

# ÁLLATTENYÉSZTÉS és TAKARMÁNYOZÁS

2021. 70. 2

Alapítás éve: 1952

ÁLLATTENYÉSZTÉS – TARTÁS – TAKARMÁNYOZÁS



› Javaslat a gazdasági állatok keveréktakarmányainak maximális mikotoxin koncentrációjára

› A gyepre alapozott állattenyésztés szerepe napjainkban

› Angus x charolais hízóbikák és üszők hízekonysága és vágóértéke

› Led megvilágítás hatása a baromfitartásban

› Csirke embriók hőkondicionálásának hatása a hőstressztűrő képességre

› Carcass quality of intensively fattened hungarian merino and german mutton merino lambs

---

**TARTALOM - CONTENTS**

*Mézes Miklós - Kovács Melinda - Mesterházy Ákos:* Az MTA Agrártudományok Osztályának javaslata a gazdasági állatok keveréktakarmányainak maximális mikotoxin koncentrációjára (Proposal of the section of agricultural sciences of the Hungarian Academy of Science on the maximum mycotoxin concentration of the compound feed of farm animals) ..... 71

*Póti Péter - Gyuricza Csaba:* A gyepre alapozott állattenyésztés szerepe és az állattenyésztéssel kapcsolatos szemléletváltás szükségessége napjainkban (Present role of grassland based animal breeding and importance of change of attitude towards animal husbandry) ..... 82

*Holló Gabriella - Somogyi Tamás:* Azonos körülmények között hizlalt angus x charolais hízóbikák és üszők hízékonysága és vágóértéke (Fattening performance and slaughter value of angus x charolais bulls and heifers fattened under similar condition) ..... 106

*Pap Tibor István - Szabó Rubina Tünde - Drobnyák Árpád - Kovács-Weber Mária:* A baromfitartásban alkalmazott led megvilágítás hatásának összefoglaló elemzése (Irodalmi áttekintés) (Effects of led lighting in the poultry sector (A review)) ..... 123

*Kőrösiné Molnár Andrea - Balázs Bence - Kőrösi László - Balláné Erdélyi Márta - Gáspárdy András - Sjerps Annette - Bodnár Blanka:* Csirke embriók hőkondicionálásának hatása a hőstressztűrő képességre (Effect of prenatal heat condition on heat stress tolerance of chickens) ..... 133

*Abayné Hamar Enikő - Bokor Beáta - Szabó Rubina Tünde - Kovács-Weber Mária - Pajor Ferenc - Póti Péter:* Evaluation of selected parameters of carcass quality of intensively fattened hungarian merino and german mutton merino lambs (Intenzíven hizlalt magyar merinó és német húsmerinó bárányok egyes vágási tulajdonságainak értékelése) ..... 147

---

**2020-ban sikeresen megvédett MTA doktori értekezések összefoglalói – Summaries of DSC dissertations in the year of 2020..... 156**

**Címlap kép (Frontpage photograph)**

*Fusarium graminearum* penészgombával fertőzött kukorica (Fotó: Dr. Mézes Miklós)

Maize infected with *Fusarium graminearum* (Photo: Dr. Miklós Mézes)

---

**TARTALOM - CONTENTS**

*Mézes Miklós - Kovács Melinda - Mesterházy Ákos:* Az MTA Agrártudományok Osztályának javaslata a gazdasági állatok keveréktakarmányainak maximális mikotoxin koncentrációjára (Proposal of the section of agricultural sciences of the Hungarian Academy of Science on the maximum mycotoxin concentration of the compound feed of farm animals) ..... 71

*Póti Péter - Gyuricza Csaba:* A gyepre alapozott állattenyésztés szerepe és az állattenyésztéssel kapcsolatos szemléletváltás szükségessége napjainkban (Present role of grassland based animal breeding and importance of change of attitude towards animal husbandry) ..... 82

*Holló Gabriella - Somogyi Tamás:* Azonos körülmények között hizlalt angus x charolais hízóbikák és üszők hízékonysága és vágóértéke (Fattening performance and slaughter value of angus x charolais bulls and heifers fattened under similar condition) ..... 106

*Pap Tibor István - Szabó Rubina Tünde - Drobnyák Árpád - Kovács-Weber Mária:* A baromfitartásban alkalmazott led megvilágítás hatásának összefoglaló elemzése (Irodalmi áttekintés) (Effects of led lighting in the poultry sector (A review)) ..... 123

*Kőrösiné Molnár Andrea - Balázs Bence - Kőrösi László - Balláné Erdélyi Márta - Gáspárdy András - Sjerps Annette - Bodnár Blanka:* Csirke embriók hőkondicionálásának hatása a hőstressztűrő képességre (Effect of prenatal heat condition on heat stress tolerance of chickens) ..... 133

*Abayné Hamar Enikő - Bokor Beáta - Szabó Rubina Tünde - Kovács-Weber Mária - Pajor Ferenc - Póti Péter:* Evaluation of selected parameters of carcass quality of intensively fattened hungarian merino and german mutton merino lambs (Intenzíven hizlalt magyar merinó és német húsmerinó bárányok egyes vágási tulajdonságainak értékelése) ..... 147

---

**2020-ban sikeresen megvédett MTA doktori értekezések összefoglalói – Summaries of DSC dissertations in the year of 2020..... 156**

**Címlap kép (Frontpage photograph)**

*Fusarium graminearum* penészgombával fertőzött kukorica (Fotó: Dr. Mézes Miklós)

Maize infected with *Fusarium graminearum* (Photo: Dr. Miklós Mézes)

## **AZ MTA AGRÁRTUDOMÁNYOK OSZTÁLYÁNAK JAVASLATA A GAZDASÁGI ÁLLATOK KEVERÉKTAKARMÁNYAINAK MAXIMÁLIS MIKOTOXIN KONCENTRÁCIÓJÁRA**

MÉZES MIKLÓS – KOVÁCS MELINDA – MESTERHÁZY ÁKOS

### **ÖSSZEFOGLALÁS**

A javaslat célja a takarmánynövény termesztők, a takarmány alapanyag forgalmazók, a takarmány-  
ipar, a takarmányforgalmazók és az állattartók számára iránymutatást adni arra vonatkozóan, hogy  
a takarmány előállítás teljes vertikumában melyek a mikotoxin szennyezés szempontjából kritikus  
pontok, továbbá javaslatokat fogalmaz meg arra vonatkozóan, hogy milyen mikotoxin szennyezési  
szint esetén milyen mértékű kockázatokkal kell számolni az állati termék előállítása során. Minthogy  
a magyar takarmánytoxikológia, a mikotoxinok állatokon való hatásának vizsgálata, valamint a  
rezisztencia és fungicid problémakör a nemzetközi átlag felett van, ezért a javaslat olyan elemeket  
is tartalmaz, amelyek máshol még nem léteznek, így pl. három kockázatifokozatot tartalmaz az EU  
egy oszlopával szemben.

### **SUMMARY**

*Mézes, M. – Kovács, M. – Mesterházy, Á.:* PROPOSAL OF THE SECTION OF AGRICULTURAL  
SCIENCES OF THE HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCE ON THE MAXIMUM MYCOTOXIN  
CONCENTRATION OF THE COMPOUND FEED OF FARM ANIMALS

The purpose of this proposal is to add guidelines for the plant cultivators, feed ingredient suppliers,  
feed mills, feed distributors, and animal farmers about the critical points of the whole feed production  
chain in respect of mycotoxin contamination. The proposal also adds information about the risks in  
different mycotoxin contamination levels in the animal production chain. Feed toxicology, investigation  
on the effect of mycotoxins in farm animal and plant resistance and fungicide research topics are  
above the international level; for that reason, the present proposal contains some elements which  
are not usually known. This paper contains suggested limits for three different risk situations instead  
of one given in the EU suggestions and updating the values where it was appropriate.

## MIKOTOXIN SZENNYEZÉS A TERMŐTERÜLETEN ÉS A TÁROLÁS SORÁN

A takarmány alapanyagok közül a gabona magvak és a tömegtakarmányok mikotoxin szennyezettsége a gyakorlatban szinte elkerülhetetlen, emiatt a gazdasági állatok takarmányai is szennyezettek lehetnek egy, vagy egyidejűleg akár több mikotoxinnal is.

A gabona magvak mikotoxin szennyezettségét részben a termőterületen bekövetkező penészgomba fertőzés idézi elő. Ennek alapján kialakítható egy olyan kockázatbecslési rendszer, amellyel az alkalmazott agrotechnika ismeretében, a toxikus gombákkal történő fertőzés előfordulásának veszélye becsülhető. Erre mutatunk be példát a *Fusarium* gombák által termelt mikotoxinokkal kapcsolatban (1. táblázat).

A táblázatból látható, hogy például a búza esetében a gabona előveteményeként sokkal jobbák azok a növények, amelyekkel a búzának nincs közös kórokozója. Ilyenek például a repce, a mustár, a pillangósok, valamint a napraforgó. Amennyiben az adott búzafajta kifejezetten fogékony a *Fusarium* fertőzésre, akkor a gabona elővetemény kerülendő, illetve a kockázatok miatt célszerű lehet akár termesztésének az adott területen beszüntetése is. A sekély forgatásos talajművelés olyan esetekben tekinthető kockázatosnak, amikor a szalma vagy kukoricaszár eltávolítása után visszamaradó tarló csak minimális mértékben kerül beforgatásra, emiatt a tarlón vagy a talaj felső rétegében jelentős mértékű lehet a szármadarványokon túlélő gombaspórák száma, amelyek a következő termesztési időszakban gyorsan aktiválódnak. A fajta megválasztása abban a tekintetben tekinthető kockázati tényezőnek, hogy jelenleg még nem kötelező a köztermesztésben lévő fajták megbízható rezisztencia besorolása a fajtaminősítés során, továbbá a fajtaminősítés előtt álló fajták rezisztencia vizsgálatát nemcsak a tünetek, azaz a penészgomba fertőzés előfordulásának mértéke, hanem a mikotoxin termelés alapján is értékelni szükséges, mert a két tulajdonság nem mindig esik egybe (Szabó és mtsai, 2018). Emiatt szükséges a rezisztencia besorolásnál a fajtaminősítés és a fajtavizsgálat során a penészgombák által termelt mikotoxin(ok) mennyiségi mérése is, eltérő talaj-, éghajlati és termesztéstechnológiai körülmények között.

A kalászosoknál a toxikus gombafertőzés ellen általánosan elterjedt a különböző fungicid készítmények alkalmazása, de ezek között a hatékonyság tekintetében jelentős különbségek vannak. Lényeges emellett a kijuttatási technológia is, mert kalászosoknál nincs értékelhető mértékű transzlokáció a növényekben (Lehoczki és mtsai, 2013). Megjegyzendő továbbá, hogy a fogékony fajtáknál még preventív kezeléssel sem lehet minden esetben biztosítani az EU által takarmány alapanyagokra javasolt maximális határértéket (1881/2006/EK) el nem érő mikotoxin szennyezettséget. Emiatt a preventív fungicid kezelés kockázat nélkül egyetlen fajtánál sem hagyható el. Az ellenállóbb fajták viszont hatékonyabban védhetőek fungicid kezeléssel, ezért célszerű a rezisztenciát és a fungicidhasználatot ötvözni. Ez a probléma különösen fontos a biotermesztésben, ahol egy gyengébb hatású, a biotermesztésben engedélyezett fungicid már hatékony segítség lehet egy jó ellenállóságú fajta védelmében.

