sokk, krízis hatására az élelmiszerpiac különösen viselkedik; láthattuk, hogy a Koronavírus okozta helyzet alatt elsőként a keresleti oldalon történtek drasztikus változások, a fogyasztása visszaesett, és luxuscikkek helyett alapvető élelmiszereket és fogyasztási cikkeket kezdtek a fogyasztók felhalmozni. Ezt rövidesen követték a kínálati oldalon jelentkező fennakadások: a gyárak átmeneti bezárásai, a dolgozók hazaküldése; majd a beszállítói problémák, tervezési nehézségek, alapanyag hiányok és szállítmányozási nehézségek. A megfigyelhető kettős diszrupciót pedig további jogszabályi-politikai hatások nehezítették. Ezzel együtt a tartós és alap élelmiszerekre kiugró kereslet mutatkozott. A krízisek alatt kiütköznek a hosszú ellátási lán-

cok merevségéből, az erős egymásra utaltságból adódó nehézségek, ez pedig a globalizációs folyamatok részleges visszaszorulásához, ezzel egyidejűleg pedig a lokalizáció, helyi beszállítók erősödéséhez vezethet. Ilyen befelé fordulást, lokalizálódást már korábban is megfigyelhettünk például Oroszország tekintetében, mely egyre inkább önállóságra törekedett az elmúlt években élelmiszerek és technológiai eszközök terén (*Portfolio*, 2021). A krízisek hatására kialakuló ellátási lánc problémák megfigyelése, és az ezek alapján alkotott stratégiák lehetővé teszik, hogy a jövőben egyre hektikusabban változó környezetben is biztosított legyen az élelmiszer ellátottság. A Koronavírus okozta krízis után most az Orosz-Ukrán konfliktus okozta ingadozásokat is figyelemmel kell kísérnünk.

Az megatrend előrejelzések szerint a fejlett IoT (Internet of Things) technológiák, mint például a termelő rendszerek elemeinek kommunikációképessége, a szimulációk, a mesterséges intelligencia alapú autonóm tanuló rendszerek, az additív gyártás, robotizáció illetve a felhőrendszerek és a blokklánc nagy hatással lesznek az élelmiszer rendszerekre azáltal, hogy lehetővé teszik a fizika és adatvezérelt folyamatok integrálását, a hálózatos értékteremtést amelyek segítségével minimalizálják a gyártás közti élelmiszer veszteségeket, és tökéletesítik az élelmiszer-elosztást. De vajon ilyen zavaros helyzetben hogyan hajthatóak végre a szükséges fejlesztések?

A fogyasztás és a népesség növekedésére válaszul a nagyipari mezőgazdaságban a termelékenység fokozását részben talajjavítók alkalmazásával valósíthatták meg, ezek (amellett, hogy rongálják a földek termőképességét) nem jelentenek hosszú távú fenntartható megoldást, figyelembe véve, hogy a talajjavítók jellemzően foszfor alapúak. A foszfor a megfelelő koncentrációban egyre nehezebben fellelhető nyersanyag, melyet az Európai Bizottság a 20 legkritikusabb nyersanyag listáján tart számon (EC MEMO/14/377, 2014). A foszfor helyben való körforgása, körkörössé tétele pedig hatékonyabban megoldható kisebb gazdaságokban. A hatékony élelmiszer-termelés elengedhetetlen, hiszen az egy főre eső hatékonyan megművelhető földterület egyre csökken a talajromlás és népességnövekedés következtében. A világpolitikai változásokat és a nemzeti politikai álláspontokat figyelembe véve pedig egyértelmű az, hogy a következő években tovább fog növekedni az élelmiszer önellátási képesség jelentősége. A talajjavítók használata elengedhetetlen, de a termelékenység fokozását a földek túlterhelése helyett más, okos technológiákkal lenne érdemes megoldanunk a jövőben, mint a különböző precíziós mezőgazdasági gyakorlatok, ipar 4.0 eszközei, hálózatos kistermelői rendszerek, hatékonyabb, körkörös hulladék és szennyvíz-gazdálkodás.

A jelen kutatás nem terjed ki az agráripari és élelmiszeripari gyártástechnológiák részletes bemutatására, fejlődési irányaik vizsgálatára, példaként mégis érdemes említeni egy-egy termelés hatékonyság növekedést támogató elemet. Az ipar4.0 koncepció adaptációjának egyik a mezőgazdasági termelést már elérő eleme az ember nélküli repülő járművek alkalmazása, illetve ember nélküli mezőgazdasági nehézgépek alkalmazása. Konkrét példaként a közismert néven mezőgazdasági drónok alkalmazása dinamikusan terjed. A megoldás számos agráripari, és közvetve élelmiszeripari termelést érintő előnnyel jár, ilyen a szelektív növényvédőszer kijuttatása, amely a drónok segítségével lényegesen kevesebb növényvédőszer felhasználást jelent, a fejlett technológiák révén szükség esetén kártevő jelenlét, illetve növényzet állapotfüggően lehet a vegyszert a területre juttatni. A drónok multispektrális vizuális érzékelői, fejlett analitikai szoftverei segítségével azonosítják, megtanulják a terepviszonyokat és szignifikáns jellemzőket amely segítségével a permetező drón pontos lokáció meghatározással és mennyiség meghatározással juttatja a vegyszert a célterületre. Kiemelt előnye a megoldásnak a táv monitorozás, felmérés, érzékelt jellemzők (képi anyag, geolokáció koordináták, stb. rögzítése analitikai célokra, és nem utolsósorban a traktor vagy egyéb földi járművekhez képest a növényzet taposás elkerülése, amely százalékosan meghatározható jelentős termelési veszteséget jelentene.

## 2. Eredmények és értékelésük

### *A hosszú ellátási láncok gyengeségei, és a RéEL-ben rejlő potenciál*

Nem fenntartható az a mód, ahogy jelenleg világszerte – beleértve Magyarországot is – használjuk a földet és a talajt, aminek pedig jelentős hatása van az ökoszisztémákra (HOI, 2020), a talajlefedés mértéke Magyarországon dinamikusan nő, pedig a mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek külkereskedelme nagymértékben hozzájárul a nemzetgazdaság pozitív egyenlegéhez, makrogazdasági jelentősége meghatározó, és a jövőben egyre fontosabb előnyt jelenthet a régióknak az, hogy ideálisak az adottságok az élelmiszer termeléshez. A hetedik Európai Környezetvédelmi Akció Program (EC EAP, 2020) egyik kitűzése a területek újrahasznosításán, megújításán alapuló fenntartható földpolitikát az Európai Unióban, amelynek egyik célja a szabad talajfelszín beépítésének, burkolásának lassítása, ehhez ugyancsak hozzájárulna a kistermelői élelmiszer termelés erősítése.

A Herman Ottó Intézet riportja szerint (HOI, 2020) kevésbé intenzív fenntartható mezőgazdasági gyakorlatok által a földhasználat fenntarthatóbbá, a talajok pedig egészségesebbé válhatnak. A magyarországi településekre jellemző, hogy termékeny földterületre épültek és ilyen területek veszik körül azokat, így az ipari öv terjeszkedése során gyakran a mezőgazdasági termőterületeket burkolják mesterséges felületekkel. A nagyipari mezőgazdaság számára vannak nehezen kezelhető területek (kisebb parcellák, kiskertes gazdálkodás), amik jelenleg kihasználatlanok; ezeken könnyedén történhet élelmiszer-előállítás kistermelők által, bevonhatóak az értékteremtő tevékenységbe. Emellett a már említett foszfor-körforgás is inkább a regionális sajátosságok figyelembe vételével, helyben oldható meg hatékonyan és teljes körűen.

A krízisek következtében egyre inkább felértékelődik a régiók élelmiszer önellátó képességének erősítése. A globális élelmezésbiztonsági index (*GFSI global food security index*) 113 országban vizsgálja az élelmiszerek megfizethetőségét, elérhetőségét, minőségét és biztonságát, valamint a természeti erőforrásokat és az ellenálló képességet. Az index 58 egyedi mutatóból épül fel, és méri az élelmezésbiztonság mozgatórugóit a fejlődő és a fejlett országokban egyaránt. Magyarország ebben a 31. helyet foglalta el 2020-ban (*GFSI*, 2022). Javítandó területként többek közt az élelmiszeripari R&D&I beruházásokat, a vízgazdálkodást, és a termelés ingadozását jelölik meg. Magyarországon rendkívül jók a körülmények az élelmiszer előállításra, a primer szektor erős, ám az alapanyagokat jellemzően külföldön dolgozzák fel, majd ezek az élelmiszerek visszakerülnek hazánkba.

Ebből adódóan a függőségünk sok esetben megmarad más régiókkal. A logisztikai összeomlások kisebb károkat okoznak olyan esetben, ha a globalizált élelmiszer láncok mellett jelen vannak a kilengéseket és sokkhatásokat enyhítő RéEL rendszerek, támogatva, kiegészítve a nagyipari mezőgazdaságot, a lokális élelmiszer ellátási hálózatok képesek elkerülni a globális szintű élelmiszerrendszerek negatív gazdasági környezeti és táplálkozástudományi hatásait is. Emellett kiszámíthatóbb, könnyebben tervezhető a belföldi beszállítókkal való élelmiszer előállítás.

Az Ipar4.0 következtében, a robotizáció miatt a munkaerőpiac átalakulóban van, jellemzően azok a szakmák szűnnek meg, ahol könnyű az automatizáció és a robotizáció, ezért sokan veszíthetik majd el a munkahelyeiket. Az *Oxford Economics* (2019) jelentése szerint 2030-ra világszerte akár 20 millióan veszíthetik el a munkahelyüket a robotizáció miatt, és sajnos az alacsonyabb jövedelmű vagy kevésbé fejlett régiók nagyobb veszélyben vannak, átlagosan egy új robot közel kétszer annyi munkahelyet cserél ki az alacsonyabb jövedelmű régiókban, mint ugyanazon régió magasabb jövedelmű régióiban, tovább növelve a gazdasági egyenlőtlenséget és politikai polarizációt. A kisléptékű mezőgazdaság, főként a humán erőforrás intenzív (és termékeit tekintve munka-intenzív) RÉL felvehetné a kihulló munkaerőt (ekkor nem rövid távú strukturális munkanélküliségről beszélünk majd). Magyarországon még jelen-

leg is problémát okoz a vidéki térségek elöregedése és elnéptelenedése, a RÉL erősödése és innovációja erre is gyógyír lehetne.

Több potenciált rejt magában a kisebb léptékű élelmiszer termelés erősödése a fenntarthatóság mind három pillérét vizsgálva. A teljesség igénye nélkül a gazdasági pillér esetében ilyenek lehetnek a régió-specifikus megoldások, pénz helyben forgása, helyi gazdaság fejlesztés, kevesebb tárolási szállítási költség, a vidéki térségek népesség megtartó erejének növekedése, és a területek általánosan jobb kihasználása is. A környezeti pillér esetében többek közt a természetett növényi faji diverzitás gazdagítása, a már említett kevesebb szállításból raktározásból és csomagolásból adódó környezetkímélő gyakorlatok lehetővé tétele, illetve a foszfor körforgás erősítésének lehetősége. A kisléptékű állattartás, az állatjogok és állatjólét könnyebb elérése részben a környezeti fenntarthatósághoz is kapcsolható, de etikai szempontból is megfontolandó. A társadalmi pillér esetében a hagyományörzés és szemléletformálás ide sorolható, sokszor a helyi élelmiszerek kevesebb adalékanyagot, tartósítószer igényelnek, kevésbé feldolgozottak, elősegítve a fogyasztók egészséges és fenntarthatóbb táplálkozását.

#### ***Ipar 4.0-val és hálózatosodással a fenntartható és innovatív RéEL felé***

A közel 4,7 millió embert foglalkoztató élelmiszeripar Európa egyik legnagyobb és stratégiai szempontból legfontosabb ágazata (*EIT Digital*, 2022). Ám ahhoz, hogy megőrizze globális erőműveként betöltött pozícióját, az ágazatnak újra kell pozicionálnia magát az Ipar 4.0 világban – nem csak a multinacionális cégek tekintetében, hanem egy innováción nyugvó KKV szektor kiépítésével is. A növekvő igények az élelmiszer iránt nem kielégíthetőek tovább a termőföldek túlterhelésével, az ipar 4.0 koncepció és a teljes értékáramot átfogó digitalizáció lehet a megoldás. Ipar 4.0 koncepció alatt értjük azt a decentralizált, önszerveződésre képes termelési modellt, ahol a modell összetevők kommunikációképessége alapján állapotfüggő és prediktív döntések adják a rendszer adaptív képességét.

Természetesen az élelmiszeripari, és mezőgazdasági folyamatok tartalmaznak olyan fizikai, biológiai törvényszerűségeket, ciklusokat, amelyek korlátozzák a rugalmasságot, adaptivitás képességét, hiszen a növényzet növekedési folyamatoknak, vagy az évszakok változásának van egy korlátozó hatása, ennek ellenére az ipar 4.0 koncepció adta lehetőségek ebben az ipari szektorban, szektorokban is jelentős hatékonyságfejlesztést realizál. Az Ipar 3.0 megoldások alkalmazása jól megfigyelhető a jelenlegi mezőgazdaságban a robosztus folyamatokban, széria vagy batch alapú termelési modellekben, centralizált irányítási rendszerekben. A globalizációs stratégia működestámogató környezetében ez a megközelítés a hosszú, akár kontinenseken átívelő ellátási láncokat eredményezett. Amíg a nagyüzemi termelés a hosszú ellátási láncok mellett is profitmaximáló hatásúvá tudott válni, a regionális, lokális termelők fajlagos költségei azonban ezzel a versenyt nem tudták felvenni, sőt olyan sztochasztikus jelenségnek felfogható esemény mint egy kistermelő régiójába eső termést befolyásoló szélsőséges időjárási körülmény nem kezelhető. Részben tőkeerős nagyipari mezőgazdaságban megjelennek az ipar 4.0 megoldások, hiszen ezek a tőke intenzív befektetések az egy paraméterre, a profitra optimalizált rendszert tovább, jó investment megtérülési rátával kecsegteti, továbbá piaci pozíciót (megtartó, növekvő, kiszorító) támogató lehetőségként is jelen van.

A covid19 pandémia rámutatott, hogy az elmúlt évek (dekádok) globalizációs, termelés centralizációs törekvései monopolista gazdasági szisztémában nem jelent robosztus ellenállóképességet az ellátási láncot közvetlenül befolyásoló, előre nem látható, nagymértékű hatásokkal szemben. A hosszú ellátási láncok számos olyan rendszerelem szinronizációját teszik szükségessé, melyek akármelyikének kiesése a teljes ellátási lánc fenntartását kockázatba sodorhatják. Ezekre a jelen tanulmányban nem térünk ki, a covid19 pandémia számos gyakorlati példát szolgáltatott a karantén, humán erőforrás kiesés, szállítmányozási korlátozások, határon keresztül eltérő szigorú szabályozások, anyagihiányok aspektusait és hatásait illetően. A hosszú ellátási láncok pandémia okozta akadályoztatásával egyidejűleg felértékelődtek azok a



lokális esetleg regionális megoldások, amelyekkel a termelő és a fogyasztó közötti viszony fenntarthatóvá vált. Ennek támogató eszköze a hálózatos értékteremtés, az ipar4.0 elemeinek alkalmazása lett, hiszen ezek a technológiai megatrendek a pandémiát megelőzően is, jelen voltak, mintegy lehetőségként a termelési hatékonyság fejlesztésére. A pandémia ezeknek a lehetőségeknek, illetve a mögöttes technológiáknak nemcsak megerősítette a relevanciáját, hanem kényszerítő hatásúvá vált a korábbi lehetőség besorolással szemben. A pandémia tovább erősítette azt, hogy a termelő és vevő között a digitalizáció révén közvetlen (fehő-alapú) kapcsolatot kell kialakítani.

A komplex termelő rendszerekben, és ide tartozik az agrárripari és élelmiszerripari szektor is, a részfolyamatok tagoltsága miatt a termelő-termelő közötti digitális gráf kapcsolat kialakítása is felértékelődik. Az ipar 4.0 megoldások feloldhatnák a kistermelők egy-egy jelenlegi gyengepontját, például a kistermelők hálózatosodása kiegyenlíti a termelés fluktuációját, gépmegosztás és egyéb erőforrás-megosztást tesz lehetővé, új fogyasztókat tud bevonni (éttermek vagy közszolgáltatók), egy-egy kistermelő a tradicionális önálló működési szerkezetével nem tudja ezeket felvállalni, ezekhez hálózatok kellenek. A megfelelő hálózatok működéséhez pedig szükségesek az ipar 4.0 eszközök „A vezérigazgatók tudják, hogy fel kell gyorsítaniuk a digitális üzletág elterjedését, és közvetlenebb digitális útvonalakat keresnek, hogy kapcsolatba léphessenek ügyfeleikkel” – mondja David Groombridge, a Gartner alelnöke. „A jövőbeli gazdasági kockázatok szem előtt tartásával azonban hatékonyak akarnak lenni, és védeni akarják a haszonkulcsot és a pénzáramlást” (2022).

*Abideen et al.* (2021) tanulmányában a bibliometrikus elemzés vizualizációja megmutatja, hogy az élelmiszerripari szektor szófelhője nem elválasztható a technológiai aspektusok kulcsszavaitól. Az alábbi vizualizáció (*1.ábra*) a-val jelölt része az élelmiszer minőség a b-vel jelölt része az élelmiszer biztonság bibliometrikai elemzésének eredményét mutatja. Abideen tanulmányában felhívja a figyelmet arra, hogy bár további kutatás szükséges a fejlett (ipar4.0) technológiák és az élelmiszerripari termelés viszonyával kapcsolatban, a jelenlét és összefüggések kimutathatóak.

### 3. Következtetések, javaslatok

Az élelmiszer ellátási láncok rövidülését számos uniós és hazai jogszabály ösztönzi, de ezek önmagukban nem elegendőek. Ezeknek az érvényesüléséhez, az innovációhoz támogatni kell a kistermelőket, ez lehet oktatás, szaktanácsadás vagy egyéb tudásátadási módszer. A rövid ellátási láncok a gyorsabb reagáló képességük miatt teret fognak nyerni a jövőben, azonban a ma Magyarországon elterjedt hagyományos REL rendszerek innovációja, és hálózatosodása szükséges, hogy ezek tényleg fenntarthatóbbá tehessek az élelmiszer rendszereinket, kiegészítve és támogatva a robosztus, és lassan moccanó globális ellátási láncokat. Ez a hálózatosodás együtt történhet a CSA (*community supported agriculture*) kiépülésével is, dobozrendszerek bevezetésével, mely sok EU régióban már jól működő sémák. Krízisek esetén a fogyasztók azokat a csatornákat, forrásokat és termékeket választják, akikben bíznak, ennek szerepe egyre inkább felértékelődni látszik a sokkhatások közepette (Koronavírus járvány, Orosz-Ukrán konfliktus, élelmiszerár-infláció).



Az élelmiszeripar jövője digitális. A hálózatosodás és a precíziós megoldások példátlan lehetőségeket kínálnak a rugalmasság, az élelmiszerbiztonság és a minőség növelésére. A termőföldjeink túlterhelése helyett olyan megoldásokat kell alkalmaznunk, amelyek a meglévő erőforrásaink megőrzését segítik, kevésbé erőforrás-intenzív élelmiszereket állíthatunk elő velük, és a körforgásos gazdaság kiépülése felé terelnek minket. Ezért a lassan moccanó nagyipari mezőgazdaságot, a sérülékeny és kiszolgáltatott globális élelmiszer ellátási láncokat támogatnunk kell kooperációra épülő, fenntartható, ipar 4.0 technológiával hálózatosított rövid élelmiszer ellátási láncokkal is.

#### 4. Felhasznált irodalom

- Abideen A.Z. – Sundram V.P.K – Pyeman J. – Othman A.K. – Sorooshian S. (2021): Food Supply Chain Transformation through Technology and Future Research Directions—A Systematic Review. *Logistics*. 2021; 5(4):83. <https://doi.org/10.3390/logistics5040083>
- EC EAP (2020): The 7th Environment Action Programme (EAP). European Commission <https://ec.europa.eu/environment/action-programme/>
- EC MEMO/14/377 (2014): The European Critical Raw Materials review. Brussels, 26 May 2014 European Commission. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO\\_14\\_377](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_14_377)
- Forgacs, C. (2006): A mezőgazdasági kistermelők jövője az átalakuló mezőgazdasági piacokon. *GAZDÁLKODÁS: Scientific Journal on Agricultural Economics*, 50 (80-2016-378), 29–41.
- Global Food Security Index* (2022): The Economist Impact <https://impact.economist.com/sustainability/project/food-security-index/Downloads>
- Groombridge, D.: Gartner Top Strategic Technology Trends for (2022)
- HOI (2020): Magyarország környezeti állapota 2020 Herman Ottó Intézet ISSN 2064–4086 [http://www.hermanottointezet.hu/sites/default/files/mka\\_2020\\_digi\\_hu\\_jav\\_0308.pdf](http://www.hermanottointezet.hu/sites/default/files/mka_2020_digi_hu_jav_0308.pdf)
- Gartner: <https://www.gartner.com/en/information-technology/insights/top-technology-trends>
- Kasza, G. – Dorkó, A. – Kunszabó, A. – Szakos, D. (2020): Quantification of household food waste in Hungary: A replication study using the FUSIONS methodology. *Sustainability*, 12(8), 3069.
- McArthur Foundation (2022): The official website of the McArthur Foundation, Food section <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/food/overview>
- NAK (2020): REL KISOKOS Vidékfejlesztési kézikönyv 4. © Nemzeti Agrárgazdasági Kamara 2020. évi első kiadás. <https://www.nak.hu/kiadvanyok/kiadvanyok/3259-rel-kisokos/file>
- Ojo, O.O. – Shah, S. – Coutroubis, A. – Jiménez, M.T. – Muñoz Ocana, Y. (2018): Potential Impact of Industry 4.0 in Sustainable Food Supply Chain Environment. *2018 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions (ICTMOD)*, 172–177.
- Oxford Economics* (2019): How robots change the world: What Automation Really Means for Jobs and Productivity
- Portfolio* (2021): <https://www.portfolio.hu/global/20211229/szetszakadtak-az-ellatasi-lancok-felrobbantak-az-alapanyagarak-top10-sztori-3-518464>



## Egyetemi hallgatók a fenntarthatóság szolgálatában

Faragó Péter

*Budapesti Corvinus Egyetem*  
peter.farago1982@gmail.com

*„...Mi dolgunk a világon? küzdeni  
Erőnk szerint a legnemesbékért.  
Előttünk egy nemzetnek sorsa áll.  
Ha azt kivittuk a mély sülyedésből  
S a szellemharcok tiszta sugaránál  
Olyan magasra tettük, mint lehet,  
Mondhatjuk, térvén őseink porához:  
Köszönjük élet! áldomásodat,  
Ez jó mulatság, férfi munka volt!”*

*(Vörösmarty Mihály:  
Gondolatok a könyvtárban)*

### Összefoglalás

Mi dolgunk a világon? – hangzik Vörösmarty kérdése ismert versében. A XXI. században számos probléma megoldásra vár, amelyek leginkább a globalizálódó világ eredményeképp okoztak és okoznak fejtörést. A köztudatban egyre nagyobb teret nyer a fenntartható fejlődés, azonban tudjuk valójában, hogy mit is takar ez a kifejezés? Képesek vagyunk úgy biztosítani igényeinket, hogy ezzel nem veszélyeztetjük gyermekeink és unokáink jövőjét? A tanulmányban a jövő értelmiségi rétegének személyes kompetenciái kerülnek középpontba. A kutatás leginkább arra összpontosít, hogy a felsőoktatásba járók rendelkeznek-e azokkal a készségekkel, ami egy zöldülő világrend kialakításához szükséges. A felmérés kivételesen szélsőséges eredményt hozott: a hazai oktatási intézmények nem képesek kinevelni azt a réteget, amely hathatósan segíteni tudná gyermekeink jövőképe javulását. A fenntartható fejlődés csak egy 180°-os fordulattal, vagyis paradigmaváltással valósítható meg. Az elköteleződés, a morális stabilitás, az áldozatok vállalása, a közösségi tudat, a kiváló stresszkezelés, a stabil életvitel és persze a szakmai ismeretek mind olyan faktorok, amelyek a jövőorientált világnézetben nélkülözhetetlen kompetenciák.

### 1. Bevezetés

A globalizációnak köszönhetően mindennapi életünk egy folyamatos tanulássá vált, hiszen olyan komplex kérdésekkel kell foglalkoznunk, amely kérdések kapcsán korábban semmilyen ismeretekkel nem rendelkezünk. A XXI. század egyik, ha nem a legnagyobb kihívása a fenntarthatóság megvalósítása.

A fenntarthatóság egy újszerű munkaerőpiacot, benne innovatív adottságokkal, humán értékekkel rendelkező munkaerőt igényel. A zöldülés felé vezető úton szükség lesz intellektuálisan vezető kvalitású individuumokra, amely munkavállalók szintűen rendelkeznek a paradigmaváltás megvalósulásához nélkülözhetetlen értékrendekkel. Mielőbb fel kell mérni, hogy a jelenlegi egyetemi képzési rendszerben mekkora azon hallgatók aránya, akik rendelkeznek a fenntarthatóság felé vezető úton kiemelkedő jelentőséggel bíró jellemvonásokkal.

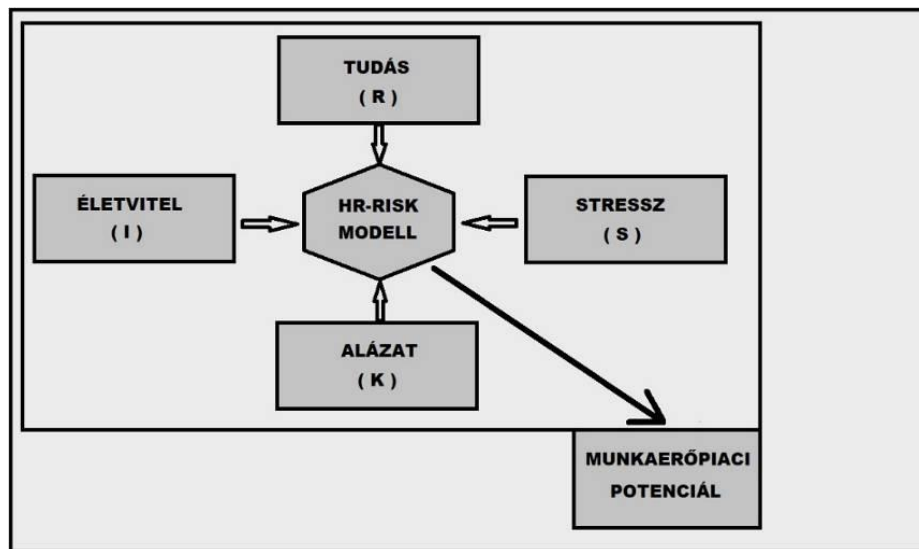
A tanulmány egy kvantitatív kutatás segítségével arra a kérdésre keresi a választ, hogy vajon a 2010-es évek második felének magyarországi felsőoktatásban tanuló hallgatókra mennyire lehet alapozni egy fenntarthatóságot szem előtt tartó világrendet, munkaerőpiacot. Rendelkeznek-e a mai egyetemisták olyan jellemvonásokkal, ami ahhoz kell, hogy életünket élhe-

többé tegyük oly módon, hogy szem előtt tartjuk gyermekeink, unokáink igényeit? A kérdés megválaszolására egy szabályos időközönként ismételt kérdőíves felmérés eredményei adnak lehetőséget, amely a megszerzett tudás mellett számításba veszi az alázatot, az életvitelt és a stresszkezelést is. A felmérés eredményei egy kiváló kiindulási alapot jelenthetnek a fenntarthatóság megvalósításához szükséges paradigmaváltás vonatkozásában.