A célzott inszekticid kezelés a magképződés időszakában csökkentheti a magháj károsodását, ennek révén a penészgomba micélium magvakba történő

1. táblázat

**A Fusarium mikotoxinok előfordulásának kockázata az agrotechnika függvényében kalászos fajtákon**

Agrotechnikai tényező (1)	Kockázati szint (2)		
	Magas (3)	Közepes/Magas (4)	Alacsony (5)
Előző növény (6)	Kukorica (7)	Búza, egyéb kalászos (8)	Olajos és fehérje növény Zöldtakarmányok, szőlő-, gyümölcs és zöldségfélék (9)
Növényi maradvány kezelése (10)	Nem kerül eltávolításra (11)	Sekély forgatásos talajművelés (12)	Szántás (13)
Fajta megválasztása (14)	Alacsony kalászfertőzés elleni rezisztencia (15)	Közepes kalászfertőzés elleni rezisztencia (16)	Magas vagy közepes kalászfertőzés elleni rezisztencia (17)
Időjárási tényezők (18)	Csapadékos meleg idő a virágzás alatt (19)	Mérsékelt csapadék és meleg idő a virágzás alatt (20)	Száraz időszak a virágzás alatt (21)
Fungicid használat (22)	Kalászfertőzés elleni fungicid kezelés hiánya (23)	Kalászfertőzés elleni fungicid kezelés hiánya (23)	Kalászfertőzés elleni megfelelő fungicid kezelés alkalmazása (24)
Insztikcid használat (25)	Gyapottok – bagolylepke, kukoricamoly stb. elleni védekezés hiánya (26)	Gyapottok –bagolylepke, kukoricamoly stb. elleni védekezés hiánya (26)	Insztikcid kezelés alkalmazása (27)
Megdőlés (28)	Erős megdőlés (29)	Közepes megdőlés (30)	Nincs megdőlés (31)
Betakarítás (32)	Megkésett, nedves, meleg időszak (33)	Időben, nedves időszak (34)	Időben, száraz időszak (35)

Table 1. Risk of the occurrence of Fusarium mycotoxins in small grain cereals under different agronomy regimes

agro technical parameter (1); risk level (2); high (3); high/medium (4); low (5); previous plant (6); corn (7); wheat or other cereal (8); Oil and protein plant, green fodder, grape, fruit and vegetables (9); processing of plant residues (10); residues on the field (11); minimum tillage (12); ploughing (13); selection of variety (14); low head blight resistance (15); moderate head blight resistance (16); high or moderate head blight resistance (17); weather conditions (18); rainy warm weather during flowering(19); moderate rain and warm weather during flowering (20); dry weather during flowering (21); fungicide use (22); lack of fungicide treatment against head blight (23); fungicide use against head blight (24); insecticide use (25); lack of insecticide use against cotton bollworm, European corn borer etc. (26); insecticide use (27); lodging (28); heavy lodging (29); moderate lodging (30); no lodging (31); harvest (32); late, rainy warm weather (33); in time, rainy weather (34); in time, dry weather (35)

behatolásának esélyét. Az érzékeny fajták vagy hibridek viszont még insztikcid kezelés ellenére is károsodhatnak, ezért az ellenállóbb fajta vagy hibrid a hatékony insztikcid védelemnek is előfeltétele.

A virágzás és aratáskori időjárás eltérő járványhelyzetet idéz elő. A fertőződés

tejes-viaszérés időszakában ugyan általában kisebb, mint virágzaskor, de csapadékos időszakban történt virágzást követően a penészgomba fertőzés veszélye fokozódhat. A virágzaskori száraz időjárást követően a kései esőzések viszont általában kevesebb gondot okoznak, ha egyébként a preventív kezelés megtörtént. A búzával szemben a kukoricában kiemelt jelentősége van a *F. verticillioides* által termelt fumonizineknek, amely ellen viszont hatékony növényvédelmi eljárás jelenleg még nem ismert. További probléma, hogy a globális felmelegedés kedvez a fumonizinek termelődésének, vagyis az ellenállóság a klímaváltozás hatásait is mérsékelheti.

A betakarítást követően a gabona szárítása tekinthető kritikus tényezőnek, mert megfelelő szárítással csökkenthető a tárolás során bekövetkező további toxikus gombafertőződés és mikotoxin szennyezés. Ennek során törekedni kell a termény nedvességtartalmának gyors 18% értékre való csökkentésére, de hosszú távú tároláshoz a gabona nedvességtartalmát legalább 15%-ra kell csökkenteni, mert ezzel mérsékelhető a raktári rovarkártévek aktivitása, amelyek a maghéj megsérülésével jelentősen növelik a penészgomba fertőzés kockázatát. A szárítás során ugyanakkor el kell kerülni a túlmelegedést, valamint folyamatosan el kell végezni a szállító és mozgó eszközök megfelelő tisztítását. A tárolóterekben ventiláció alkalmazásával meg kell akadályozni a víz reabszorpcióját a szárított gabonátétel felszínén. A betárolt gabona állapotát hő, légnedvesség és széndioxid szondákkal folyamatosan ellenőrizni kell.

Amennyiben a gabona szárítása nem valósítható meg a kellő hatékonysággal, a penészgombák növekedését és mikotoxin termelését tartósító szerekkel (fungicid hatás is van), elsősorban propionsavval vagy annak sóival javasolják gátolni (Smith és Stevenson, 1995). Emellett napjainkban számos módszert javasolnak a mikotoxinok betakarítást követő többé-kevésbé sikeres lebontására, dekontaminációra (Mir és mtsai, 2021).

## **A TAKARMÁNY ALAPANYAGOK ÉS TELJES ÉRTÉKŰ KEVERÉKTAKARMÁNYOK MIKOTOXIN SZENNYEZETTSÉGÉRE VONATKOZÓ KORÁBBI JAVASLATOK**

Az MTA Állatorvos-tudományi Bizottsága 2003-ban határozott meg határértékeket (MTA Állatorvos-tudományi Bizottsága, 2003), amelyek iránymutatásul szolgáltak a takarmányipar számára, továbbá az igazságügyi állatorvostan is ezeket vette figyelembe kifogásolt minőségű takarmányokkal kapcsolatos ügyekben (2. táblázat) (Rafai és Kovács, 2009).

Az Európai Unió javaslatai értékeket határozott meg az egyes mikotoxinok maximális mennyiségére vonatkozóan a takarmány-alapanyagokban és egyes gazdasági állatfajok és ezek egyes korcsoportjai számára készített teljes értékű keveréktakarmányokban (3. táblázat) (2006/576/EK, 2013/165/EU).

Az ajánlati értékek mellett kötelező érvényű határértéket (4. táblázat) az Európai Unió csak az aflatoxin B1 mikotoxin vonatkozásában határozott meg (2002/32/EK; 574/2011/EU).

2. táblázat

**A takarmányok mikotoxin szennyezettségének depresszív és toxikus koncentrációja gazdasági állatoknál - MTA Állatorvos-tudományi Bizottsága ajánlása**

Mikotoxin (1)	Depresszív koncentráció (2)	Toxikus koncentráció (3)
	mg/kg	
<b>Zearalenon és származékai (4)</b>		
Szarvasmarha (5)	0,15	0,30
Borjú (preruminális kor) (6)	0,25	-
Tenyészsertés (felnőtt) (7)	0,15	0,25
Tenyézsüldő (ivarérés előtt) (8)	0,05	-
Süldő- és hizósertés (9)	0,20	0,40
Brojler (baromfi) (10)	0,50	-
Tenyésztojó (házityúk) (11)	0,50	-
Tenyésztojó (lúd, kacsa, pulyka) (12)	0,20	-
Egyéb takarmánykeverékek (13)	0,50	1,00
<b>T-2 toxin</b>		
Szarvasmarha (14)	1,00	2,00
Sertés (15)	0,25	0,60
Brojler (baromfi) (16)	0,30	0,60
Tojó (tyúk, pulyka, viziszárnyas) (17)	0,25	0,80
Egyéb takarmánykeverékek (18)	1,00	2,00
<b>DON</b>		
Szarvasmarha (19)	5,00	-
Borjú (preruminális kor) (20)	0,20	-
Sertés (21)	0,40	1,00
Tyúkfélék (tojó és brojler) (22)	2,00	-
Lúd, kacsa, pulyka (23)	0,50	-
<b>Trichotecén toxinok együttesen (T-2, DAS, HT-2, NIV) (24)</b>		
Szarvasmarha (25)	2,00	4,00
Sertés (26)	0,50	1,20
Brojler (baromfi) (27)	0,60	1,20
Tojó (tyúk, pulyka, viziszárnyas) (28)	0,30	1,60
Egyéb takarmánykeverékek (29)	2,00	4,00
<b>Fumonizin B1</b>		
Ló (30)	5,00	-
Szarvasmarha (31)	50,00	-
Sertés (32)	5,00	10,00
Baromfi (33)	30,00	-
Egyéb takarmánykeverékek (34)	30,00	-
<b>Ochratoxin-A (OTA)</b>		
Sertés és baromfi (35)	0,20	-
Egyéb takarmánykeverékek (36)	0,20	-
<b>Aflatoxin B1</b>		
Minden állatfaj (37)	0,05	0,05

Table 2. Depressive and toxic concentrations of mycotoxin contamination in farm animals (Suggestion of the Veterinary Committee of the Hungarian Academy of Science, 2003)

mycotoxin (1); depressive concentration (2); toxic concentration (3); zearalenone and derivatives (4); cattle (5); calf (preruminal age) (6); breeding pig (adult) (7); prepubertal gilt (8); gilt and fattening pig (9); broiler (chicken) (10); breeding layer (domestic fowl) (11); breeding layer (goose, duck, turkey) (12); other compound feed (13); cattle (14); pig (15); broiler (chicken) (16); layer (hen, turkey, waterfowl) (17); other compound feed (18); cattle (19); calf (preruminal age) (20); pig (21); domestic fowl (layer and broiler) (22); goose, duck, turkey (23); sum of trichothecenes (T-2, DAS, HT-2, NIV) (24); cattle (25); pig (26); broiler (chicken) (27); layer (hen, turkey, waterfowl) (28); other compound feed (29); horse (30); cattle (31); pig (32); poultry (33); other compound feed (34); pig and poultry (35); other compound feed (36); all farm animals (37)



## 3. táblázat

**Az Európai Unió javaslata a takarmány alapanyagok és teljes értékű keveréktakarmányok javasolt maximális mikotoxin tartalmára gazdasági állatfajokban**

Mikotoxin (1)	Takarmány alapanyag/takarmány (12% nedvesség tartalmú takarmányra vonatkozóan) (2)	Javasolt maximális mennyiség (mg/kg takarmány) (3)
T-2 és HT-2 toxin	Gabona és gabona termékek (4) Keveréktakarmányok (5)	0,5 0,25
Dezoxinivalenol (+ 3AcDON + 15AcDON)	Gabonafélék és gabona-készítmények, kivéve kukorica melléktermékek (6) Kukorica melléktermékek (7) Kiegészítő és teljes értékű takarmányok (8) Sertéstakarmányok (9) Borjú (<4 hónap), bárány és gida takarmányok (10)	8 12 5 0,9 2
Zearalenon	Gabonafélék és gabona-készítmények, kivéve a kukorica melléktermékeket (11) Kukorica melléktermékek (12) Malac és kocasüldő takarmányok (13) Tenyészkoca, kan és hizósértés takarmányok (14) Borjú, tejelő tehén, bárány, juh, gida és kecske takarmányok (15)	2 3 0,1 0,25 0,50
Fumonizin B1+B2	Kukorica és kukorica készítmények (16) Sertés, ló és nyúl takarmányok (17) Haltakarmányok (18) Baromfi, borjú, bárány és gida takarmányok (19) Felnőtt kérődző takarmányok (20)	60 5 10 20 50
Ochratoxin A	Gabonafélék és gabonakészítmények (21) Sertéstakarmányok (22) Baromfi takarmányok (23)	0,25 0,05 0,10

Table 3. Proposal of the European Union for the maximum mycotoxin content of feed materials and compound feeds of farm animals (2006/576/EC, 2013/165/EU)

mycotoxin (1); feed material/feed (calculate to 12% moisture content) (2); proposed maximum content (mg/kg feed) (3); cereals and cereal products (4); compound feed (5); cereals and cereal products, except corn by-products (6); corn by-products (7); supplementary and compound feeds (8); pig feeds (9); calf (<4 month), lamb and kid feeds (10); cereals and cereal products, except corn by-products (11); corn by-products (12); piglet and gilt feeds (13); breeding sow, boar and fattening pig feeds (14); calf, dairy cow, lamb, kid and goat feeds (15); corn and corn products (16); pig, horse and rabbit feeds (17); fish feeds (18); poultry, calf, lamb and kid feeds (19); feeds for adult ruminants (20); cereals and cereal products (21); pig feeds (22); poultry feeds (23)

## KÖTÖTT MIKOTOXINOK A GABONASZEMEKBEK

A mikotoxinok a gabonaszemekben nem csak szabad, hanem részben kötött, „maszkolt”, formában fordulnak elő (Berthiller és mtsai, 2013). A növények ugyanis a penészgomba fertőzés során az azok által termelt mikotoxinok egy részét kevésbé toxikus metabolitokká alakítják (Coleman és mtsai, 1997). Ez a folyamat azonban reverzibilis, azaz a kötött mikotoxinok egy része az állatok bélcsatornájában felszabadulhat a kötésből, így felszívódhat, ezzel növelve a takarmánybiztonsági kockázatot. A kötött mikotoxinok aránya az egyes mikotoxinokra vonatkozóan

4. táblázat

**Az Európai Unió rendelkezése a takarmány alapanyagok és teljes értékű keveréktakarmányok aflatoxin B1 tartalmára vonatkozóan gazdasági állatfajokban**

Mikotoxin (1)	Takarmány alapanyag/takarmány (12% nedvesség tartalmú takarmányra vonatkozóan) (2)	Javasolt maximális mennyiség (3)
Aflatoxin B1	Takarmány alapanyagok (4) Kiegészítő és teljes értékű takarmányok kivéve: tejelő tehéneknek és borjaknak, tejelő juhoknak és bárányoknak, tejelő kecskéknél és gidáknak, valamint malacoknak és növendék baromfiknak szánt összetett takarmányok (5)	0,02 mg/kg 0,01 mg/kg  0,005 mg/kg

Table 4. Directives of the European Union for the aflatoxin B1 content of feed materials and compound feeds of farm animals (2002/32/EK; 574/2011/EU)

mycotoxin (1); feed material/feed (calculate to 12% moisture content) (2); proposed maximum content (3); feed materials (4); supplementary and compound feeds except: compound feeds for dairy cows and calves, dairy sheep and lambs, dairy goats and kids, and pigs and growing poultry (5)

eltérő és jelenleg még nem pontosan ismert ezek biológiai hozzáférhetősége sem. Továbbá probléma, hogy a kötött mikotoxinokat csak kevés laboratórium képes megfelelő pontossággal meghatározni (Berthiller és mtsai, 2009). A gabonafélék nagyobb betegség-ellenállósága, azaz rezisztenciája révén a kötött mikotoxinok mennyisége is jelentősen csökkenhet (Lemmens és mtsai, 2016) A jelenleg elérhető kisszámú adat birtokában azonban a javaslat összeállítása során ezeket nem vettük tekintetbe.

## A GABONA TERMÉSÉNEK MULTI-MIKOTOXIN SZENNYEZETTSÉGE

Hasonló probléma a takarmány alapanyagok és a keveréktakarmányok multi-mikotoxin szennyezettsége is. Ezek hatásaival kapcsolatban rendkívül sok az ellentmondás az irodalomban, mert az egyes mikotoxinok között additív, szinergens és antagonist hatás egyaránt fennállhat (Smith és mtsai, 2016). A több komponensből összeállított keveréktakarmány, illetve kérődzők és lovak esetében a napi takarmányadag egyaránt több mikotoxinnal lehet egyidejűleg szennyezett, amelyek közötti interakciókat az egyes állatfajok, hasznosítási típusok és életkori csoportok esetében jelenleg még becslés szintjén sem lehet meghatározni.

## AZ AGRÁRTUDOMÁNYOK OSZTÁLYA ÁLTAL JAVASOLT ÉRTÉKEK

A korábbi javaslatok és irodalmi adatok alapján olyan javaslati tartományokat határoztunk meg, amelyek figyelembevételével megbecsülhető, hogy az adott takarmány alapanyag vagy keveréktakarmány az adott gazdasági állatfaj, illetve korcsoport számára milyen mértékű takarmánybiztonsági kockázatot hordoz (5. táblázat).

Az alapanyagok esetében lényeges azonban megjegyezni, hogy egy adott alapanyag mikotoxin szennyezettségi értékét a keveréktakarmány gyártás során a bekevert mennyiség arányában korrigálni szükséges. Ennek amiatt van jelen-

tősege, hogy amennyiben egy vagy több alapanyag szennyezettségi értéke eléri az alacsony kockázati értéket, az nem jelenti feltétlenül egyúttal azt is, hogy az azok felhasználásával előállított keveréktakarmány szennyezettsége kritikusnak tekinthető.

A takarmánygyártók a piaci viszonyoktól függően eltérő mennyiségben alkalmazzák az egyes alapanyagokat, ezért a kockázati besorolásra vonatkozó javaslatunkban nem az alapanyagok, hanem a keveréktakarmányok mikotoxin szennyezettségére vonatkozóan adtunk meg.

Az 5. táblázatban az EU rendelet egy kockázati oszlopa helyett három van, így az üzemek pontosabban láthatják a különböző határértékeket a kockázati besorolásoknál.

5. táblázat

**Az MTA Agrártudományok Osztálya javaslata a gazdasági állatok takarmánykeverékeinek mikotoxin szennyezettség alapján történő takarmánybiztonsági besorolására, 2020**

Mikotoxin (1)	Kis kockázat (2)	Közepes kockázat (3)	Nagy kockázat (4)
µg/kg takarmány; 88% szárazanyag-tartalom			
<b>T-2 + HT-2 toxin</b>			
Sertés (malac) (5)	<250	250-1000	>1000
Sertés (növendék, hízó) (6)	<250	250-1000	>1000
Sertés (koca, kan) (7)	<250	250-1000	>1000
Baromfi (brojler, tojó) (8)	<250	250-1000	>1000
Baromfi (kacsa, pulyka) (9)	<250	250-800	>800
Borjú, bárány, gida (10)	<250	250-1000	>1000
Húsmarha, tejelő tehén (11)	<250	250-1000	>1000
<b>DON + 3-acetil DON + 15-acetil DON</b>			
Sertés (malac) (12)	<1000	1000-4000	>4000
Sertés (növendék, hízó) (13)	<1500	1500-6000	>6000
Sertés (koca, kan) (14)	<900	900-2000	>2000
Baromfi (brojler, tojó) (15)	<4000	4000-10000	>10000
Baromfi (kacsa, pulyka) (16)	<4000	4000-10000	>10000
Borjú, bárány és gida (17)	<2000	2000-6000	>6000
Húsmarha, tejelő tehén (18)	<5000	5000-20000	>20000
Ló (19)	<1000	1000-4000	>4000
<b>Zearalenon</b>			
Sertés (malac, südő) (20)	<100	100-400	>400
Sertés (növendék, hízó, koca) (21)	<250	2500-1000	>1000
Baromfi (jérce, tojó) (22)	<1000	1000-4000	>4000
Baromfi (brojler) (23)	<1000	1000-4000	>4000
Baromfi (kacsa, pulyka) (24)	<1000	1000-4000	>4000
Borjú, bárány, gida (25)	<1000	1000-4000	>4000

Mikotoxin (1)	Kis kockázat (2)	Közepes kockázat (3)	Nagy kockázat (4)
µg/kg takarmány; 88% szárazanyag-tartalom			
Húsmarha, tejelő tehén (26)	<1000	1000-4000	>4000
Ló (27)	<1000	1000-4000	>4000
<b>Ochratoxin A</b>			
Sertés (malac, koca) (28)	<50	50-200	>200
Sertés (hízó) (29)	<50	50-200	>200
Baromfi (brojler) (30)	<100	100-400	>400
Baromfi (tojó, kacsza, pulyka) (31)	<100	100-400	>400
Borjú, bárány és gida (32)	<200	200-800	>800
Húsmarha, tejelő tehén (33)	<200	200-800	>800
<b>Fumonizin B1+B2</b>			
Sertés (malac) (34)	<5000	5000-20000	>20000
Sertés (hízó) (35)	<5000	5000-20000	>20000
Sertés (koca) (36)	<3000	3000-12000	>12000
Baromfi (brojler, tojó) (37)	<20000	20000-80000	>80000
Baromfi (jérce, kacsza, pulyka) (38)	<20000	20000-80000	>80000
Borjú, bárány, gida (39)	<20000	20000-80000	>80000
Húsmarha, tejelő tehén (40)	<50000	50000-200000	>200000
Ló (41)	<5000	5000-10000	>10000
<b>Aflatoxin B1+B2+G1+G2</b>			
Sertés (malac, növendék, hízó, koca) (42)	<10	10-50	>50
Baromfi (brojler, tojó) (43)	<10	10-50	>50
Baromfi (jérce, kacsza, pulyka) (44)	<10	10-50	>50
Borjú, tejelő tehén (45)	<5	5-20	>20
Húsmarha (46)	<20	20-80	>80
Ló (47)	<20	20-80	>80