## 2. Anyag és módszer

A kor kihívásainak való megfeleléshez a szakmai tudás mára már nem elegendő, hiszen úgy kell fenntartani a stabil működést, hogy közben szem előtt tartjuk gyermekeink és unokáink igényét az élhető világra. A paradigmaváltás kapcsán mindenképp az eddigiektől eltérő személyi kompetenciákkal rendelkező vezetői rétegre van szükség.

A szakmai tudás mellett fontos, hogy képesek legyünk az élet más területein is boldogulni. Döntéseink során sokszor önkontrollt kell tanúsítanunk, valamint képesnek kell lennünk áldozatot hozni, lemondani bizonyos dolgokról. Nagy hangsúlyt kell fektetni az élet dolgaihoz való hozzáállás fejlesztésre. Fontosak a motivációk, ugyanakkor kellenek olyan célok az életben, aminek hajlandók vagyunk alávetni magunkat, és nap, mint a nap folyamatosan tenni érte. Ezek tükrében a tudás, az életvitel, a stresszkezelés és az alázat egyaránt nélkülözhetetlen, így a kutatás során alkalmazott modellt ezek mentén alakítottam ki.



1. ábra: Az elemzésnél használt modell logikai felépítése – a HR-RISK modell

A modell elnevezése egy mozaikszó, amely az abban szereplő tényezők japán megfelelőinek kezdőbetűinek összeolvasásából áll. Ezen tényezők a következők:

- a. R – Ryoku (力) – tudás
- b. I – Ikikata (生き方) – életvitel
- c. S – Suteresu (ストレス) – stressz
- d. K – Kenkyo (謙虚) – alázat (szerénység)

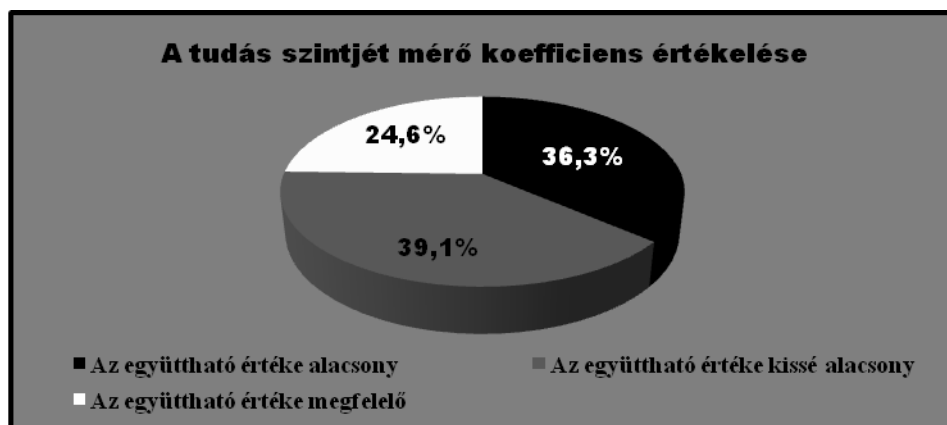
A modell mentén egy kérdőíves kutatással mértem fel a felsőoktatásba járó hallgatók értékrendjét és kompetenciáit. Minden tényezőre egy olyan együtthatót alakítottam ki, amelynek értéke 0 és 1 közötti értéket vehet fel. Ezekből alakult ki a munkaerőpiaci potenciált mérő komplex koefficiens. A 3 éven át tartó (2017 és 2019 között) kutatásban összesen 396 fővárosi egyetemista vett részt, amely felmérés egyaránt tartalmazott kvantitatív és kvalitatív techni-

kákat. A megkérdezettek számot adtak tudásukról, életvitelükről, stresszkezelési technikájukról és a tanuláshoz való hozzáállásukról.

### 3. Eredmények

Az alkalmazott modell eredményeit faktorokra bontva célszerű bemutatni, éppen ezért a tanulmányban ezt a szerkezeti felépítést követem.

Az értelmiségi réteg megítélésénél alighanem a tudás szintje (R) adja az alapot, amely kétváltasztható szakmai ismeretekre és általános műveltségre. A felmérés rámutatott, hogy a nők jobb átlaggal rendelkeznek, mint a férfiak. A nők átlaga, ami 3,84, míg a férfiak ettől 0,19-dal elmaradnak, vagyis átlagos tanulmányi eredményük 3,65. A lexikai ismeretek mérésére egy tematikus kérdéssorra adott válaszok adnak lehetőséget. A megkérdezetteknek nem volt lehetőségük előre felkészülni a kérdésekre, segédeszközöket nem használhattak, ezáltal jól behatárolható a válaszadók valós tudása. A megkérdezettek jó átlagos eredményt értek el a gasztronómiai, a gazdasági és a játék- és mesevilágot érintő kérdésekben, viszont nagy hiányosságokat mutattak statisztikában, csillagászatban, kémiában és politikában. Egyértelműen kijelenthető, hogy a férfiak összességében számottevően jobb eredményt értek el. A kutatás arra is rámutatott, hogy vannak olyan konkrét kérdések, amelyekre az egyetemista réteg nagy általánosságban nem tudja a választ, mint például a levegő leggyakoribb eleme vagy a zsírban oldódó vitaminok. Ezekre alapozva a tudás kapcsán a következő összefoglaló diagramot kaptam eredményül.



2. ábra: A tudásszintet értékelő koeficiens

A kutatás eredményei alapján kijelenthető, hogy a legtöbb egyetemi hallgató tudásszintje nem éri el a hosszútávon kívánatos szintet. Mindösszesen 24,6% azok aránya, akik szakmai és általános ismereteikkel olyan szintet értek el, amely egy fenntarthatóságot szem előtt tartó munkaerőpiacon komoly segítséget jelenthetne.

Az életvitel (I) akkor tekinthető elfogadhatónak, ha a válaszadó bioritmusa kellően stabil, másrészt a kikapcsolódásnál is önkontrollt gyakorol. A konzekvens fekvési és kelési idő mindeképp ad egyfajta stabilitást, kiváltképp abban az esetben, ha ez párosul az általánosan elfogadott 7-9 óra alvásidővel. Szorgalmi időszakban az egyetemisták 70%-a 11 és éjfél között fekszik. A megkérdezettek nagyjából 20%-a éjfélig is aktív, míg csak 10% fekszik le már 11 óra előtt. Az adatok ugyanakkor arra is rámutatnak, hogy a legtöbben 6 és 7 óra között kelnek (kb. 55%), ami arra enged következtetni, hogy sokaknál 7 óra alvás a jellemző. Szünidőben az éjfél és hajnali 1 óra körüli fekvés és a 9-10 óra körüli kelés a legjellemzőbb, míg a vizsga előtti este jelentős azok aránya, akik éjjel 2-ig is vagy akár tovább is tanulnak (5-10%).

A kutatás keretein belül fény derült arra, hogy az egyetemi hallgatók milyen gyakran mennek szórakozóhelyekre, illetve házi bulikba. A válaszadók jellemzően havi 1-2 alkalommal buliznak (kb. 70%), de a megkérdezettek 15%-a nem szokott szórakozóhelyen tartózkodni. 15% azok aránya, akik közel heti rendszerességgel kapcsolódnak így ki. A bulizás és az alkoholfogyasztás kéz a kézben járnak, így nem meglepő, hogy az egyetemisták közel 80%-a alkoholt is iszik. A megkérdezettek válaszai alapján egy átlagos egyetemi hallgató egy este 0,7dl széntiszta alkoholt iszik, ami nagyjából 6dl bor alkoholszintjének felel meg. A nagymértékű alkoholfogyasztás viszonylag ritka (4-5%), amely gyakran együtt jár a részegedéssel. A válaszadók mintegy háromnegyede volt már részeg, és ami még inkább szót érdemel, a megkérdezettek közel fele már 16 éves korára megtapasztalta az illuminált állapotot.

A nemek közötti összehasonlítás kapcsán egyértelműen kijelenthető, hogy a férfiak számottevően több alkoholt fogyasztanak egy este folyamán, mint a nők. A nők átlagosan 0,37dl széntiszta alkoholt fogyasztanak, míg a férfiak több mint kétszer ennyit. A bioritmusra és a szórakozásra vonatkozó adatok összesítéséből megkapjuk azt az együtthatót, amely a válaszadó életvitelét értékeli.



3. ábra: Az életvitel stabilitását mérő együttható értékelése

A koeficiens értékeiből kiderült, hogy a válaszadók mintegy negyede rendelkezik csak olyan életvitellel, ami messze elmarad az optimálistól. Általánosságban kijelenthető, hogy a nők életvitelük közelebb áll az optimálishoz.

A modern világban egyre inkább középpontba kerülnek a lelki tényezők, amely nagyon gyakran befolyásolja a teljesítményt. A stresszkezelés (S) így egy igen fontos készséggé vált, hiszen a leblokkolások és a magánéleti stresszorok egyaránt sok fejtörést okozhatnak.

A tanulmányok során egy átlagos egyetemista lelki állapota nagyjából 45%-ban nyugodt, 20-30%-ban él meg eustresszt, míg a fennmaradó nagyjából 30-35% a distressz. Természetesen vannak, akik mindig nyugodtak és akadnak olyanok is, akik folyamatosan szorongásnak vannak kitéve. A vizsgastresszhez képest a magánéleti stresszorok kapcsán kedvezőbb adatokat kaptam. Az egyetemisták átlagosan a magánéletben 60-70%-ban nyugodtak, nagyjából 15-20%-ban érznek eustresszt, míg a distressz aránya mintegy 20%, amelyből 15%-ot képvisel a feszültség és csupán csak 5%-ot a szorongás. A vizsgastressz és a magánéleti stressz adatait összegezve értékelhetjük a hallgatók stresszkezelési képességét.





4. ábra: A stresszt szintjét mérő együttható értékelése

Az egyetemisták nagy részének a stressz nem okoz különösebb problémát. A megkérdezettek negyede rendelkezik csak nagyobb szintű és/vagy rendszeresebb stresszel. Komolyabb mentális probléma az egyetemisták csak pár százalékánál jelentkezik. A stresszkezelés kapcsán a nők minden kategóriában rosszabbul teljesítenek, mint a férfiak.

Napjainkban a munkamorál és az alázat (K) mérése ugyan háttérbe szorul, viszont a fenntarthatóság megvalósításához szükség van erre az erényre, így a felmérésben is kiemelt szerepet játszanak a morális tényezők. A felmérés eredményeinek értelmében kijelenthető, hogy egy átlagos válaszadó az előadások 75%-át látogatja, míg a gyakorlatok 85-90%-án van jelen. A válaszadók leginkább azért nem látogatják az órákat, mert azokat feleslegesnek, unalmasnak tartják (22%). Azok, akik bemennek az órára, gyakran nem figyelnek oda az előadóra, és inkább alternatív tevékenységekkel kötik le magukat. Egy átlagos megkérdezett az órák 40%-ában okostelefonozik, 20%-án étkezik, 15%-án másra tanul és mintegy 5% azok aránya, akik az órán padjukra borulva elalszanak. Összességében a válaszadók mintegy 20%-a szinte állandó jelleggel figyel az órán, míg 25% azok aránya, akik szinte sosem. Az egyetemi hallgatók gyakran a számokérés előtti utolsó napra hagyják a tanulást. A megkérdezettek 15-20%-a a szorgalmi időszak alatt nem igazán foglalkozik a vizsgaanyaggal, és emiatt az utolsó napra marad a tanulás, jellemzően éjjelbe menően.

Az órára való bejárás, az aktív figyelem, valamint a tanulás módszertana együttesen adja a hallgatók alázatára vonatkozó koefficiens értékét.



5. ábra: Az alázat mértékét mérő együttható értékelése

Az alázat igen ritka érték, hiszen a válaszadók szűk 40%-a rendelkezik azzal az elhivatottsággal, ami a paradigmaváltást szem előtt tartó munkaerőpiacon előremutató lenne.

A HR-RISK modell faktorainak elemzése és értékelése lehetővé tette a felsőoktatásban tanuló fiatalok munkaerőpiaci értékelését, ami alapján kiderül, hogy az egyetemisták hány százaléka rendelkezik olyan személyi vonásokkal, amelyek megállják a helyüket egy fenntarthatóságot, és az ahhoz szükséges paradigmaváltást tartja szem előtt.



6. ábra: A munkaerőpiaci potenciál szintjét mérő együttható értékelése

A faktorok elemzésénél látható volt, hogy egyik kategóriában sem voltak többségében azok, akiknek a koefficiense megfelelne a várakozásoknak. Mindebből kifolyólag nem meglepő, hogy az összesített koefficiens esetében kevesen vannak az egyetemisták a legmagasabb kategóriában. A 14,5% arra enged következtetni, hogy minden 7 válaszadóból csupán 1 van olyan, akire lehet számítani egy zöldülő piacon.