Table 5. Proposal of the Section of Agricultural Sciences of the Hungarian Academy of Science on the feed safety classification of the compound feeds of farm animals based on the mycotoxin contamination, 2020

mycotoxin (1); low risk (2); medium risk (3); high risk (4); pig (piglet) (5); pig (grower and finisher) (6); pig (sow, boar) (7); poultry (broiler, hen) (8); poultry (duck, turkey) (9); calf, lamb, kid (10); beef cattle, dairy cow (11); pig (piglet) (12); pig (grower and finisher) (13); pig (sow, boar) (14); poultry (broiler, hen) (15); poultry (duck, turkey) (16); calf, lamb, kid (17); beef cattle, dairy cow (18); horse (19); pig (piglet) (20); pig (grower, finisher, sow) (21); poultry (pullet, layer) (22); poultry (broiler) (23); poultry (duck, turkey) (24); calf, lamb, kid (25); beef cattle, dairy cow (26); horse (27); pig (piglet, sow) (28); pig (fattening) (29); poultry (broiler) (30); poultry (layer, duck, turkey) (31); calf, lamb and kid (32); beef cattle, dairy cow (33); pig (piglet) (34); pig (fattening) (35); pig (sow) (36); poultry (broiler, layer) (37); poultry (pullet, duck, turkey) (38); calf, lamb, kid (39); beef cattle, dairy cow (40); horse (41); pig (piglet, grower, finisher) (42); poultry (broiler, layer) (43); poultry (pullet, duck, turkey) (44); calf, dairy cow (45); beef cattle (46); horse (47)

A javasolt kockázati besorolási értékeket a mikotoxinok közötti interakciók, továbbá a tartási és takarmányozási technológia is befolyásolhatja, emiatt azok csak iránymutató ajánlásnak tekinthetők. A javaslat rendszeres felülvizsgálata az új kutatási eredmények, továbbá a genetikai előrehaladás, a tartási- és takarmányozási technológia fejlődése miatt fontos feladat marad a jövőben is.

Az MTA Agrártudományok Osztálya által elfogadott ajánlás szövege az alábbi linken keresztül tekinthető meg: <https://mta.hu/iv-osztaly/az-mta-agrartudomanyok-osztalya-javaslat-a-gazdasagi-allatok-keverektakarmanyainak-maximalis-mikotoxin-koncentraciojara-111285>

## IRODALOMJEGYZÉK

- 2002/32/EK: Az Európai Parlament és a Tanács 2002/32/EK irányelve (2002. május 7) a takarmányban előforduló nemkívánatos anyagokról.
- 2006/576/EK: A Bizottság ajánlása (2006. augusztus 17) a deoxinivalenol, a zearalenon, az ochratoxin-A, a T-2, a HT-2 és a fumonizinek állati takarmányozásra szánt termékekben való előfordulásáról.
- 1881/2006/EK: A Bizottság 1881/2006/EK rendelete (2006. december 19) az élelmiszerekben előforduló egyes szennyező anyagok felső határértékeinek meghatározásáról.
- 574/2011/EU: A Bizottság 574/2011/EU rendelete (2011. június 16) a 2002/32/EK európai parlamenti és tanácsi irányelv I. mellékletének a nitrit, a melamin és az Ambrosia spp. maximális szintjének, valamint bizonyos kokcidiosztatikumok és hisztomonosztatikumok átvitelének tekintetében történő módosításáról, továbbá az irányelv I. és II. mellékletének egységes szerkezetbe foglalásáról.
- 2013/165/EU: A Bizottság ajánlása (2013. március 27) a T-2 és a HT-2 toxin gabonafélékben és gabonatermékekben való jelenlétéről
- Berthiller F. - Schuhmacher, R. - Adam, G. - Krska, R. (2009): Formation, determination and significance of masked and other conjugated mycotoxins. *Anal. Bioanal. Chem.*, 395. 1243–1252.
- Berthiller, F. - Crews, C. - Dall'Asta, C. - De Saeger, S. - Haesaert, G. - Karlovsky, P. - Oswald, I. P. - Seefelder, W. - Speijer, G. - Stroka, J. (2013): Masked mycotoxins: A review. *Mol. Nutr. Food Res.*, 57. 165–186.
- Coleman, J. - Blake-Kalff, M. - Davies, E. (1997): Detoxification of xenobiotics by plants; chemical modification and vacuolar compartmentation. *Trends Plant Sci.*, 2. 144–151.
- Lehoczki-Krsjak, S. - Varga, M. - Szabó-Hevér, Á. - Mesterházy, Á. (2013). Translocation and degradation of tebuconazole and prothioconazole in wheat in the most Fusarium-susceptible phenophase. *Pest Manag. Sci.*, 69. 1216–1224.
- Lemmens, M. - Steiner, B. - Sulyok, M. - Nicholson, P. - Mesterhazy, A. - Buerstmayr, H. (2016): Masked mycotoxins: does breeding for enhanced Fusarium head blight resistance result in more deoxynivalenol-3-glucoside in new wheat varieties? *World Mycotoxin J.*, 9. 741–754.
- Mir, S. A. - Dar, B. N. - Ahmad Shah, M. A. - Sofi, S. A. - Hamdani, A. M. - Oliveira, C. A. F. - Moosavi, M. H. - Khaneghah, A. M. - Sant'Ana, A. S. (2021): Application of new technologies in decontamination of mycotoxins in cereal grains: Challenges, and perspectives. *Food Chem. Toxicol.*, 148. 111976. DOI: 10.1016/j.fct.2021.111976
- MTA Állatorvos-tudományi Bizottsága (2003): Mikotoxin határértékek takarmány-keverékekben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 52. 393-396.
- Rafai, P. - Kovács, M. (2009): Takarmányok mikotoxin szennyezettségének igazságügyi állatorvostani vonatkozásai. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 58. 427-438.
- Smith, R. E. - Stevenson, K. R. (1995) Factors influencing the growth of fungi in high-moisture corn treated with propionic acid. *Int. Biodeterior. Bull.*, 11. 97-100.

- Smith, M.-C. - Madec, S. - Coton, E. - Hymery, N. (2016): Natural co-occurrence of mycotoxins in foods and feeds and their in vitro combined toxicological effects. *Toxins*, 8. 94. doi:10.3390/toxins8040094
- Szabó, B. - Tóth, B. - Toldiné Tóth, E. - Varga, M. - Kovács, N. - Varga, J. - Kocsubé, S. - Palágyi, A. - Bagi, F. - Budakov, D. - Stojšin, V. - Lazic, S. - Bodroža-Solarov, M. - Colovic, R. - Bekavac, G. - Purar, B. - Jockovic, D. - Mesterházy, Á. (2018): A new concept to secure food safety standards against *Fusarium* species and *Aspergillus flavus* and their toxins in maize. *Toxins*, 10. 372. doi:10.3390/toxins10090372

Érkezett: 2020. október

Szerzők címe: Mézes M.

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus  
Élettani és Takarmányozástani Intézet

Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István  
Campus, Institute of Animal Physiology and Nutrition  
H-2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
Mezes.Miklos@uni-mate.hu

Kovács M.

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus  
Élettani és Takarmányozástani Intézet  
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus  
Institute of Animal Physiology and Nutrition  
H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.  
Kovacs.Melinda@uni-mate.hu

Mesterházy Á.

Gabonakutató Közhasznú Kft.  
Cereal Research Nonprofit Ltd.  
H-6726 Szeged, Alsó Kikötő sor 9  
akos.mesterhazy@gabonakutato.hu

# A GYEPRE ALAPOZOTT ÁLLATTENYÉSZTÉS SZEREPE ÉS AZ ÁLLATTENYÉSZTÉSSEL KAPCSOLATOS SZEMLÉLETVÁLTÁS SZÜKSÉGESSÉGE NAPJAINKBAN

PÓTI PÉTER - GYURICZA CSABA

## ÖSSZEFOGLALÁS

A közlemény célja egy olyan tudományos összefoglalás, amely rendszerszerűen segít tisztázni az állattenyésztés - ezen belül kiemelten a kérődző állatok és a gyepre alapozott állattartás - helyét és szerepét a fenntartható fejlődés, az egészséges táplálkozás és a környezet védelme szempontjából. Az alsóbbrendű autotróf és heterotróf élőlények, anyagcseréjük révén, már a magasabb rendű vadonélő és használatok megjelenése előtt is befolyásolták környezetüket, ahogyan teszik ezt napjainkban is. A rostbontás, ezen belül a nyersrost legnagyobb hányadát kitevő cellulózbontás a természetben a talaj felszínén, a talajban vagy a magasabb rendű állatok szervezetében megy végbe. A bontást elsősorban mikrobiális szervezetek végzik, de végbemehet az ember által befolyásolt módon is, amely ökológiai szempontból meghatározza az ember számára való hasznosság mértékét. Bármelyik módon, azaz spontán a környezetben mikrobák által, az állati szervezetben, vagy ipari technológia által, történik az elsődlegesen autotróf élőlények által létrehozott szerves anyagok bomlása a folyamat végén a helyi adottságok, a magasabb rendű állatokban történő hasznosulás vagy a technológia függvényében, térben és időben eltérő mértékben és módon, de végeredményben az eredeti állapot áll vissza. A szén esetében  $\text{CO}_2$  és metán, a nitrogén vonatkozásában pedig nitrogén-oxidok és  $\text{N}_2$  keletkezik. Az, hogy eközben az emberiség mit és milyen mértékben és hogyan használ, azaz a szén és a nitrogén mikor, meddig és milyen szervesanyagokba épül be emberi beavatkozás esetén nagyrészt rajtunk múlik. Az erdők után a gyepek és legelők a Föld legfontosabb szárazföldi ökoszisztémái. A szárazföldi felület hozzávetőleg 26%-át gyepek borítja. Amennyiben ehhez hozzávesszük a szavannás, erdei, cserjés és tundra jellegű gyepeket is, úgy a Föld szárazföldi felszínének csaknem 40%-a gyepfelület. A szakszerűtlen gyephasználat környezetkárosító, ugyanakkor a szakszerű gyephasználat és legeltetés mintegy 30-35%-ban járulhat hozzá az emberiség hús-, ennél kisebb mértékben tej-, valamint természetes ipari alapanyagok, így például a bőr és gyapjú ellátásához. Eközben javul a talaj termőképessége és csökken az erózió és a defláció kockázata. Megállapítható tehát, hogy nem elsősorban a kérődző használatok jelentenek környezeti kockázatot, hanem a szakszerűtlen állattartás, a nem megfelelő szakértelem, továbbá a mezőgazdasági, ezen belül az állattenyésztési alapanyagokat helyettesítő, vegyipari alapanyaggyártás. A növényevő állatok példát mutatnak korunk egyik legnagyobb problémájának a megoldására, azaz a nagy mennyiségű biológiailag lebontható biomassza hasznosításra, ennek révén pedig a légkör és a talajvíz védelmére, valamint talajaink szervesanyag tartalmának növelésére. A kérdés csak az, hogy milyen mértékben és hogyan használhatja az emberiség a biológiailag lebontható biomasszát.