#### 4. Következtetések, javaslatok

A kutatás rámutatott arra, hogy a válaszadók töredéke rendelkezik számottevő kompetenciával. Habár a munkaerőpiaci potenciált mérő együttható eloszlása szerint a válaszadók 14,5%-a rendelkezik fenntartható jellemmel, valójában 1% körül mozog azok aránya, akik minden tekintetben megfelelnek egy zöldülő világrend követelményeinek (1. táblázat).

A kutatás eredményei bebizonyították, hogy jelenleg nincsenek kellőképpen kiemelve a személyi kompetenciák, a jellemvonások. A paradigmaváltás szellemében alaposan át kell szervezni a felsőoktatást. Ennek keretein belül sokkal kisebb oktatási intézményeket kellene üzemeltetni, azok hierarchiáját ki kell építeni. Szem előtt kell tartani a személyi kompetenciákat. Nagyon fontos az élethez való hozzáállás, a morális értékrend, az életvitel és a stresszkezelés is. A számonkérések jelenlegi rendszere elavult; a felvételi eljárásnál és az egyetemi számonkéréseknél fel kellene váltani a hagyományos szemléletű vizsgarendszert, ahol egy napi teljesítmény dönt és olyan elvrendszert kell kiépíteni, ahol a folyamatos teljesítmény számít. Ha ezen célok irányába mozdulunk el, de a kézzel fogható változáshoz még legalább 10-15 évre lesz szükség.

1. táblázat: A HR-RISK modell faktorainak összesített kiértékelése

Ismeretek 力 R	Életvitel 生き方 I	Stressz- kezelés ストレス S	Alázat 謙虚 K	ÉRTÉKELÉS	
X	X	X	X	41,3%	41,3%
X	X	X	✓	5,1%	47,4%
X	X	✓	X	33,2%	
X	✓	X	X	8,2%	
✓	X	X	X	1,0%	
X	X	✓	✓	1,5%	
X	✓	X	✓	2,0%	8,2%
✓	X	X	✓	0,0%	
X	✓	✓	X	3,1%	
✓	X	✓	X	1,0%	
✓	✓	X	X	0,5%	
X	✓	✓	✓	2,0%	
✓	X	✓	✓	0,0%	2,6%
✓	✓	X	✓	0,5%	
✓	✓	✓	X	0,0%	
✓	✓	✓	✓	0,5%	

## A stressz hatása az egyetemi hallgatók tudásszintjére

Faragó Péter

*Budapesti Corvinus Egyetem*  
peter.farago1982@gmail.com

*„...Mi dolgunk a világon? küzdeni  
Erőnk szerint a legnemesbékért.  
Előttünk egy nemzetnek sorsa áll.  
Ha azt kivittuk a mély sülyedésből  
S a szellemharcok tiszta sugaránál  
Olyan magasra tettük, mint lehet,  
Mondhatjuk, térvén őseink porához:  
Köszönjük élet! áldomásodat,  
Ez jó mulatság, férfi munka volt!”*

*(Vörösmarty Mihály:  
Gondolatok a könyvtárban)*

### Összefoglalás

Mi dolgunk a világon? – hangzik Vörösmarty kérdése ismert versében. A XXI. században számos probléma megoldásra vár, amelyek leginkább a globalizálódó világ eredményeképp okoztak és okoznak fejtörést. A tanulmányban a jövő értelmiségi rétegének személyes kompetenciái kerülnek középpontba. A szakmai ismeretek és az általános műveltség igen fontos egy diplomás ember életében, hiszen intellektuálisan ezzel példát tud állítani a társadalom elé. Mindazonáltal nincs mindenkinek meg az a készsége, hogy tudását vissza tudja adni, ugyanis a stressz, a vizsgastressz, a leblokkolás okozta teljesítményromlás veszélye sokakat fenyeget, mint ahogy a magánéleti lelki válságok is kedvezőtlenül hathatnak a tudásszintre. A tanulmány a stressz és az ismeretek szintje közötti összefüggést keresi. Egy kérdőíves felmérés eredményeit bemutatva némiképp ráláthatunk az összefüggés mélységére, és ezekre alapozva választ kaphatunk arra a kérdésre, mennyire kellene fókuszálnunk a felsőoktatásban az egyetemi hallgatók lelki állapotára.

### 1. Bevezetés

A globalizációnak köszönhetően mindennapi életünk egy folyamatos tanulássá vált, hiszen olyan komplex kérdésekkel kell foglalkoznunk, amely kérdések kapcsán korábban semmilyen ismeretekkel nem rendelkezünk.

A kommunikációs eszközök technológiájának rohamos fejlődése nyilvánvalóvá tette a hiányosságokat is. Ugyan az online tér hatalmas tudásbázist adhat az érdeklődők számára, azok csak akkor hasznosulnak, ha az információ és az azok mögött meghúzódó logikát is elsajátítják a tudásszomjukat oltani kívánó emberek. Mindezek alapján a tudás csak abban az esetben válik valós tudássá, ha azokat mindenféle segédeszköz nélkül ki tudjuk adni magunkból. Emellett azzal is foglalkoznunk kell, hogy nem mindenki képes a tudását visszaadni, ami annak köszönhető, hogy a XXI. század nyilvánvalóvá tette a stressz és szorongás okozta blokkoló hatását.

A tanulmány egy kvantitatív kutatás segítségével arra a kérdésre keresi a választ, hogy vajon a 2010-es évek második felének magyarországi felsőoktatásban tanuló hallgatók milyen tudásszinttel rendelkeznek és ezt a tudásszintet mennyire befolyásolja az őket érő stressz, szo-

rongás. Az eredmény igen sokat mondó lehet, hiszen a stresszorok bénító hatása akár a jövőben is éreztethetik hatásukat.

## 2. Anyag és módszer

Egy adott téma feldolgozásánál kiemelt szerepe van a kutatásoknak. A tanulmány kérdéseinek megválaszolására egy komplex kutatási tervet készítettem, amely tervezet egyaránt tartalmaz kvantitatív és kvalitatív elemeket is. A 3 éven át tartó (2017 és 2019 között) kérdőíves felmérésben összesen 396 fővárosi egyetemista vett részt. A kutatásban felmértem, hogy a válaszadókra a vizsgastressz és a magánéleti stresszorok miképpen hatnak, illetve az esetleges szorongás szintjét is felmértem. A tudás kapcsán nem csak a szakmai ismereteket vettem górcső alá, hanem arra is kíváncsi voltam, hogy a magyar egyetemekre járó fiatalok milyen általános műveltséggel rendelkeznek.

Ezekre alapozva létrehoztam egy koefficienset, amely a stresszkezelés képességét méri, míg egy másik együtttható a válaszadók tudását írja le. A két együtttható közötti összefüggést vizsgálom, amellyel a kutatási kérdés megválaszolhatóvá válhat.

## 3. Eredmények

A szakmai ismeretek mérésére leginkább a tanulmányi átlag ad lehetőséget, habár nem minden esetben ad megbízható eredményt. A kutatás adatai rámutatnak arra, hogy a 2010-es évek második felében a budapesti egyetemeken tanuló hallgatók általánosságban véve jó tanulmányi eredménnyel teljesítették köteleességeiket. A 3,8-4,5 közötti átlag igen gyakori az egyetemisták körében, azonban nagyon sok megkérdezett vallotta azt, hogy a tanulmányi átlaga 3,0 környékére tehető. A tanulmányi eredmény összefüggéseit vizsgálva kijelenthető, hogy a nők szignifikánsan jobb átlaggal rendelkeznek, mint a férfiak, amely állítás minden szokásosan alkalmazott megbízhatósági szint mellett megállja a helyét. Ennek keretein belül meghatározható a nők átlaga, ami 3,84, míg a férfiak ettől 0,19-dal elmaradnak, vagyis átlagos tanulmányi eredményük 3,65.

A lexikai ismeretek mérésére egy tematikus kérdéssorra adott válaszok adnak lehetőséget. A megkérdezetteknek nem volt lehetőségük előre felkészülni a kérdésekre, segédeszközöket nem használhattak, ezáltal jól behatárolható a válaszadók valós tudása. A lekérdezésnél számításba kellett venni, hogy minden válaszadó mást tanul, ezáltal olyan kérdések szerepeltek a tesztsorban, amelyek együttesen számos tudományterületet lefedtek. A 25 terület között többek között helyet kapott a matematika, a magyar nyelvtan és irodalom, a környezetismeret, a politológia és az informatika.

Az eredmények azt mutatták, hogy vannak tudományterületek, amelyekben a fiatalok jártasabbak, és persze olyan diszciplínák is akadtak, amelyek kapcsán az egyetemi hallgatóknak hiányos a tudásuk. A válaszadók jók teljesítették a gasztronómiával és a játék-/mesevilággal kapcsolatos kérdésekben, viszont komoly nehézséget okoztak a statisztikai, a politológiai és a jogi vonatkozású kérdések. A felmérés eredményei rámutattak arra, hogy

- a legtöbben tisztában vannak az alapvető valuták árfolyamaival,
- felismerik a legalapvetőbb magyar irodalmi idézeteket,
- tisztában vannak a prímszám és egyéb számtani, matematikai alapfogalmakkal,
- meg tudják nevezni az alapvető mesehősöket és játékokat,
- viszont a tesztben résztvevők nagy része nem tudja, hazánkban hány megyéje van,
- nem tudja, hány főből áll a Magyar Parlament,
- nincsen tisztában a zsírban, illetve a vízben oldódó vitaminokkal, valamint

- nem tudják pontosan megmondani, hogy a magyar, illetve a világtörténelem híresebb eseményei mikor történtek.

Az eredményeket egymással összehasonlítva kijelenthető, hogy a két nem viszonylatában a férfiak egyértelműen jobb eredményt értek el, mint a nők. A legnagyobb eltérés talán a 2017-es adatok során volt tapasztalható, ahol a férfiak átlagosan 2 helyes válasszal többet adtak, mint a nők. Természetesen vannak inkább maszkulin és inkább feminin tudományterületek, amelyek közül említésre méltók a következők:

a válaszok alapján feminin tudományterület

- irodalom,
- nyelvtan,
- gasztronómia,

a válaszok alapján maszkulin tudományterület

- statisztika,
- földrajz,
- matematika,
- sportélet.

Az egyetemisták eredményeit látva kijelenthető, hogy a hallgatók egy jelentős része nem rendelkezik megfelelő mélységű lexikális tudással. A modern világ egyik klasszikus dogmája szerint „A Google a barátod”, azaz nem kell semmit megtanulni, hiszen az internetről mindent megtudhatunk. Persze, amikor váratlanul teljesíteni kell előre nem meghatározott anyagból, akkor megmutatkoznak a hiányosságok.

A mentális állapot gyakran alapjaiban meghatározza teljesítőképességünket és viselkedésünket. A mindennapokban, ha felszínre törnek a lelki tényezők, hajlamosak lehetünk leblokkolni, amikor pedig cselekednünk kell, valamint ilyen esetekben érzelmeink teljesen más irányba viszik a gondolatainkat. Ez egyaránt igaz az egyetemeken és a mindennapi életben. A stresszor (stresszt okozó ingerület) jellegétől függően külön kell választani a karrierrel összefüggő, és a magánéleti stresszt.

A vizsgák alkalmával egy átlagos egyetemistára nagyjából 45%-ban jellemző a nyugodt lelkiállapot, 20-30%-ban él meg eustresszt, míg a fennmaradó nagyjából 30-35% a distressz. A kutatásban lehetősége volt a válaszadóknak arra, hogy a negatív stressz (distressz) szintjét árnyékolják, és a rossz érzéseket felosszák a feszültség és a szorongás között. Ez alapján a feszültség nagyjából kétszer akkora részarányt képvisel, mint a szorongás, azaz egy átlagos hallgató 20-25%-ban feszült, 10-15%-ban szorong. A megkérdezettek mintegy 10%-a soha nem érzi magát nyugodtnak a vizsgák előtt és alatt, míg 15% azok aránya, akik nagyjából mindig kiegyensúlyozott lelki állapotban várják a számonkéréseket. A másik végletet tekintve a szorongás viszonylag ritka, mégis a válaszadók 10%-ára jellemző, hogy a legtöbb vizsga előtt komoly stresszel (szorongással) kell megbirkóznia.