## SUMMARY

*Póti, P. - Gyuricza, Cs.:* PRESENT ROLE OF GRASSLAND BASED ANIMAL BREEDING AND IMPORTANCE OF CHANGE OF ATTITUDE TOWARDS ANIMAL HUSBANDRY

This study aimed to briefly summarize scientific results to clarify the recent role of animal husbandry - especially grassland-based livestock production - regarding aspects of sustainable development, healthy nutrition, and environmental protection; to promote the national animal breeding sector. Wild superior living creatures and inferior autotroph and heterotroph organisms, even without farm animals, basically influence and control their environment through their metabolites. Circumstances (aerobic, anaerobic, temperature, humidity) under which appropriate organisms degrade cellulose (fibres) on the soil surface, soil, gastrointestinal tract of superior animals, or other industrial technology basically determine its beneficial value both from ecological and human aspects. Independent from how the degradation of organic materials - produced primarily by autotroph creatures - happens, either

in nature in microbes and superior animals or by human technologies, at the end of the process, the original status is set back. In the case of carbon  $\text{CO}_2$  and methane, while nitrogen nitrogen-oxides and  $\text{N}_2$  are produced. How and what materials are utilized in the meantime; when, how, and what organic materials are carbon and nitrogen fixed in; depend on humans. Besides forestlands, grasslands are among the most important land ecosystems. The terrestrial land surface of the Earth is 26% covered by continental grasslands, and regarding savannah, forest and shrub, and tundra grassland types, grasslands cover almost 40% of land areas. Unprofessional use of grasslands damages the environment, while professional grassland management and pasturing could provide 30-35% development in meat production, and smaller but significant increase in milk, leather, and wool supply, parallely improving soil productivity decreasing soil erosion and deflation. In conclusion, ruminant livestock species are not the risk from the environmental point of view, but unprofessional management technologies and industrial production of agricultural and animal product imitations. Grazing animals show an example to solve one of the largest problems of this age: how to use the enormous amount of biologically degradable biomass, supporting the protection of atmosphere and ground-waters, and increasing organic matter content in the soil. How humankind uses biologically degradable biomass; how long and what organic materials are carbon and nitrogen fixed in; highly depends - in case of human interference - on humans.

## BEVEZETÉS

Az állattenyésztés megítélése térségenként eltérő módon és mértékben idáig is változott attól függően, hogy az adott csoport, réteg, társadalom stb. létbiztonsága, megélhetése közvetlenül vagy közvetve mennyire függött az állattenyésztéstől, illetve az állattartástól. Az állattenyésztés és állattartás lehetőségeit egy adott régióban alapvetően meghatározták a helyi adottságok és lehetőségek, az adott kor adta technikai és technológiai színvonallal összefüggésben. Ez határozta meg a helyi állattenyésztéshez kapcsolódó szokások, hagyományok kialakulását, sőt bizonyos mértékig hatást gyakorolt a történelmi, társadalmi folyamatokra is. Napjainkra azonban a tudomány és technológia fejlődésének köszönhetően a termelés (alapanyag-előállítás, feldolgozás) nagyrészt elvált a fogyasztástól, valamint lehetőség nyílt a természetben előforduló növényi eredetű élelmiszerek kiváltására mesterséges alapanyagokból tej- és húskészítmény utánzatokat, pótlókat (pl. margarínokat, tejtermék imitátumokat, „múhúst”) készítenek, ezzel növelve a kínálatot.

Az urbanizációnak, az élelmiszer és információ dömpingnek köszönhetően a diktált trendek határozzák meg többek között az állati eredetű élelmiszerek és az állattenyésztés megítélését is, aminek háttérében üzleti érdekek állnak. A helyzetet súlyosbítja, hogy megfelelő, azaz tudományosan megalapozott, ismeretek hiányában a társadalom széles rétegei könnyen befolyásolhatók.

Ezért fontos a magyar állattenyésztés, de az egész magyar mezőgazdaság, sőt az élelmiszer- és a környezetipar szempontjából is, hogy releváns, tudományosan megalapozott információkat, összefüggéseket közvetítsünk a társadalom felé; segítve ezzel egyrészt, hogy a lehetőségekhez képest erőforrásainkat ténylegesen a magyar állattenyésztés és a mezőgazdaság fejlesztésére fordítsuk, másrészt hozzájáruljunk az egészséges táplálkozáshoz, környezet és a vidék védelméhez.

A közlemény célja a szakemberek előtt már régóta ismert. Sok esetben a korábbi tananyagok részét képző, de tudományosan megalapozott adatok, információk olyan összefoglalója, ami az állattenyésztés helyét és szerepét - ezen belül kiemelten a kérdőzőkét és a gyepre alapozott állattartását - rendszerszerűen



tisztázza a fenntartható fejlődés, az egészséges táplálkozás és a környezet védelme érdekében. Ezzel segíteni kívánjuk a hazai állattenyésztés tudományosan megalapozott népszerűsítését, ezen keresztül pedig fejlesztését.

## IRODALMI ÁTTEKINTÉS

### *Állatok és a környezet (autotróf és heterotróf élőlények szerepe a környezet alakításában)*

Az élet megjelenése óta az élőlények anyagcseréjük révén befolyásolják környezetüket. Részt vesznek a kémiai-biokémiai, biológiai és egyéb törvényszerűségek szerint az elemek körforgásában, és meghatározott rend szerint direkt módon hasznosítják a nap, illetve indirekt módon a különböző szerves vegyületekben tárolt formában jelenlévő és abból felszabaduló energiát.

Az autotróf élőlények, azaz a növényi szervezetek, szervesen vízben oldható „tápanyagokból” foto-, vagy kemoszintézis útján nyert energia felhasználásával építik fel a szervezetüket alkotó fehérjéket, zsírokat/olajokat, szénhidrátokat, vitaminokat, stb. Ezek közvetlen vagy közvetett „C” és „N” forrása a légkör  $\text{CO}_2$  és  $\text{N}_2$  tartalma. (Boross, 1993; Pál, 2013; Vadstein és mtsai, 2012; Cole és mtsai, 2014; Terrado és mtsai, 2017; Peirano és mtsai, 2019; Zhang és mtsai, 2020)

A heterotróf élőlények, azaz az állati szervezetek, elsődlegesen az autotróf szervezetek által szintetizált szerves anyagokat, azaz „táplálóanyagokat” (fehérjéket, zsírokat/olajokat, szénhidrátokat stb.) a szerves anyagok biológiai oxidációja révén közvetlenül vagy közvetve, más heterotróf szervezet közbeiktatásával, hasznosítják szervezetük felépítésére, illetve energia felszabadításra (Vadstein és mtsai, 2012; Cole és mtsai, 2014; Terrado és mtsai, 2017; Peirano és mtsai, 2019; Zhang és mtsai, 2020). Az autotróf szervezetek számára felvehető, hasznosítható formában a tápanyagok (C, N, K, P, stb.) az alsóbb és magasabb rendű heterotróf szervezetek együttes hatásaként kerülnek vissza a környezetbe. A heterotróf szervezetek anyagcseréjük során egyrészt gázokat, legnagyobb mennyiségben  $\text{CO}_2$ -ot, valamint  $\text{CH}_4$ -t és  $\text{NH}_3$ -át, másrészt olyan szerves anyagokat bocsátanak ki, amelyek a talajélet, ezen keresztül a talaj táplálóanyag szolgáltató képességének fenntartásában meghatározóak (Boross, 1993; Pál, 2013; Terrado és mtsai, 2017).

Az elhalt alsóbb és magasabb rendű autotróf és heterotróf élőlények bomlása (rothadása, fermentálódása) is alapvető része az elemek körforgásának, amelyben a mikroszkopikus autotróf élőlények szerepe meghatározó jelentőségű.

Megállapítható tehát, hogy az alsóbb rendű autotróf és heterotróf élőlények a magasabb rendű élőlények jelenléte nélkül is döntő mértékben befolyásolják és szabályozzák környezetüket.

Fontos kiemelni, hogy ha valamilyen okból a rostbontás nem történik meg (lásd a következőkben) és megfelelő körülmények között lerakódnak a növényi maradványok, akkor potenciális fosszilis energiahordozóként (a napenergiát kémiai kötés formájában tárolva) felhalmozódnak és raktározódnak pl. lignit, barna- vagy feketekőszén formájában (Cooper, 2009; Pápay, 2011; Molnár, 2012; Ontl és Schulte, 2012; Gács, 2013; Hamed és mtsai, 2016; LeNoé és mtsai, 2019; Yao és mtsai, 2020). A rostbontás hiánya miatt tehát hosszabb ideig deponálódik a légköri széndioxidból származó szén. A földgáz- és kőolajtelepek a korábbi élő

szervezetek oxigénmentes környezetben végbemenő mikrobiológiai folyamatainak eredményei, ahol szintén a légköri széndioxid széntartalma halmozódott fel metán és más szerves szénvegyületek formájában.

*Magasabb rendű élőlények jelentősége az elemek körforgásában, különösen a rostbontásban*

Az egyik alapvető problémát az okozza az állattenyésztés és az állattartás szakszerű megítélésével kapcsolatban, hogy a társadalom jelentős része nincs tisztában a növényevők és mindenevők közötti alapvető táplálkozás- és emésztés-életteni különbségekkel. Nem ismerik például a rost, azon belül a cellulózbontás jelentőségét és alapvető törvényszerűségeit. A cellulóz hidrolízisét végző celluláz aktivitás alapvetően a prokariótákra (baktériumokra) jellemző (*Bhat és Bhat, 1997; Mandels, 1975; Glick és Pasternak, 1989; Dienes, 2006; Galbe és Zacchi, 2012; Bajaj és Mahajan, 2019; Chakraborty és mtsai, 2020*). Rost-, és ezen belül cellulózbontást csak ezek az élőlények végeznek, így a szén körforgalomban elfoglalt helyük kulcsfontosságú. A magasabb rendű növényevő gerinces állatok csak ezek segítségével képesek a számukra táplálékot jelentő növények nagy rost- és kis energiatartalmú vegetatív részeit, így a növények szárát és levelét - amit takarmányozási szempontból tömegtakarmányoknak nevezünk - hasznosítani. A rost, ezen belül a cellulóz, hasznosítására tehát csak olyan magasabb rendű állatok képesek, amelyek tápcsatornájának egyes szakaszaiban szimbióta baktériumpopuláció él. Így volt ez a történelem előtti időkben élt, azóta kihalt növényevő gerincesek (pl. növényevő dinoszauruszok) esetében, de így van ma is valamennyi vadonélő és házasított növényevő haszonállatnál (a szarvasmarha, a juh és a kecske előgyomraiban, a ló, a nyúl és a lúd vakbelében stb.). Ezzel szemben a mindenevők - takarmányozási szempontból abrakfogyasztók – csak korlátozottan képesek a rostot (cellulózt) bontani. Emiatt főképp a növények generatív részeit (pl. gabonák-, hüvelyesek szemtermését, olajos magvakat) és természetes körülmények között az állati eredetű táplálékokat (pl. rovarokat, tojást, állati maradványokat) fogyasztják.

A természetben tehát, természetes körülmények között a rostbontás a magasabbrendű növényevő állatok emésztőcsatornájának egyes szakaszaiban szabályozott módon (pH, hőmérséklet, nedvesség, stb.) történik a táplálóanyagok mikrobiális „emésztése” révén. Napjainkban ezek közül a kérődzőket éri a legtöbb támadás. Csaknem egy évszázada minden takarmányozással kapcsolatos képzés alapja a kérődzők emésztéséletteni folyamatainak ismertetése. Ezzel kapcsolatos folyamatok tudományos megalapozottságához nem fér kétség az új tudományos eredmények ismeretében sem, ezért ennek ismertetésétől eltekintünk.

Ki kell ugyanakkor hangsúlyozni, hogy az erre alkalmas növényevő gerinces állatok szervezetében jól és hatékonyan szabályozottak a bontási és hasznosulási folyamatok. A le nem bomlott hányad és a nem hasznosuló bomlástermékek a bélsár és vizelet révén, megfelelő körülmények között hatékonyan javítják a talaj termő-, tápanyag- és vízszolgáltató képességét, a talajéletet, stb. (*Hoffmann és mtsai, 2013; Caia és mtsai, 2019; Ozlu és mtsai, 2019; Tasi, 2019; Nauman és mtsai, 2020*). Ennek hatékonysága megfelelő technológia alkalmazásával, így például trágyakezeléssel, tovább javítható (*Gruber, 1954; Bánszki, 1993; Török és mtsai,*

2013; Hoffmann és mtsai, 2013; Palma, 2019; Innocent és mtsai, 2020; Nauman és mtsai, 2020).

A jelenlegi köztudattól, és sok esetben gyakorlattól, eltérően a növényevő állatok emésztési sajátosságait, azok evolúciós jellemzőit alapul véve, a tudomány és technológia adta lehetőségeket kihasználva az egyéb célra nem hasznosítható biológiailag lebontható biomassza irányított, szabályozott és kontrollált biológiai lebontási, átalakítási technológiájának kidolgozásánál ezt az „anyagátalakulási szabályozási formát” lenne célszerű alapul venni. Az alapvető különbség a technológiai megoldásokon túl az input anyagokban, a teljes folyamat tervezett véghezvitelében és a folyamatoptimalizálás céljában van. A növényevő állatok tehát példát mutathatnak korunk egyik legnagyobb problémájának a megoldására, azaz a nagymennyiségű kezeletlen biológiailag lebontható biomassza hasznosításra. Ennek révén lehetőség nyílna a légkör és a talajvíz védelmére, talajaink szervesanyag-tartalmának növelésére.

Nem szabad elfelejteni azt sem, hogy csak a növényevők képesek a nagy kiterjedésű gyep, azaz a legelőterületek gyepnövényzetét természetes módon (technológiai megoldások nélkül) hasznosítani, azok állapotát legelésükkel, termőképességüket pedig trágyájukkal érdemben javítani, miközben tejet, húst, bőrt, gyapjút, stb. biztosítanak az ember számára.

Bármelyik módon – spontán, a környezetben mikrobák által, az állati szervezetben, vagy emberi technológia által tervszerűen véghezvitt folyamatban - történik a szerves anyag bomlása egy dolgot fontos kiemelni. A teljes folyamat végén, a konkrét helyi adottságok, illetve a magasabb rendű állatokban történő hasznosulás vagy technológia függvényében, térben és időben eltérő mértékben és módon, de végső szinten az eredeti állapot áll vissza. A szén esetében  $\text{CO}_2$  és metán, a nitrogén vonatkozásában pedig nitrogén-oxidok és  $\text{N}_2$  keletkezik. Ezek ugyanis a szén és nitrogén legstabilabb, energetikailag legkedvezőbb állapotai közé tartoznak (Howard és Farrington, 1958; Notheisz és Zsigmond, 2008; Roman-Perez és mtsai, 2010; Borsodi, 2013; Strangeland és mtsai, 2017; Ranjan és mtsai, 2019; Ulmer és mtsai, 2019; Vignesh és mtsai, 2020). Az, hogy eközben az emberiség mit és milyen mértékben, hogyan hasznosít, azaz a szén és nitrogén mikor, meddig és milyen szerves anyagokat alkot emberi beavatkozás esetén nagyrészt rajtunk, embereken múlik.

#### *A talajban élő mikroorganizmusok szén és nitrogén körforgásban betöltött szerepe*

Az üvegházhatású gázokkal kapcsolatosan a talaj két ellentétes irányú folyamatot reprezentál. A szén vonatkozásában egyrészt raktár funkcióját tölti be másrészt a  $\text{CO}_2$ , metán és a nitrogén-oxidok képződése és emissziója is ide köthető. Ezek a folyamatok döntő mértékben a talaj mikrobiális életéhez, szervesanyagforgalmához, azaz biológiailag a N és C ciklusokhoz köthetők (Yamulki és Jarvis, 2002; Chapuis-Lardy és mtsai, 2007; Bardgett és mtsai, 2008; Voigt és mtsai, 2017; Abagandura és mtsai, 2019). A gáz emisszió mértéke jelentős mértékben függ a talaj aktuális víztartalmától, hőmérsékletétől, tápelem ellátottságtól és pH értékétől (Ludwig és mtsai, 2001; Schlauffer és mtsai, 2010; Oertel és mtsai, 2016; Hénault és mtsai, 2019; Wu és mtsai, 2020), továbbá az adott ökoszisztémától (1. ábra).

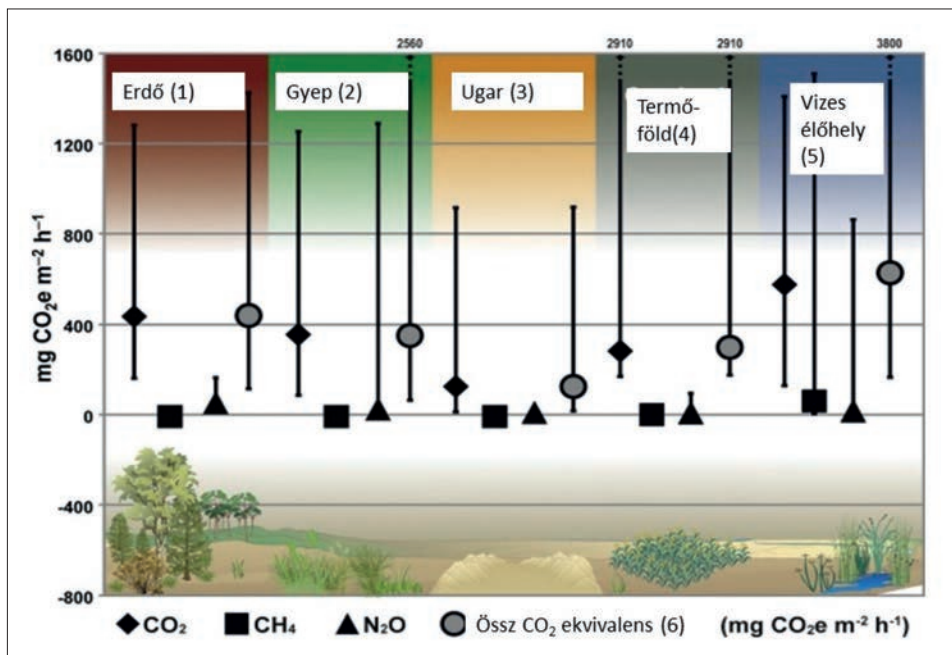
A talaj aerob közegben történő „légzése” - mely a széndioxid kibocsátást eredményez - természetes folyamat és a növényi gyökerek mellett a talajban élő mikrobiológiai közösség és mikrofauna anyagcsere-folyamataiból tevődik össze. A gyökér általi kibocsátás akár a teljes respiráció 50%-át is elérheti, amelyet jelentős mértékben befolyásol a vegetációs időszak, a növény faja és fajtája (Hanson és mtsai, 2000; Gonzalez-Meler és mtsai, 2004; Wang és Liao, 2004; Busary és mtsai, 2015; Dusenge és mtsai, 2019; Collatli és mtsai, 2020; Krauss és mtsai, 2020). Az eltérő területek üvegházhatású gáz kibocsátásának vizsgálatakor a széndioxid mellett a metán esetében mutatkozik legnagyobb eltérés (1. ábra). Ma már egyre több információ ismert arra vonatkozóan, hogy a talaj eltérő művelése hogyan befolyásolja a légkörbe jutó CO<sub>2</sub> mennyiségét. A talajművelésnek a légköri CO<sub>2</sub> koncentrációt-növelő hatása elérheti akár az összes kibocsátás 5%-át emiatt egyre nagyobb szerepet kapnak a talaj C-készleteit megőrző és kímélő – és egyben alacsony CO<sub>2</sub> emissziót eredményező – talajművelési módok (Rádics és mtsai, 2015; Dusenge és mtsai, 2019).

Anaerob közegben a talaj szerves anyagából a metanogén baktériumok határára metán keletkezik, amelyet az oxidáló baktériumok részben CO<sub>2</sub>-dá alakítanak át. A metanotróf baktériumok anaerob közegben metánképzéssel, megfelelő mennyiségű oxigén jelenlétében pedig metánból CO<sub>2</sub> keletkezésével kapcsolódnak a metán forgalomhoz (Hanson és Hanson, 1996; Butterbach-Bahl és mtsai, 2013; Szafranek-Nakonieczna és mtsai, 2018; Kuzniar és mtsai, 2019).

A talajban a nitrogénvegyületek széles oxidációs-skálán fordulnak elő. A talaj nitrogén mérlegét jelentős mértékben befolyásolják a biológiai és kémiai nitrifikációs és denitrifikációs folyamatok. Az üvegházhatású gázoknál is fontos szerepet játszó N<sub>2</sub>O és NO két lépésben keletkezik. Az első az ismert aerob mikrobiális nitrifikáció folyamata, amely ammóniából nitrit és nitrát ionok keletkezéséhez vezet. Ezt követi a denitrifikáció, amely leegyszerűsítve a nitrát ionok redukcióját jelenti N-tartalmú gázokká. A denitrifikáció azonban bonyolult, több lépésből álló enzimek által katalizált folyamat, amely mikroorganizmusok tevékenységéhez köthető. Tágabban értelmezve az asszimilatív denitrifikáció során a mikroorganizmusok nitrátból építik fel N-tartalmú szerves anyagaikat, amelyek a talajban maradnak. Szűkebben értelmezve a nitrát ionok gáz halmazállapotú termékekké (N<sub>2</sub>O, NO, N<sub>2</sub>) redukálódnak, amelyek a légkörbe távoznak. Ezt a disszimilatív formát valósítják meg a fakultatív anaerob mikroorganizmusok, amelyek anaerob körülmények között a nitrátot vagy nitritet hasznosítják. A dinitrogén-oxid (N<sub>2</sub>O) általában anaerob közegben keletkezik, így például a vízzel elárasztott helyeken (Bremner és mtsai, 1980; Ussiri és Lal, 2013; Reddy és Crohn, 2019). A folyamat során elenyésző mértékű NO is felszabadul (Brümmer és mtsai, 2008; Wen és mtsai, 2016). A N<sub>2</sub>O keletkezése aerob körülmények között is lehetséges, kismértékű képződését a nitrifikációban már leírták (Robertson és Tiedje, 1987; Stevens és mtsai, 1997; Ussiri és Lal, 2013; Liu és mtsai, 2016; Prosser és mtsai, 2020).