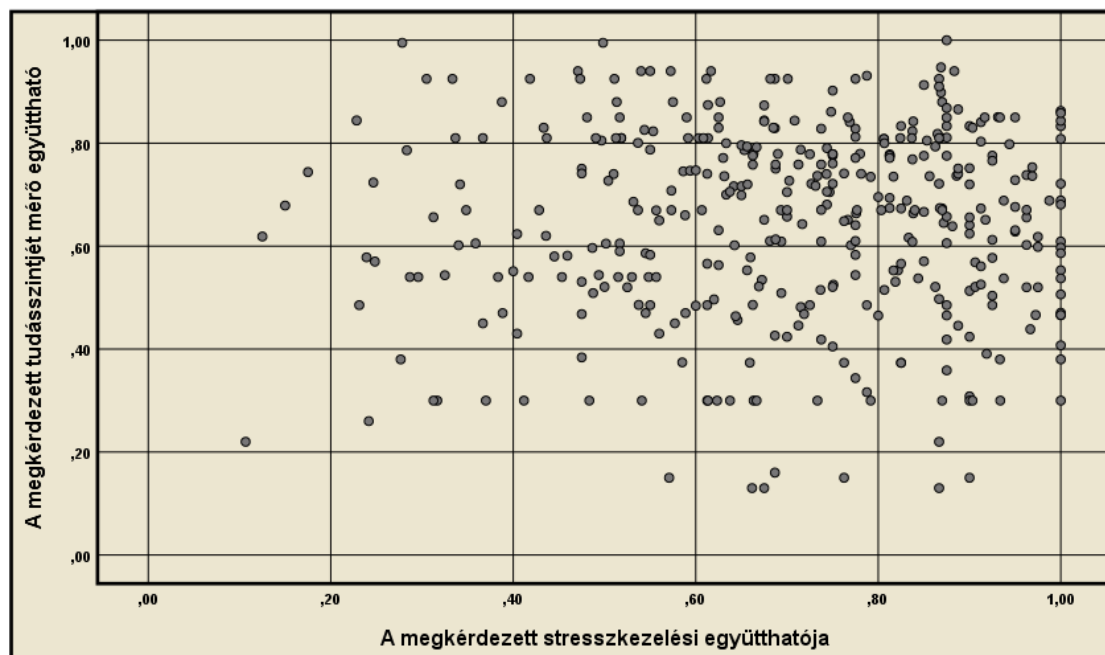
A nemek közötti szembeötlő a különbség: míg a férfiak sokkal nagyobb arányban érzik magukat nyugodtnak (nők: 36,5%, férfiak: 53,9%), addig a szorongás tekintetében fordított az arány, ahol a nők felülreprezentáltsága figyelhető meg (nők: 16,6%, férfiak: 5,9%). A két nem között az eltérés abban a tekintetben is megmutatkozik, hogy a férfiaknál mindösszesen 2-3% a rendszeresen szorongást megélők aránya, míg ugyanez a szám a nők esetében 10% körül mozog. A szorongás érzete leginkább azzal magyarázható, hogy a nők sokkal nehezebben tudják kezelni a stresszel járó helyzeteket, és gyakran inkább háritó mechanizmusokba menekülnek. Az egyetemisták az oktatási rendszerekben való tanuláson kívül a mindennapok során is gyakran érznek stresszt, hiszen a magánélet szintén lehet komolyabb szorongás forrása. A megjelenéssel való elégedetlenség, az emberektől való félelem vagy éppen egy korábbi, elfojtott esemény gyakorta kihat a fiatalok lelki állapotára. A vizsgastresszhez képest a magánéleti

stresszorok kapcsán kedvezőbb adatokat kaptam. Az egyetemisták átlagosan a magánéletben 60-70%-ban nyugodtak, nagyjából 15-20%-ban éreznek eustresszt, míg a distressz aránya mintegy 20%, amelyből 15%-ot képvisel a feszültség és csupán csak 5%-ot a szorongás. A megkérdezettek túlnyomó többsége 50-90%-ban kiegyensúlyozott, míg csupán 3% a rendszeresen szorongók aránya. A vizsgastresszhez képest nemek közötti reláció is megváltozott némiképp, hiszen a szorongás vonatkozásában a két nem között nem látható számottevő eltérés. A nyugalmi állapotban lévők között továbbra is a férfiak felölreprezentáltsága figyelhető meg.

A megfigyelések és a kérdőíves felmérések kölcsönösen igazolják egymást, ugyanis minden megközelítésből alátámasztást nyer, hogy a fiatalok labilisabbnak tartják magukat a vizsgák előtt és alatt. A vizsgastressz és a magánéleti stressz adatait összegezve kapjuk meg a stresszt értékelő együtthatót. Az egyetemisták nagy részének a stressz nem okoz különösebb problémát, mégis viszonylag kevesen vannak azok, akik minden esetben felül tudnak emelkedni a feszültségeken. A válaszadók 32,4%-a kiegyensúlyozottnak tekinthető, míg a megkérdezettek további 40%-a pedig olyan lelki állapottal rendelkezik, amely hosszabb távon akár számottevően javulhat is.

A stressz tekintetében korábban már megmutatózó nemek közötti eltérés továbbra is fennáll, ugyanis a férfiak mintegy 40-45%-a jól tudja kezelni a stresszt, míg a nőknél ugyanez az arány mindössze 20-25% között mozog. A stresszkezelést mutató együttható értéke alapján komolyabb stresszkezelési problémával küzd a nők 30-35%-a, míg a férfiak közül csak 10-15% hajlamos feszültebb helyzetben komolyabb teljesítményromlásra.

A tudásszintet és az azt befolyásoló tényezőt, a stressz együttesen ábrázolva a következő ábrát kapjuk eredményül.



1. ábra: A stresszkezelés és a tudásszint együttes ábrázolása

Az adatokat összefüggéseiben vizsgálva választ kaphatunk a kutatás kérdésére, miszerint a stressz milyen mértékben befolyásolja a lexikai ismereteket és a szakmai jártasságot a fővárosi egyetemista hallgatók körében.

A stresszkezelésre vonatkozó együttható és a tudásszintet mérő koefficiens közötti kapcsolatot számos alkalommal lefuttattam. Elsőízben az egész mintára vetítve vizsgáltam meg az összefüggést, majd utána részmintákat képeztem.

1. táblázat: A stresszkezelés hatása az egyetemi hallgatók tudásszintjére

Szűrés feltétele	B0	B1	Sig	R2
Férfiak	0,641	-0,004	0,960	0,000
Nők	0,615	0,058	0,389	0,003
Együtt	0,634	0,019	0,687	0,000

Szűrés feltétele	B0	B1	Sig	R2
1. számú egyetem	0,777	-0,154	0,239	0,022
2. számú egyetem	0,625	-0,070	0,485	0,005
3. számú egyetem	0,626	0,090	0,178	0,014
4. számú egyetem	0,613	0,069	0,618	0,007
5. számú egyetem	0,506	0,205	0,161	0,039

Szűrés feltétele	B0	B1	Sig	R2
Egyetem=1, nők	0,601	0,123	0,511	0,011
Egyetem=1, férfiak	0,987	-0,435	0,064	0,147
Egyetem=2, Nők	0,739	-0,230	0,179	0,043
Egyetem=2, Férfiak	0,515	0,068	0,595	0,005
Egyetem=3, Nők	0,598	0,142	0,132	0,027
Egyetem=3, Férfiak	0,655	0,037	0,710	0,003
Egyetem=4, Nők	0,639	0,014	0,951	0,000
Egyetem=4, Férfiak	0,615	0,094	0,577	0,027
Egyetem=5, Nők	0,444	0,258	0,134	0,065
Egyetem=5, Férfiak	1,204	-0,589	0,065	0,223

A teljes mintára vonatkozóan arra az eredményre jutottam, hogy nincs statisztikailag értelmezhető összefüggés a két tényező között. Hasonló következtetésre jutottam abban az esetben is, amikor az elemzést külön csak a nőkre, illetve csak a férfiakra vetítve végeztem el. Minden jel arra utal, hogy a korreláció egyetlen egyetemen sem áll fenn. A stresszkezelést és a tudást mérő együtthatók között csak feltételesen fedezhető fel némileg a korreláció. Ez alapján jól látszik, hogy a közgazdászok és az orvostanhallgató férfiak körében érvényesülni látszik az összefüggés, miszerint minél jobban kezeli valaki a stresszt, annál megbízhatóbbak a szakmai ismeretei, illetve nagyobb az általános műveltsége.

A kapcsolatvizsgálatot nem csupán a két koefficiens között vizsgáltam. A hallgatók készségeinek értékelése során a kapott együtthatókat kategóriákba soroltam, amely kategóriák alakulását szintén megvizsgáltam. A férfiaknál azoknak a hallgatóknak legnagyobb a tudása, akik közepesen jól tudják kezelni a feszült helyzeteket, míg a nőknél érvényesülni látszik az összefüggés, hogy minél jobban kezeli valaki a stresszt, annál nagyobb tudásbázissal rendelkezik. Ugyan az eltérés mérsékelt, mégis kategóriákra bontva a mintát, észrevehető.

A kvantitatív elemzés rámutatott arra, hogy a stressz jellemzően inkább a lexikai tudásra van nagyobb hatással. A szorongás mértéke és az általános műveltség közötti kapcsolat több esetben statisztikailag is számottevő. A női közgazdász hallgatók és a férfi orvostanhallgatók körében egyaránt érvényesül az összefüggés, miszerint a stressz kihat a tudásszintjükre. Mind a két esetben a kapcsolat szignifikánsnak tekinthető.



#### 4. Következtetések, javaslatok

A kutatás eredményei bebizonyították, hogy jelenleg nincsenek kellőképpen kiemelve a személyi kompetenciák, a jellemvonások. A szakismereteket és az általános műveltséget több tényező is befolyásolhatja, így például a stressz is. Ugyan e tanulmányban csak egy kérdőíves felmérés eredményeit mutattam be, azonban a téma kapcsán számos egyéb kvantitatív és kvalitatív kutatást végeztem. Mindezeket figyelembe véve a következő változási javaslatokat fogalmaznám meg:

1. *A lexikális tudásra vonatkozó teszt egyértelműen rámutatott, hogy a modern egyetemisták számára a tudásanyag megszerzése egyet jelent a vizsga teljesítésével. A kutatásaim során számtalan alkalommal találkoztam azzal, hogy az egyetemisták a „vizsga másnapján” már semmire nem emlékeztek az anyagból. Erre alapozva optimális lenne a klasszikus vizsgákat eltörölni és helyette olyan számonkérési rendszert kellene bevezetni, amelynek az alapja a folyamatos teljesítés és a magabiztos tudás.*
2. *A rendszerváltás utáni években születettek látszólag sokkal gyakrabban küzdenek mentális betegségekkel, éppen ezért a felsőoktatásba való kerülésénél és az ott tanulás során ezt is célszerű lenne figyelembe venni. Biztosítani kell azt, hogy az egyetemeken végzett fiatal bármikor képes legyen tudásának legjavát adni, vagyis „vizsgahelyzetben” nem blokkol le és nem szorong. Az egyetemi diploma kézhezvétele előtt meg kell bizonyosodni arról, hogy a végzős képes uralkodni érzelmein és tudását képes feszült helyzetben is kamatoztatni. Az egyetemi képzés mellett ápolni kell a hallgatók mentális állapotát is abból a célból, hogy azok számára, akik úgy érzik, szükségük van erre, lehetőséget kapjanak a feszültségeik kezelésére.*

A kutatás tehát rávilágított arra, hogy a tudásszint többek között függhet a stressztől is. Jóllehet, a tudásbázis növelése számos más tényező akadályozza, azonban a lelki tényezők figyelembevétele nem csak a munkaerőpiaci teljesítmény miatt lenne fontos, hanem az jövő értelmiségi rétegének jólléte miatt is. Az érzelmi intelligencia a munkavégzés mellett kihat a családi életre, a kortárs kapcsolatokra és a jövőképre is. Ugyan a felmérés eredményének értelmében nem csupán a lelki tényezők fontosak, mégis kifejezetten üdvös lenne a fiatalok szorongásainak kezelése és egyáltalán az érzelmi világuk felé fordítani a figyelmünket.



## Biostimulátorok alkalmazása a kukoricatermesztésben

Jakab Péter<sup>1</sup> – Ódry Levente<sup>1</sup> – Sárvári Mihály<sup>2</sup> – Csontos Györgyi<sup>1</sup> – Komarek Levente<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem, Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely

<sup>2</sup> Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Debrecen

jakab.peter@mgk.u-szeged.hu

### Összefoglalás

Kísérletünkben 3 biostimulátor készítményt és azok kombinációinak a hatását vizsgáltuk a kukoricatermesztésben. A terméseredmények mellett vizsgáltuk a kukoricaszem fehérje-, és keményítőtartalmának a változását, továbbá ökonómiai értékelést is végeztünk. A vizsgálatokat az SZTE Tangazdaság Kft. területén végeztük 2019-ben három ismétléses véletlen blokk elrendezésű kispárcellás szántóföldi kísérletben. A vizsgálat talaja réti csernozjom talaj volt, amely a makroelemek tekintetében jó illetve igen jó ellátottságú volt. A talaj Zn tartalma viszont alacsony volt, amely a kukorica számára nagyon fontos mikroelem. A vizsgált biostimulátorok a következők voltak: Algafix, Amalgerol és Fitohorm Turbo Zn. A készítményeket önmagukban és egymással kombinálva is kijuttattuk. A vizsgált évben a kukorica tenyészidejében 76 mm-rel több csapadék hullott az 50-éves átlaghoz képest, így kedvező év volt a kukorica számára. A kontroll kezelés termése 9,90 t/ha volt, míg a biostimulátorok hatására a termés 10,40-10,90 t/ha között változott. Az alkalmazott készítmények nem növelték szignifikánsan a kukorica termését. A kezelések hatására növekedett a kukoricaszem fehérje tartalma is, de ez sem volt statisztikailag igazolható. Az ökonómiai értékelés azt mutatta, hogy valamennyi kezelés többletbevételt eredményezett a kezeletlen parcellához képest. Az eredményeink alapján javasoljuk a biostimulátorok alkalmazását a kukoricatermesztésben.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A kukorica (*Zea mays* L.) a világon az egyik legfontosabb takarmánynövény. Hazánkban korábban 1,2-1,3 millió hektáron termesztették, az utóbbi években a vetésterülete részben a világszintű túltermelés és az emiatt kialakult alacsony piaci ár miatt 1,1 millió ha alá csökkent. Alkalmazása széleskörű, élelmiszer-, takarmány-, és ipari növényként is termesztik és hasznosítják. A biológiai alapok folyamatos fejlesztésének köszönhetően a faj potenciális termőképessége folyamatosan növekszik. Hazánkban a környezeti tényezők szélsőségeinek erősödése miatt a termésátlagok csupán csekély emelkedést és nagyfokú instabilitást mutatnak (Könczöl, 2018; Nagy, 2021; Pepó, 2021).