Megállapítható tehát, hogy magasabb rendű állatok nélkül is végbemegy a C és N körforgása a talajban az adott talajállapotnak megfelelő formában és mértékben. Ezt a folyamatot emberi tevékenységgel, így például talajműveléssel, az adott terület növényi vegetációjával, ennek hasznosításával, a termesztett növény megválasztásával, a vetésváltás módjával, trágyahasználattal azonban érdemben befolyásolni lehet.

1. ábra Az ökoszisztémák hatása a gáz emisszió mértékére



Medián értékek a szimbólumokkal, adatterjedelem a függőleges vonalakkal jelölve (Oertel és mtsai, 2016) (7)

Figure 1. Greenhouse gas emissions (CO<sub>2</sub>-eq) of CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> from soils with different land cover

forestland (1); grassland (2); barren land (3); cropland (4); wetland (5); total CO<sub>2</sub> equivalent (6); median values for the sub-collectives are shown with the symbols, the range is indicated with solid lines, (Oertel et al., 2016) (7)

### A gyepterületek jelentősége

Gyepek a világ szinte minden éghajlati övezetében és kontinensen megtalálhatók, kivéve az északi és a déli pólusokat, a magas hegyiségeket és a szélsőségesen száraz, sivatagi zónákat. Az erdők után a gye- és legelőterületek a világ legfontosabb szárazföldi ökoszisztémái (Bodnár és mtsai, 2002; O'Mara, 2012; Bengtsson és mtsai, 2019). A Föld szárazföldi felületét (134 millió km<sup>2</sup>) 30-31%-ban erdőterület, hozzávetőleg 26%-ban gye, 10-11%-ban termőföld és 6,8%-ban egyéb földhasználatú terület borítja (1. táblázat; FAO, 2020). Amennyiben hozzávesszük a szavannás, erdei, cserjés és a tundra jellegű gyepeket is, a szárazföld csaknem 40%-át gyepterület borítja (FAO, 2020).

A gyepterületek legnagyobb része Afrikában található (26,8%), ezt követi Ázsia (a volt szovjet tagállamok ázsiai gyepterületei nélkül 22,7%), Dél-Amerika (14,7%), Ausztrália és Óceánia (12,9%), Észak- és Közép-Amerika (10,7%), a volt szovjet tagállamok ázsiai és európai gyepterületei (9,7%), majd Európa a volt szovjet tagállamok európai gyeptes területei nélkül 2,5% (FAO, 2020).

1. táblázat

**A Föld erdő-, gyepterület- és legelőterület aránya 1987 és 2017 között (FAO, 2020)**

	Év (1)			
	1987	1997	2007	2017
Erdőterületek aránya, % (2)	31,33	30,95	30,73	n.a. (5)
Gyepterületek, legelőterületek aránya, % (3)	25,25	26,17	25,76	25,12
Szántóföldek aránya, % (4)	11,34	11,42	11,49	11,97

Table 1. Relative forest-, grass-, and cropland areas on Earth between 1987 and 2017 (FAO, 2020) year (1); forestland (2); grassland (3); cropland (4); no data available (5)

A Föld természetes gyepterületei három fő kategóriába sorolhatók (Wesche és mtsai, 2016):

1. A trópusokon található szavannák, amelyeket soha nem éri fagy.
2. A sztyeppék olyan extratrópusi gyepek, amelyek az erdők számára túlságosan száraz éghajlatú területeken alakultak ki.
3. A sarkvidéki-alpesi gyepek olyan területeken helyezkednek el, ahol az éghajlat túlságosan hideg az erdők számára.

A multifunkcionális gyepek és legelőterületek több mint kétmilliárd ember megélhetéséhez járulnak hozzá, amelyből 600 millióan a száraz övezetek lakói. Ezek a területek több mint 360 millió szarvasmarha, 600 millió juh és kecske számára biztosítanak takarmányt (Huntsinger és Hopkinson, 1996). Társadalmi-politikai okok miatt azonban a legelő- és takarmányterület számos trópusi országban rohamosan csökken (Nippert és Briggs, 2014; Bond, 2016; Squires és mtsai, 2018; Thomas és mtsai, 2019).

A kezelt (legeltetett és/vagy kaszált) és/vagy telepített legelőterületek jelentősége egyre nagyobb és világszerte a legeltetésre alapozott állati termék előállítás alapvető erőforrásai (Zhaoli, 2004; Steinfeld és mtsai, 2006; Bengtsson és mtsai, 2019). A legújabb kutatások eredményei azt mutatják, hogy a kezelt legelőterületek földrajzi kiterjedése (kb. 5,3 millió km<sup>2</sup>-ről) több mint 600 %-kal nőtt az elmúlt három évszázadban. Világviszonylatban a kezelt gyepterületek 1990-ben több mint 1,5 milliárd állategység tartását és takarmányozását biztosították (Asner és mtsai, 2004). Az állattenyésztés fontos jövedelmi forrás és foglalkoztatási lehetőség a vidéki közösségek életében. A Világ népességének több mint 38%-a gyepterületeken él és jelentős részük a világ legszegényebb rétegéhez tartozik (Bain, 2010; Nalule, 2010; Zhao és mtsai, 2020). Legnagyobb létszámban a száraz és félszáraz gyepterületeken, a szub-szaharai régióban, valamint Dél-és Kelet-Ázsia gyepterületein élnek (Squires és mtsai, 2018). Fontos azt is kiemelni, hogy ezeken a területeken az exponenciálisan növekedő népesség biztonságos élelmiszerrel való ellátásában döntő szerepe van ezeknek a gyepterületeknek, illetve az kell, hogy legyen a jövőben is (Bodnár és mtsai, 2004; Bain, 2010; Zhao és mtsai, 2020).

A gyepeket azonban globálisan veszély fenyegeti. Dokumentált esetek százai bizonyítják a megnövekedett fás társulások terjedését a szemiarid, szubtrópusi legelőterületeken, így például Észak- és Dél-Amerikában, Afrikában, Ausztráliában és másutt (Nippert és Briggs, 2014; Squires, 2015; Bond, 2016; Thomas

és *mtsai*, 2019). A félig természetes gyepek esetében – mivel ezek elsősorban a hagyományos kulturális területeken ismertek (Európa és kisebb mértékben Kelet-Ázsia) – más jellegű veszélyekkel is számolni kell (*Dengler és mtsai*, 2014; *Janssen és mtsai*, 2016). A legfontosabbak ezen veszélyek közül a mezőgazdaság intenzifikációja, és a marginális területeken a legeltetéses állattartás felhagyása. Mindkettő drasztikus veszteségekhez vezethet a gyepek biodiverzitását illetően (*Squires és mtsai*, 2018; *Thomas és mtsai*, 2019).

Mindezek alapján döntő fontosságú az adott gyepterületek okszerű és szakszerű hasznosítása. Ahhoz, hogy ezt elérjük, először is a gyephasznosítás elsődleges célját kell pontosan, egyértelműen meghatározni. Termeléssel, állattartással összefüggésben a gyephasznosítási célok a következők lehetnek (*Póti* 2019):

- különböző nem telepített (feltétlen és nem feltétlen) gyepterületek speciális (területhasználati, természetvédelmi, hagyományőrző, termelési, stb.) célú,
- különböző feltétlen és nem feltétlen gyepterületeken telepített (évelő, nem évelő) gyepek termelési célú professzionális,
- és egyéb nem elsődlegesen mezőgazdasági célú (gátak, árterek, stb.), de gyephasznosításra alkalmas területek rét, legelő, kaszáló típusú hasznosítása.

Az állattartással összefüggő gyephasznosítás során, figyelembe véve a gyephasznosítás elsődleges célját, alapvető feladat a gyepterület és az állatok aktuális igényeinek kielégítése. Emiatt az adott gyepterületre vonatkozóan az éves állatlétszámot és a teljes állattartási technológiát, a rendelkezésre álló gyepterület- és szántóterületekről származó tömegtakarmányok, valamint az állatok takarmányozására alkalmas mezőgazdasági és ipari melléktermékek mennyisége és minősége alapján szükséges meghatározni.

Azon túlmenően, hogy a legeltetés és a gyephasználat az élelmiszer és ipari alapanyag előállításán túl a környezet (talaj, víz, levegő) állapotát és a kívánt biodiverzitást javító tevékenység legyen a legelő területeket technológiai térenként is értelmezni kell, ezért célzottan teljes technológiák megtervezésére, kialakítására és megvalósítására van szükség (*Póti* 2019).

#### *Gerinces növényevő állatok jelentősége a gyepek élőhelyek (ökoszisztémák) fejlődésében*

Alapvető fontosságú a gyepre alapozott állattenyésztés, állattartás megítélése és fejlesztése szempontjából, hogy a laikusok is tisztában legyenek azzal, hogy a történelmi idők folyamán az adott élőhelyen a gyeppalkotó növénytársulás az ott élő növényevő fajokkal együtt alakult ki (*Olf és Ritchie*, 1998; *Bakker és mtsai*, 2006; *Dengler és mtsai*, 2014; *Zhong és mtsai*, 2014; *Bon és mtsai*, 2020). Fejlődésüket az adott területet érintő klimatikus, geológiai, földtani stb. változásokon túl alapvetően a növényzet és az azt hasznosító növényevő, valamint ezzel összefüggésben egyéb állatok (kétlélűek, rovarok, hüllők, madarak, ragadozók, dögevők, mindenevők) párhuzamos fejlődése határozta meg. Az oda-vissza (kölcson) hatás tehát döntő jelentőségű volt a múltban és jelenleg is az, ami folyamatos változást eredményez (*Owen*, 2008; *Zhong és mtsai*, 2014; *Bon és mtsai*, 2020).