A kukorica tápanyagigénye nagy. Jelentős mennyiségű nitrogént igényel, ami a nagy vegetatív felület kialakításához szükséges, továbbá a kálium igénye is nagy. A foszfor is fontos makroelem, amely a fontos a gyökérzet és a kukoricaszem fejlődése szempontjából. A mezoelemek közül a kalcium és a magnézium, a mikroelemek közül a cink a legfontosabb a kukorica számára (Láng, 1976; Bocz, 1976; Pepó és Sárvári, 1999; Kristó, 2004; Nagy, 2007; Pepó és Csajbók, 2013; Monostori, 2014; Dóka és Szabó, 2014; Kincses és Balláné, 2017; Sárvári, 2018; Nagy, 2021).

A biostimulátorok olyan természetes vagy mesterséges anyagok, amelyek különböző módokon használhatók fel (mag felületére, a növényzetre vagy a talajba kijuttatva). Ezek az anyagok olyan változásokat eredményeznek a növények anyagcsere folyamataiban, melyek hatására fokozódik az abiotikus stresszhatásokkal szembeni ellenállóság, továbbá hatással vannak a növekedésre valamint a termés mennyiségére és minőségére. További előnyük az, hogy alkalmazásukkal csökkenteni lehet a felhasznált műtrágyák mennyiségét (Hoffmann et al., 2014; Timac Agro Hungaria, 2020).

A levélen keresztüli növénytáplálás a modern növénytermesztés új technológiai lehetősége, amely közvetlen hatást gyakorol a növény fiziológiai folyamataira. A talaj a tápelemek felvételében közvetítő szerepet játszik, emiatt a tápelemek felvehetőségét a talajok fizikai és kémiai tulajdonságai nagymértékben befolyásolják. Vizsgálatukban algatartalmú biostimulátor levéltrágya kezelést alkalmaztak a kukorica 8 leveles fejlettségi állapotában. Kutatási eredményeik alapján megállapították, hogy az algakezelés több mint 0,6%-kal növelte a szemtermés fehérjetartalmát és 10-11%-kal a termés mennyiségét (*Illés és mtsai, 2020*).

A MACC-612 *Nostoc piscinale* cianobaktérium kezelés kukorica növény esetében a kontrolltól nagyobb termést eredményezett. A kezelések növelték a csövek hosszát és az 100-mag tömeget és bizonyos esetben a csóátmérőt is (*Takács és mtsai, 2020*).

A biostimulátor levéltrágyázás hatására a kukorica termésmennyisége növekedett, azonban ez nem volt statisztikailag igazolható. A kezelések a termésképző elemek közül az ezerszem-tömeget is növelték (*Jakab et al., 2016; Jakab és Komarek, 2017; Jakab et al., 2017*).

## 2. Anyag és módszer

Vizsgálatunkat az SZTE Tangazdaság Kft területén végeztük 2019-ben. A kísérlet talaja réti csernozjom talaj volt. A talaj közel semleges kémhatású, nitrogénben jó, foszforban és káliumban pedig igen jó ellátottságú volt. A talaj Zn tartalma viszont alacsony értéket mutatott.

A szántóföldi kisparcellás kísérlet 3 ismétlésben véletlen blokk elrendezésben volt beállítva. A parcellák mérete 15,2 m<sup>2</sup> volt. Az elővetemény őszi búza volt. A tápanyagellátás során 2018 őszen 35 t/ha istállótrágyát, 2019 tavaszán pedig 200 kg/ha karbamidot juttattunk ki. A vetés 2019. április 4-én történt, a tesztnövény a Sushi (FAO 340) kukoricahibrid volt. A vetést követően posztemergens gyomirtás történt.

A biostimulátor készítményeket háti permetezővel juttattuk a gyártók által ajánlott dózisban a kukorica 6-8 leveles állapotában.

Az alkalmazott biostimulátor készítmények az alábbiak voltak:

Algafix, mikrobiológiai biostimulátor, amely balatoni algát tartalmaz, mely citokinint termel, ezáltal segíti a növények hajtásának növekedését.

Amalgerol, amely egy összetett készítmény. Tartalmaz növényi kivonatokat, növényi illóolajokat és ásványi olajokat.

Fitohorm Turbo Zn, cinket tartalmaz, amely a kukorica a legfontosabb mikroelem.

A kukoricaszem fehérje- és keményítőtartalmát Mininfra 2000 T gyorsselező műszerrel mértük meg.

A statisztikai vizsgálatok elvégzéséhez egyszempontú varianciaanalízist (ANOVA) és Tukey-tesztet alkalmaztunk.

2019-ben a kukorica tenyészidejében lehullott csapadék 76 mm-rel meghaladta a sokéves átlagot, amely kedvező feltételeket biztosított a kukorica növekedése és fejlődése számára (*I. táblázat*).

1. táblázat: A kukorica tenyészedjében lehullott csapadék mennyisége (Hódmezővásárhely, 2019)

Hónap	Csapadék (mm)	Sokéves átlag csapadék (mm)	Eltérés az átlagtól (mm)
Április	49	41	8
Május	141	51	90
Június	67	72	-5
Július	52,4	50	2,4
Augusztus	38,6	57	-18,4
Szeptember	33	34	-1
Összesen	381	305	76

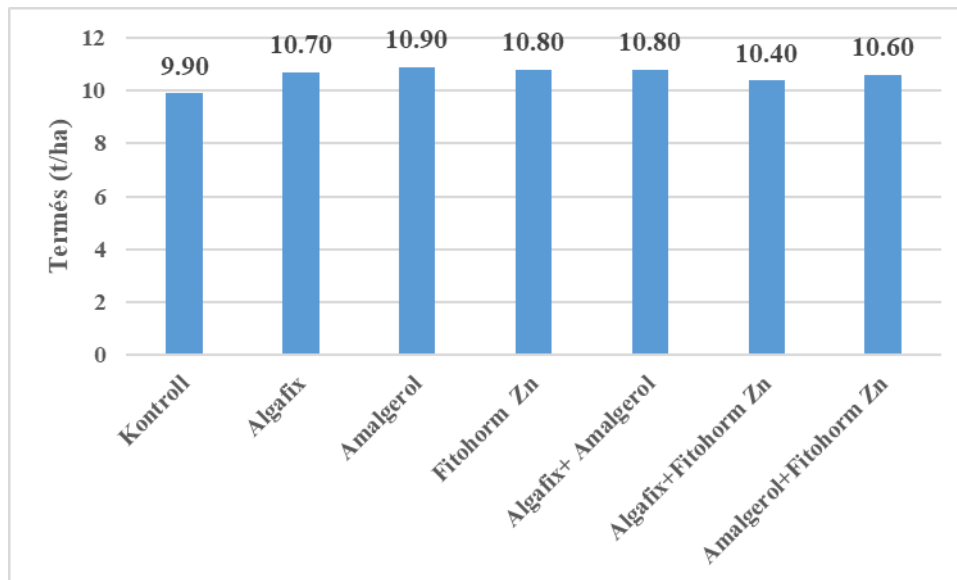
### 3. Eredmények és értékelésük

A kontroll kezelésben mért termés 9,90 t/ha volt. Ehhez képest nagyobb terméseket kaptunk valamennyi biostimulárral kezelt parcellákon (10,40-10,90 t/ha) (1. ábra).

A kontroll parcella termésétől való eltérés azonban egyik kezelés esetében sem volt statisztikailag igazolható.

Amennyiben a biostimulátorokat önmagukban alkalmaztuk, 0,8-1 t/ha terméstöbbletet mérünk a kontroll kezeléshez képest. A legnagyobb termésmnövekedést 1 t/ha-t az Amalgerollal történő kezelés eredményezte.

Amennyiben kombináltan alkalmaztuk a biostimulátorokat, 0,5-0,9 t/ha terméstöbbletet értünk el a kezeletlen parcella terméséhez képest. A legnagyobb termésmnövekedést 0,9 t/ha értéket az Algafix + Amalgerol kezelés eredményezte.



Vizsgáltuk a biostimulátor készítmények hatását a kukoricaszem fehérje-, és keményítőtartalmára. A kezeletlen parcellában 5,9% fehérjetartalmat mértünk. A biostimulátor kezelésekre hatására nőtt a kukoricaszem fehérjetartalma. A legnagyobb értéket, 6,84%-ot az Amalgerollal kezelt parcellában mértük. Mint azt a 2. táblázat szemlélteti, valamennyi biostimulátor kezelésben 6% feletti volt a kukoricaszem fehérjetartalma, a legtöbb esetben 6,5% körüli értékeket kaptunk.

A keményítőtartalom a kontroll kezelésben mutatta a maximális értéket, 73,13%-ot. A biostimulátor kezelések hatására kismértékű csökkenést tapasztaltunk. Sem a fehérje, sem pedig a keményítőtartalom esetében a kontroll kezeléshez képesti változások nem voltak statisztikailag igazolhatóak.

2. táblázat: A biostimulátor kezelések hatása a kukoricaszem fehérje-, és keményítőtartalmára

Kezelések	Fehérjetartalom (%)	Keményítőtartalom (%)
<b>Kontroll</b>	5,9	73,13
<b>Algafix</b>	6,76	71,87
<b>Amalgerol</b>	6,84	72,30
<b>Fitohorm Turbo Zn</b>	6,63	72,23
<b>Algafix+Amalgerol</b>	6,43	72,10
<b>Algafix+Fitohorm Turbo Zn</b>	6,69	72,23
<b>Amalgerol+Fitohorm Turbo Zn</b>	6,67	72,00
<b>SZD5%</b>	<b>nem szignifikáns</b>	<b>nem szignifikáns</b>

Meg szeretnénk volna tudni azt is, hogy a kezelések hatására bekövetkezett termésmenövekedés mekkora árbevétel növekedéssel jár a kezeletlen parcellákhoz képest, megéri-e alkalmazni a biostimulátor készítményeket a gyakorlatban.

A számításaink azt mutatták, hogy a biostimulátor kezelések gazdasági hasznot eredményeztek az adott hibrid esetében. A kezeletlen parcellához képest bekövetkezett termésmenövekedés 12700-31100 Ft/ha többlet bevételt biztosíthat a gazdálkodók számára.

Kezelések	Termés (t/ha)	Terméstöbblet (t/ha)	Profit (Ft/ha)
<b>Kontroll</b>	9,90	-	-
<b>Algafix</b>	10,70	0,8	<b>26600</b>
<b>Amalgerol</b>	10,90	1,0	<b>30000</b>
<b>Fitohorm Turbo Zn</b>	10,80	0,9	<b>31100</b>
<b>Algafix+Amalgerol</b>	10,80	0,9	<b>23600</b>
<b>Algafix+Fitohorm Turbo Zn</b>	10,40	0,5	<b>12700</b>
<b>Amalgerol+ Fitohorm Turbo Zn</b>	10,60	0,7	<b>16100</b>

#### 4. Következtetések, javaslatok

Összességében az alkalmazott biostimulátor kezelések kedvező hatást gyakoroltak a vizsgálatban szereplő kukorica hibrid termésmennyiségére és a kukoricaszem fehérjetartalmára. Illés et al. (2020) vizsgálatai alapján a *Nostoc piscinale* biostimulátor levéltrágya 10-11%-kal növelte a kukorica termésmennyiségét és több mint 0,6%-kal a szemtermés fehérjetartalmát. A kutatásunkban hasonló eredményeket tapasztaltunk mind a termésmenövekedés, mind pedig a fehérjetartalom tekintetében. A biostimulátorokat önmagukban alkalmazva 0,8-1 t/ha, míg egymással kombinálva kijuttatva 0,5-0,9 t/ha terméstöbbletet tudtunk realizálni. A kukoricaszem fehérjetartalma 0,53-0,94%-kal növekedett a kezelések hatására. Sem a termésmenövekedés, sem pedig a fehérjetartalom növekedése a kontroll kezeléshez képest nem volt statisztikailag igazolható.

Az ökonómiai számítás eredményei azt mutatták, hogy a biostimulátorok alkalmazása jelen esetben megtérült. Kutatási eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a biostimulátor levéltrágyakezelések hatékonyan egészíthetik ki a talajon keresztül történő növénytrágyázást, bár ennek a hatását hibridspecifikusan és több és eredményei alapján szükséges tovább pontosítani.

## 5. Felhasznált irodalom

- Bocz E.* (1976): Trágyázási útmutató. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 257.
- Dóka L. – Szabó A.* (2014): The effect of fertilization and some agrotechnical elements on maize yield. *Növénytermelés* 63: Supplement 23–26.
- Hoffmann R. – Varga Cs. – Karika A.* (2014): Levéltrágyázás a gyakorlatban. *Agrárium*. 24 (8): 69–72.
- Illés Á. – Bojtor Cs. – Ördög V. – Nagy J.* (2020): Nostoc piscinale biostimulátor levéltrágya kezelés hatása a kukorica prolintartalmára, relatív víztartalom (RWC) értékére, termésmennyiségére és annak fehérjetartalmára. *Növénytermelés*. 69. 5–20.
- Jakab P. – Zoltán G. – Komarek L.* (2016): The effect of foliar fertilization on the yield and generative factors of maize. *Review on Agriculture and Rural Development*. 5. 1-2. 158–161
- Jakab P. – Komarek L.* (2017): The effect of foliar application on different technological and economical parameters of maize. *Infrastructure and Ecology of Rural Areas, Krakow* 3: (1) 923–934.
- Jakab P. – Zoltán G. – Festő D. – Komarek L.* (2017): Investigation of foliar fertilization in maize production. *Advanced Research in Life Sciences*, 1 (1): 1–6.
- Kincses Sándorné – Balláné Kovács A.* (2017): Biokészítmények hatása a fiatal kukoricánövény és a talaj tápanyag-tartalmára. *Növénytermelés* 66. 4. 65–81.
- Könczöl P.* (2018): Az állománysűrűség hatása a kukoricahibridek terméseredményeire, illetve a termés-komponensekre. Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei. Debrecen, 38.
- Kristó I.* (2004): Növénytermesztés II. A gabonafélék termesztése. Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely, 168.
- Láng G.* (1976): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 125–153.
- Monostori T.* (2014): Crop production. Szegedi Tudományegyetem Mezőgazdasági Kar, Hódmezővásárhely, 133.
- Nagy J.* (2007): Kukoricatermesztés. Akadémia Kiadó, Budapest. 393.
- Nagy J.* (2021): Kukorica. A nemzet aránya – Élelmiszer, takarmány, bioenergia. Szaktudás Kiadó, Budapest. 516.
- Pepó P.* (2021): fejlesztési lehetőségek a hazai kukoricatermesztésben. *Agrofórum*. 10–15.
- Pepó P. – Csajbók J.* (2013): Integrated Crop Production I. [https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011\\_0009\\_Pepo\\_Peter\\_Csajbok\\_Jozsef-Integrated\\_Crop\\_Production\\_I/ch08s05.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011_0009_Pepo_Peter_Csajbok_Jozsef-Integrated_Crop_Production_I/ch08s05.html)
- Pepó P. – Sárvári M.* (1999): Növénytermesztési alapismeretek, DATE, Debrecen. 30–39.
- Sárvári M.* (2018): Technological development of sustainable maize production and its effect on the yield stability. *Agrár-tudományi Közlemények/Acta Agraria Debreceniensis* 150. 378–388.
- Takács G. – Pöthe P. – Gergely I. – Molnár Z. – Nagy J. – Ördög V.* (2020): A Nostoc piscinale cianobaktérium biostimuláns hatása a Zephir kukorica hibridre – Mosonmagyaróvár. *Növénytermelés* 69. 1. 95–113.
- Timac Agro Hungária* (2020): De mi is az a biostimulátor? <https://hu.timacagro.com/2020/09/10/de-mi-is-az-a-biostimulator/>





## Fajtaválasztás és növénykondicionálás hatása őszi búza termés mennyiségére és minőségére Bács-Kiskun megyei üzemi termesztésben

Paladián Robin – Lepossa Anita

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Georgikon Campus, Keszthely  
rooba6@gmail.com

### Összefoglalás

Jelen dolgozat esettanulmány, melynek során egy dunavesei gazdálkodó, Bolyó József által öt különböző táblán (G, M, K, L, S) 2020-2021. tenyésztési időszakban termesztett két javító minőségű őszi búza fajta (Mv Nádor, Genius) termés mennyiségét és minőségét elemeztük. Az Mv Nádor állományainak (G, M) előveteménye őszi káposztarepce volt, míg a három Genius-tábla előveteménye napraforgó (K), kukorica (L), illetve őszi káposztarepce (S). A gazdálkodó valamennyi táblát azonos tápanyagellátásban részesítette, és azonos agrotechnikát alkalmazott a termesztés során. A kezelést az általa két leggyengébbnek tartott területre (M, L) kijuttatott Amalgerol növénykondicionáló készítmény egyszeres, illetve kétszeres dózisa jelentette. A Genius fajta termésátlaga a három táblán 7,0 t/ha volt, míg a nagyobb ezerszemtömegű Mv Nádor fajttal vetett két táblán egyaránt 6,8 t/ha hozamot ért el a gazdálkodó, ezzel 14-21%-kal meghaladva a 2021. évi megyei termésátlagot. Az aszályos tavaszi időjárás miatt négy adagban megosztott nitrogén fejtrágyázások mind a termés minőségére, mind mennyiségére kedvezően hatottak. A kétszeri Amalgerol-kezelésre (L) a Genius fajta mintegy 3%-kal nagyobb hozammal, nagyobb ezerszemtömeggel és egyértelműen jobb minőséggel (nagyobb fehérje- és sikértartalom, Zeleny-szám) reagált. Az Mv Nádor esetében az egyszeri Amalgerol-kezelés (M) nem növelte kimutathatóan a termésátlagot, azonban a búzaminőségi paramétereket (Emt, fehérje, Zeleny-szám, sikértartalom) kis mértékben itt is javította.

### 1. Bevezetés és irodalmi áttekintés

A búza Földünk legnagyobb termőterületet foglaló növénye. Az utóbbi öt év átlagában évi 217 millió hektárt meghaladó termőterületen, közel 3,5 t/ha termésátlaggal több mint évi 750 millió tonna búzát termel az emberiség (FAO, 2016-2020). Népszerűségének alapvető oka a gabonaszemek élelmezésben kedvező hatású szénhidrát/fehérje aránya, jó ökológiai alkalmazkodóképessége következtében a legkülönbözőbb éghajlaton, és teljes gépesítettség mellett gazdaságos termesztetősége, valamint az előállított termés hosszú időn keresztül jó tárolhatósága (Barabás, 1987). A termesztett búzafajok közül legelterjedtebb a közönséges búza (*Triticum aestivum* L.), mely a világ vetésterületének 91-93%-át foglalja el (Pepó, 2019). Hazánkban a faj őszi változata a jelentősebb, termőterülete évente kb. egymillió hektár, a termésátlagok folyamatosan növekednek, 2021-ben kiugró 5,97 t/ha országos átlag született (KSH, 2022). A hazai és exportigények kielégítéséhez a mennyiségi elvárások mellett a piac igényli a minőség javítását is. Az elmúlt évtizedekben a búzatermesztés hazánkban is nagyarányú fejlődésen ment keresztül az agrotechnikai változásoknak és a nemesítés eredményeinek köszönhetően. Míg a termésátlagokat tekintve a dunántúli megyék szerepelnek jobban, a jobb sütőipari minőség viszont az alföldi termőterületeken érhető el.

Az okszerű fajtaválasztás mellett a búzatermesztés során alkalmazott agrotechnika az, mellyel alapvetően befolyásolni lehet a minőség alakulását. Helyes agrotechnikával csökkenthetők, részben kiküszöbölhetők a kedvezőtlen ökológiai hatások. A megfelelő agrotechnika determinálja a jó sütőipari minőséget (Ragasits, 1998). A termőhelyi tényezők a búza minőségét sokféleképpen módosíthatják. Míg a tájhatások adottak, hatásuk száraz és csapadékos évszakban is érvényesül kisebb-nagyobb mértékben, addig az agrotechnikai tényezők okszerű megválasztásával tudatosan befolyásolhatjuk a búza minőségét. A vízhiányon alapuló minő-

ségcsökkenést azonban a talaj kiváló minősége sem tudja mérsékelni. Az agrotechnikai tényezők közül a legjelentősebb hatása a műtrágyázásnak van a búza termésmennyiségére és sütőipari minőségére (Polhammerné, 1981; Jolánkai, 1985; Ruzsányi, 1985; Győri – Győriné Mile, 1998). A búza tápanyagigényes, főként nitrogénre kiváló tápanyag-indikátor növény, hiányát gyenge fejlődés, világoszöld levélszín jelzi. Főként szerves formában gyökéren keresztül veszi fel, de aszályos évjáratban egyre nagyobb jelentőségű, hogy képes szerves nitrogénvegyületek levélen keresztüli felvételére is (Pepó, 2019).

A búza minőségvizsgálata és az ez alapján történő minősítés igen fejlett, hiszen nagy tömegben termelt árurol van szó, melynek minősége a további felhasználás szempontjából nagy jelentőségű. A világ országaiban számos vizsgálatot alkalmaznak, melyek közül a legjellemzőbbek a hektolitertömeg, nedvességtartalom, ezerszemtömeg, acélosság, hamutartalom, nyersfehérje, nedves siker mennyisége és területe, farinográfus ill. alveográfus érték, esés-szám, szedimentációs érték stb. (Győri – Győriné Mile, 1998). A búza hektoliter tömegéből a kiőrölhetőségre lehet következtetni, ezért régebben a búza átvételénél ármeghatározó volt. A búza keménysége a gabonaszem deformációval szembeni ellenállásának a mérőszáma, nem azonos az acélosság fogalmával. Míg az acélos megjelenésű magbelső a kedvező agronómiai és ökológiai tényezők hatására bármilyen búzafajtánál kialakulhat, addig a keménység csak adott genetikai háttérű búzafajták örökletes tulajdonsága (Bedő, 2001). A búza, illetve a belőle öröklött liszt minőségét leginkább a siker mennyiségével és minőségével hozzák összefüggésbe. A siker mennyisége pozitív korrelációban van a fehérjetartalommal, ezért sok országban ez utóbbit határozzák meg. A siker mennyisége és minősége egymástól függetlenül öröklődik (előbbi variabilisabb tulajdonság), vagyis kevesebb sikerrel is lehet jó minőségű egy fajta (Bedő, 1993).

## 2. Anyag és módszer

Vizsgálataink alapját Bolyó József dunavecsei gazdálkodó 2020-2021. évi őszi búza termesztése képezte. A búzaminták mintegy 4 km sugarú kör mentén szórtan található táblákról (G, K, L, M, S) származtak. A Dunavecse környéki szántóterületek talajára jellemző a nagyfokú heterogenitás, jellemzően közepkötött, vályogos (átlagosan 40 KA, H% = 2,5, pH = 7,5). A táblák talaja réti csernozjom típusú. Az őszi búza tenyészidőszakában a csapadék eloszlása kedvezőtlen volt, az állományok a bokrosodás és szárbaindulás alatt hideg, aszályos időjárással találkoztak. A vizsgált búzaminták két fajtát képviselnek, termesztésükre vonatkozó fontosabb adatokat az 1. táblázatban foglaltuk össze. A repce betakarítását követően a G, M, S jelű táblák azonos talajművelést kaptak (gruberezés, kétszeri tárcsázás és hengerezés), a napraforgó és kukorica betakarítását követően a K-táblán a gruberezés előtt tarlóhántást végeztek. A területek tápanyagpótlása valamennyi táblán azonos volt. Vetés előtt 100-100 kg MAP és kálics került kiszórásra (12-52-60 kg NPK hatóanyag), amit október végén 100 L/ha Nitrosol (30 kg N hatóanyag) egészített ki. A tavaszi nitrogénpótlás 300 kg ammónium-szulfát (2021.02.12.) kiszórásával, valamint 3 alkalommal (2021.02.13.-04.11.) Nitrosol folyékony nitrogéntrágya kijuttatásával történt. A fentiekben túl tavasszal mikroelem pótlás is történt kelátképzőt is tartalmazó oldatműtrágyákkal (FitoHorm), mely biztosítja a mikroelemek levélen keresztül történő gyors és tökéletes felvételét. A kezeléseket a két vetett fajta egy-egy állományán végzett Amalgerol-permetezés képezte: az M-táblára egy alkalommal, az L-táblára két alkalommal került kijuttatásra 3 L/ha dózisban. A készítmény hazánkban régóta forgalmazott algakivonatot, növényi kivonatokot és illóolajokat, valamint ásványi olajokat tartalmazó növénykondicionáló. Tápelem tartalma legalább 0,2 m/m% N, és 0,3 m/m% K<sub>2</sub>O. Szántóföldi növények vetése előtt talajba dolgozva, vagy levélkezelésre 3-5 L/ha dózisban, max. 1%-os oldat kijuttatását javasolják (Haller és Ocskó, 2019).

1. táblázat: Vizsgált búzaminták állományának fontosabb termesztési adatai

tábla jele, mérete (ha)	kg/ha ill. L/ha	G (6,86)	M (2,68)	K (20,7)	L (2)	S (6)
vetés (2020.10.09.) / fajta	200	<i>Mv Nádor</i>		<i>Genius</i>		
permetezés (Nitroso+Agility)	100+1,2	2020.10.29				
műtrágyaszórás: ammónium-szulfát (N20%+S24%)	300	2021.02.12				
permetezés (Nitroso+FH Turbo Start+FH Turbo Cink)	80+3+1	2021.02.23				
permetezés (Nitroso+FH Bio gabona+FH Turbo Réz)	40+5+1	2021.04.01				
permetezés (Nitroso+Cycocel 750+Moddus Evo+Sumi Alfa 5EC+Keserűső)	20+1,2+0,3+ 0,2+10 kg	2021.04.11				
permetezés (Amalgerol)	3	-	2021.04.23	-	2021.04.23	-
permetezés (Moddus Evo+Mystic Pro 500+Sumi Alfa 5EC+Keserűső)	0,15+1+0,2+ 5kg	2021.05.12				
permetezés (Amalgerol)	3	-	-	-	2021.05.26	-
permetezés (Elatas Éra+Sumi Alfa 5EC+Karbamid 25kg+FH Turbo Mangán)	0,8+0,2+ 25kg+1,5	2021.06.01				
betakarítás, termésátlag (t/ha)		2021.07.08	2021.07.08	2021.07.07	2021.07.08	2021.07.08

Valamennyi táblán azonos vetőmagnormával elvetett két búzafajta: Mv Nádor (korai érésű, kiváló termőképességű és egyúttal jó malmi minőséget adó, tízéves magyar fajta (*Internet1*), illetve a Genius késői érésű, malmi minőséget adó, kiegyensúlyozott agronómiai tulajdonságokkal és kimagasló stressztoleranciával rendelkező, extenzív technológiában is használható, tizenegyéves német fajta (*Internet2*; Csapó, 2021).

Búza- és lisztminőség vizsgálatainkat (HL-tömeg, ezerszemtömeg, nedves siker, Zelenyszám) a MATE, NTTI, GEOC Terményvizsgáló Laboratóriumában végeztük 2021. szeptemberben. A magmintákat a vizsgálatokhoz 2,2 mm hasítékrosta segítségével tisztítottuk. Az ezerszemtömeg értékét MSZ 6354-2 (2001) szabvány szerint gépi magszámlálás módszerével (Pfeuffer Contador Seed Counter) mintánként három ismétlés átlagából határoztuk meg. A búzaminták beltartalmi paramétereit a laboratóriumban rendelkezésre álló két infravörös mérőkészülékkel (Perten Inframatic 9200, FOSS NIRSTM DS2500F) párhuzamosan végzett mérésekkel határoztuk meg. A termények gyors beltartalmi elemzésére (2. táblázat) alkalmas készülékek rendkívül pontos optikai NIR (közeleli infravörös mérés-) technológiát alkalmaznak a 850–2500 nm hullámhossz-tartományban. A műszerek búza-programja teljes magból vizsgál, a mérés alig egy percet vesz igénybe.

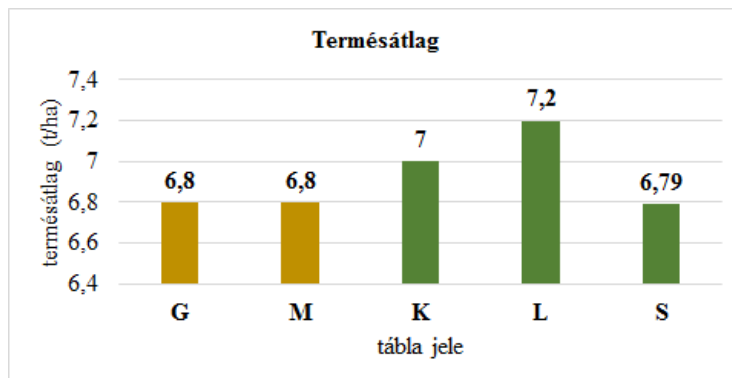
2. táblázat: NIR-készülékeinkkel vizsgálható paraméterek

Perten Inframatic 9200	FOSS NIRSTM DS2500
nedvességtartalom (%)	szárazanyag tartalom (%)
fehérje (%)	fehérje (%)
szemkeménység (%)	nyers zsír (%)
nedves siker tartalom (%)	nyers rost (%)
Zeleny-szám	hamutartalom (%)

Az adatok feldolgozásához, értékeléséhez, valamint eredményeink szemléltető bemutatásához Microsoft Office Excel 2016 programot használtunk.

### 3. Eredmények és értékelésük

A táblákról 2021. július 7-én (K) ill. 8-án (G, L, M, S) betakarított búza termésátlagok 6,79 és 7,2 t/ha között változtak (1. ábra).

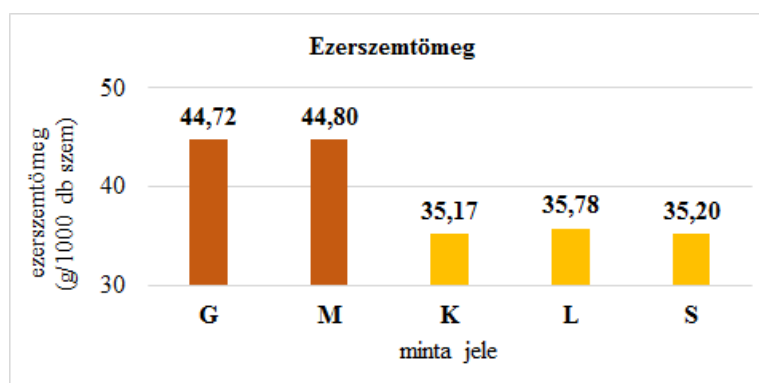


1. ábra: Búza termésátlagok

Legnagyobb hozamokat az L- és K-táblákon, napraforgó ill. kukorica elővetemény után, Genius fajtával érte el a gazdálkodó. A Genius fajtának a K, L, és S-táblákon elért termésátlaga 7,0 t/ha volt.

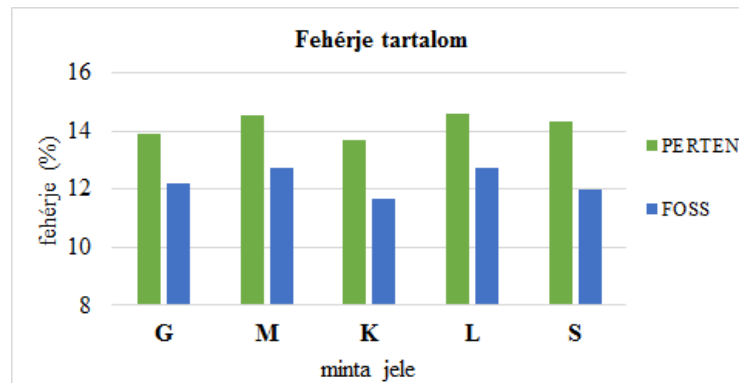
A két NIR-készülék által a mintákra megállapított nedvességtartalom értékek megegyeztek, a mintaátlag egyaránt 10,4%-nak adódott. A búzaminták negyed literes készülékkel három mérés átlagából megállapított hektoliter tömege 82,4 és 84,65 kg/HL között változott, ami prémium malmi minőségnek felel meg. Legnagyobb értéket a G-mintánál, legkisebbet az S-mintánál kaptuk. Az Mv Nádor fajta átlagos HL-tömege 84,1 kg/HL volt, meghaladva a Genius fajta értékét (82,95 kg/HL).

A gépi magszámlálással meghatározott minták ezerszemtömege 34,25 és 44,95 g között változott. Az Mv Nádor fajta termése (G, M) 26%-kal haladta meg a Genius fajta ezerszemtömeg értékét (2. ábra). A Genius-minták (K, L, S) átlagos ezerszemtömegében (35,38 g) nem volt jelentős eltérés, mind közül az L minta ezerszemtömege volt a legnagyobb, ugyanakkor a többihez képest magasabb nedvességtartalommal is rendelkezett (11,1%).



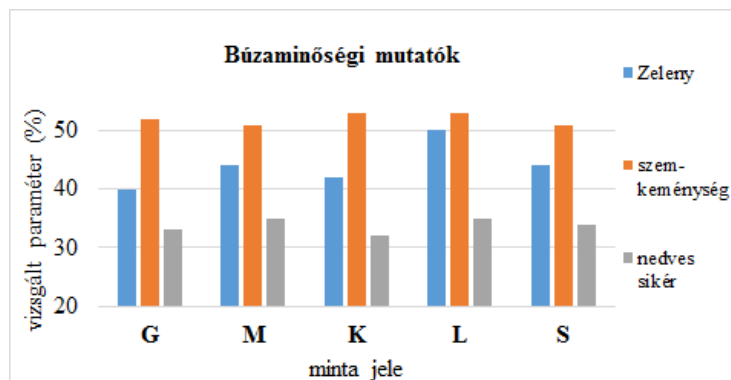
2. ábra: Búzaminták ezerszemtömege

A búzaminták gyorsvizsgálattal megállapított fehérjetartalma 11,5 és 14,7% között változott, a Perten NIR készülék szisztematikusan magasabb fehérje-értéket mutatott, mintegy 16%-kal meghaladva a Foss készülék által mért értékeket (3. ábra).



3. ábra: Búzaminták fehérjetartalma

A Perten készülékkel megállapított további búzaminőségi paraméterek (Zeleny-szám, nedves sikkér) alapján az L-minta kiemelkedett a többi közül (4. ábra).



4. ábra: Búzaminőségi mutatók

#### 4. Következtetések, javaslatok

A búza az előveteményekkel szemben nem túlzottan érzékeny. A három táblán (G, M, S) előveteményként szereplő őszi káposztarepce jó, míg a K és L-táblákon napraforgó, illetve korai szemes kukorica közepes elővetemény értékűek, minthogy csak szeptemberben kerültek le a területről, nagyobb mennyiségű szár- és gyökérmaradványt maguk után hagyva.

Az aszályos tavaszi időjárás miatt négy adagban megosztott nitrogén fejtrágyázások mind a termés minőségére, mind mennyiségére kedvezően hatottak. A 2021. évben Bács-Kiskun megyében elért 5,97 t/ha búzatermésátlagot a gazdálkodó a tábláin 14-21%-kal haladta meg (KSH, 2021). A Genius fajtával elért 0,2 t/ha-ral nagyobb termésátlagok háttérében azonban a 26%-kal kisebb ezerszemtömeg, és az azonos vetőmagnorma következtében mintegy egymillióval nagyobb hektáronként kivetett magszám feltételezhető.

Az április eleji fagyokra, és az egész hónapra jellemző hideg, száraz időre a Genius fajta érzékenyebbnek mutatkozott a magyar fajtával összehasonlítva. Az ekkor kiadott szárszilárdító (Cycocel 750) valószínűleg csak fokozta az érzékenységet. Az alsóbb leveleken jelentkező klorotikus tünetek a melegedő időjárás hatására javulást mutattak, és a zászlós levél kiterülésének időszakában (a szokottnál körülbelül 10-15 nappal később) az új leveleken már nem voltak megfigyelhetők.

A NÉBIH Genius fajtával 2011-2020 között végzett teljesítménykísérletei (Internet3) során a fehérje tartalom 12,6 és 15,0% között alakult, átlagosan 13,7% volt. A Perten készülékkel ennek a fajtának a mintáira meghatározott átlagos fehérjetartalom elfogadhatóbb, 14,2%, míg

a Foss készüléknél mért 12,1% értéke alacsonynak tűnik. A két NIR-készülék által adott eltérő fehérje-adatsor értelmezéséhez további vizsgálatok szükségesek. A Genius fajta mintáiból általunk mért búzaminőségi paraméterek szintén meghaladták a NEBIH-kísérletben mért tízéves átlagokat.

Az Amalgerol készítményt első alkalommal próbálta ki a gazdálkodó a két leggyengébbnek mutatkozó területén (L, M). A kétszeri kezelésre (L) a Genius fajta mintegy 3%-kal nagyobb hozammal, nagyobb ezerszemtömeeggel és egyértelműen jobb minőséggel (nagyobb fehérje- és sikértartalom, Zeleny-szám) reagált annak ellenére, hogy a tábla növényállománya kezdetben gyengének és ritkának mutatkozott.

Az Mv Nádor 2018-ban Agrár Innovációs Nagydíjban részesült mint piacvezető, intenzív, „tíztonnás” búzafajta (*Internet4*). A gazdálkodó ezzel a fajtával vetett két tábláján 6,8 t/ha termésátlagot ért el, az egyszeri Amalgerolos kezelés (M) látszólag nem növelte a termésátlagot, ugyanakkor a búzaminőségi paramétereket (Emt, fehérje, Zeleny, sikértartalom) kis mértékben javította.

## Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetüket fejezik ki Halász Adriennek a laboratóriumi vizsgálatokban való közreműködésért.

## 5. Felhasznált irodalom

- Barabás Z. (1987): A búzatermesztés kézikönyve. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 537.
- Bedő Z. (1993): Kalászos gabonák. MTA Mezőgazdasági Kutatóintézete, Martonvásár. 42.
- Bedő Z. (szerk.) (2001): A jó minőségű keményszemű búza nemesítése és termesztése. *Bedő Z. – Búvár G. – Matuz J.*, Martonvásár – Nádudvar – Szeged. 160.
- Csapó J. (2021): Nemzeti fajtajegyzék. Szántóföldi növények. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Budapest, 50.
- Győri Z. – Győriné Mile I. (1998): A búza minősége és minősítése. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest. 83.
- Haller G. – Ocskó Z. (2019): Növényvédőszer, termésmenvelő anyagok. Agrinex Bt., Budapest. 50.
- Internet1*: <http://martongenetics.com/termek/mv-nador/> (2022.05.08.)
- Internet2*: <https://www.agroinform.hu/szantofold/premium-buza-vetomag-51339-002> (2022.05.08.)
- Internet3*: <https://www.saaten-union.hu/index.cfm/article/10908.html> (2022.05.10.)
- Internet4*: <https://martongenetics.com/termek/mv-nador/> (2022.05.10.)
- Jolánkai M. (1985): Az öntözés és a műtrágyázás hatása néhány búzafajta minőségére. In: Bajai J. – Koltay Á. (szerk.): Búzatermesztési kísérletek 1970-1980. Akadémiai Kiadó, Budapest. 503–508.
- KSH (2022): A búza termelése megye és régió szerint. [https://www.ksh.hu/stadat\\_files/mez/hu/mez0071.html](https://www.ksh.hu/stadat_files/mez/hu/mez0071.html) (2022.05.08.)
- Pepó P. (szerk.) (2019): Integrált növénytermesztés 2. Alapnövények. Mezőgazda Lap- és Könyvkiadó, Budapest. 11–59.
- Polhammer E.né (1981): A búza és a liszt minősége. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. 203.
- Ragasits I. (1998): Búzatermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. 152.
- Ruzsányi L. (1985): A műtrágyázás hatása az őszi búza termésére öntözött és nem öntözött kísérletekben. In: Bajai J. – Koltay Á. (szerk.): Búzatermesztési kísérletek 1970–1980. Akadémiai Kiadó, Budapest. 519–534.

## A konferencia szervezői

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Georgikon Campus



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Állattenyésztési Tudományok Intézet



Magyar Tudományos Akadémia Pécsi Területi Bizottsága  
Állattenyésztési és Takarmányozási Munkabizottság



**MATE**  
MAGYAR AGRÁR- ÉS  
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

ISBN 978-615633807-5