Megállapítható tehát, hogy a gerinces növényevők szerepe döntő jelentőségű a gyepterületek ökoszisztémáinak fenntartásában és fejlődésében, amit legtöbb modern trend nem vesz figyelembe. A legelő állatok fajonkénti aktuális létszámát,

a potenciális takarmánybázis és ezzel összefüggésben az arányosan változó ragadozók száma határozta meg. A gypalkotókat, és ezzel összefüggésben a gyeptermetést, hosszabb távon az éghajlat, rövidtávon az időjárás folyamatosan változó dinamikája határozta, illetve határozza meg. Ez szabályozta, hogy hol, mikor és mennyi állat (növényevő, ragadozó, dögevő, stb.) él az adott gyepterületen. Ezt azonban korlátozhatja az ivóvíz jelenléte és az emberi tevékenység is. Az évjárat különböző mértékű közvetlen hatást gyakorol az adott terület állat és növényvilágára, ami rövidtávon elsősorban mennyiségi (pl. létszám) változást eredményez. A szélsőséges és/vagy tartós változások azonban alapvetően meghatározzák egy adott terület ökoszisztémáját és az állatok viselkedését (pl. takarmány vagy ivóvíz utáni vándorlás). Ezek a hatások kölcsönhatásban vannak egymással és folyamatosan változnak. Ezt azért fontos leszögezni, mert az „eredeti állapot” fenntartása önmagában lehetetlen, mivel minden, így a környezet is, az emberi tevékenységtől függetlenül is folyamatosan változik. Az más kérdés, hogy az emberi tevékenység döntő mértékben befolyásolja a természeti környezetet is. Ebben az esetben is fontos kiemelni, amint a korábbiakban már ismertettünk, hogy a természetes anyag körforgásban a magasabb rendű élőlények, a növényevő gerincesek, ezen belül a kérődzők, szerepe megkérdőjelezhetetlen. Egy adott terület, gyepterület anyag (C, N, stb.) forgalma tehát természetes körülmények között, az ember jelenléte nélkül is folyamatosan és dinamikusan változik.

A legeltetés többféle hatást gyakorol a gyeplélelésére. Az állatok szelektíven legelnek, amely befolyásolja a gyeplélelést (*Metera és mtsai, 2010; Kiss és mtsai, 2011; Zimmermann és mtsai, 2011; Wan és mtsai, 2015; Pakemen és mtsai, 2019*). Taposás hatására csak azok a növények maradnak meg a legelőn, amelyek ezt jól tűrik. Ezek főleg az alfűvek és a tölevélrózsás kétszikűek (*Saláta és mtsai, 2009, 2011; Wrage-Mönnig és mtsai, 2011; Bajnok és mtsai, 2018*). Fontos megemlíteni, hogy a legeltetés nem csak a gyeplélelésre van hatással, de a legelő állatokon kívül a legelőn élő más állatfajokra (rovarek, madarak, stb.) is.

Amennyiben a növényevő állatok valamilyen okból nem legelik le a gyeplélelést (pl. ivóvíz hiány) az vagy elszárad majd előbb-utóbb elég (az anyag körforgás ebben az esetben a legrövidebb), vagy mikrobiális folyamatok hatására elbomlik (pl. elrohad). Utóbbi esetben az anyagkörforgás természetesen lassabb. Legelő állatok hiányában, ami természetes körülmények között egy-két extrém esetet nem számítva nem fordul elő, az adott ökológiai viszonyoknak megfelelő, tehát a tiprást és rágást nem kedvelő növényfajok jelennek meg. Amennyiben ez nem a gypalkotó növényzetnek kedvező területen történik akkor rövidebb-hosszabb átmeneti idő után az adott élőhelynek megfelelő növénytársulás (pl. cserjés-fás) alakul ki a rá jellemző állatvilággal (*Lemaire, 2007; Saláta és mtsai, 2012; Szigetvári, 2015; Sühs és mtsai, 2020*). Abban az esetben viszont, ha természetes gypalkotók számára kedvező területen nem történik gyeplélelés (legeltetés, és/vagy kaszálás) akkor olyan növényfajok és ezzel összefüggésben olyan társulások jelennek meg, amelyek sem a környezet sem a tájgazdálkodás szempontjából nem kedvezőek (*Gibon, 2005; Penksza és mtsai, 2010; Kiss és mtsai, 2011; Szabó és mtsai, 2011; Penksza és mtsai, 2013; Sühs és mtsai, 2020*).

Szakszerű gyeplélelést esetén az állandó gyepek egész évben folyamatos talajtakarást biztosítanak ezért a legjobb talajvédő kultúrának tekinthetők. Az évelő



gyeptársulásokban a fajok száma Magyarországon jellemzően 40-100, vagyis a fajdiverzitás kedvező. Szakszerű gyepgazdálkodás (gyepművelés, tápanyag-gazdálkodás, gyepápolás és legeltetés/kaszálás) mellett ez a talajhasználati rendszer extenzív gazdálkodási módszerekkel, valamint a szántóhoz és az ültetvényekhez képest kevés inputtal évtizedekig fenntartható és óvja a környezetet (talajt, tájat, vizet és levegőt), továbbá nagy szénmegkötőként a klímát is óvja. Szükséges azonban elkerülni mind a túllegeltetést mind az alulhasználatot, mert mindkettő rossz irányba befolyásolja a természetes szukcessziót (Richard és Paustian, 2002; Tasi, 2010; Kiss, 2012; Chao és mtsai, 2013; Zhang és mtsai, 2014; Nagy és Tasi, 2017; Wang és mtsai, 2020).

A gyepgazdálkodási rendszerek között jól elkülönül az extenzív (külterjes) és az intenzív (belterjes). A gyepek számottevő input nélkül is hosszú ideig képesek fennmaradni és valamennyi termést is adni, hiszen a talaj tápanyagszolgáltató-képessége egy alap termész szintet biztosít, amely szakszerű gyephasznosítás (főleg legeltetés) mellett sokáig fenntartható. Emiatt a mezőgazdasági ágazatok közül a gyepeken tartható fenn legegyszerűbben az extenzív gazdálkodási rendszer, amelynek része lehet az ökológiai gazdálkodás is. Nem véletlen, hogy a világ legnagyobb ökogazdálkodási területtel rendelkező országaiban (Ausztrália, Óceánia, Ausztria) óriási kiterjedésű gyepek vannak (FAO, 2020).

Összefoglalva megállapítható, hogy a természetes gyeptársulásoknak kedvező területeken (szavanna, sztyeppe övezet, sarkvidéki-alpesi gyepek), amennyiben nincs valamilyen korlátozó tényező (pl. emberi tevékenység, vízhiány) természetes módon a legelő és a növényevő állatok (pl. kérődzők) jelenléte az adott ökoszisztéma meghatározó része. Létszámukat az aktuális takarmánybázis és egyéb korlátozó tényezők (pl. időjárási szélsőségek) határozzák meg. Ökológiai szempontból az erdőtársulásokat, az erdőhasználatot követően, a gyeptársulások és a gyephasznosítás a második legkiterjedtebb és legkedvezőbb talaj-, és tájhasználati rendszer.

### *Tömegetakarmányt fogyasztó kérődző haszonállataink jelentősége és szerepe a fenntartható fejlődésben, kiemelten a gyephasznosításban*

Az eddigiekből megállapítható, hogy a kérődzők, így a kérődző haszonállatok, azon túl, hogy megfelelő körülmények között (szakszerű gyephasználat) és legeltetés esetén kedvezően befolyásolják a gyepösszetételt (gyeptársulást) és gyepborítottságot, ezzel pozitív hatást gyakorolnak élőhelyükre, anyagcseréjükkel pedig a természetes anyagkörforgás részét képezik szemben a legtöbb ipari és egyéb más, ember által végzett (pl. közlekedés), tevékenységgel. Jól szemlélteti ezt a 2. és a 3. ábra.

Azon túlmenően, hogy a kérődző haszonállatok pozitív hatást gyakorolnak élőhelyükre, anyagcseréjükkel pedig a természetes anyagkörforgás részét képezik ki kell hangsúlyozni, hogy a mezőgazdaság, ezen belül az állattenyésztés, nemcsak élelmiszer alapanyagot, hanem egyéb más, az ipar által felhasználható (bőr, gyapjú, kozmetikai, stb.) alapanyagot is előállít. Ezzel szemben napjainkra gyakorlatilag majdnem minden a vegyipar által (pl. kőolajból, mint elsődleges alapanyagból) előállított műanyagokból (polimerekből) készül, így például a műbőr vagy a műszál. Fontos kiemelni, hogy az egész folyamat során az alapanyag

2. ábra A szarvasmarha szénközlusa a fosszilis tüzelőanyagokéval összehasonlítva (sacredcow.info)

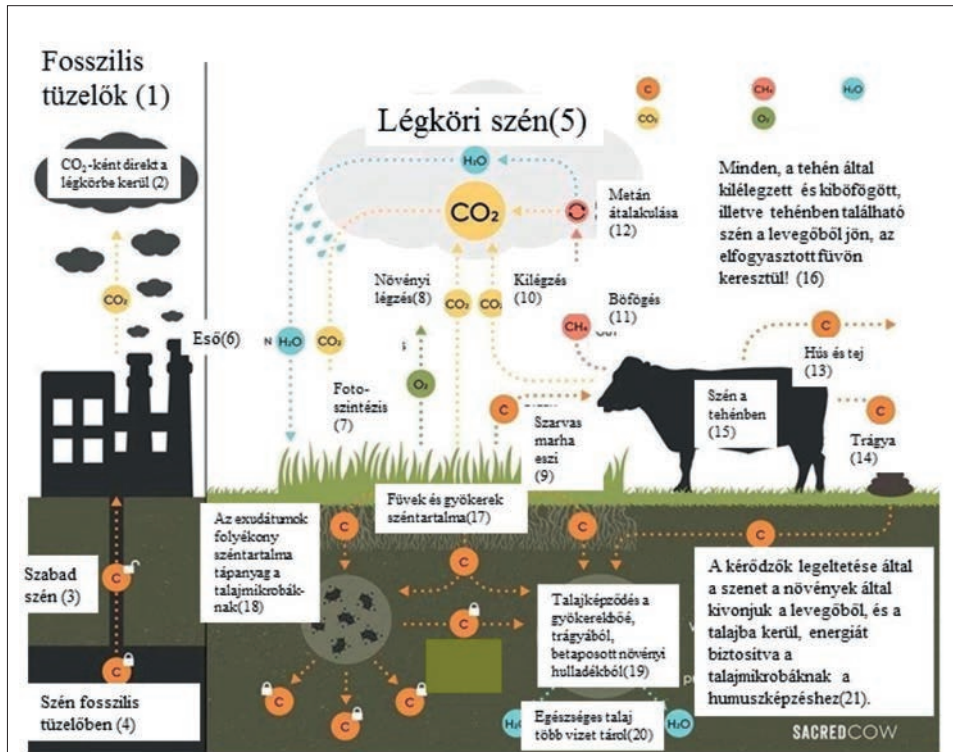


Figure 2. Cattle carbon cycling in comparison with fossil fuels (sacredcow.info)

fossil fuels (1); carbon directly added to the atmosphere as CO<sub>2</sub> (2); unlocked carbon (3); carbon is fossil fuels (4); carbon in the atmosphere (5); rain (6); photosynthesis (7); plant respiration (8); eaten by a cow (9); breathed out (10); belched out (11); methane converted (12); beef and meat (13); carbon in the cow (14); manure (15); all carbon in cow, breathed and belched out, come from the air and cycled through the grass the cattle ate (16); carbon in plants and roots (17); liquid carbon content of exudates is feeding soil microbes (18); new soil built by soil microbial life-cycles, root biomass, manure, and plant litter trodden in by cattle (19); healthy soil stores more water (20); by grazing animals, carbon is taken from the air by plants and pumped into the soil providing energy for soil microbes to build humus and store carbon (21)

(kőolaj, földgáz) kitermelése, előállítása (gyárak építése, energiateljesítése, és a termékek előállítása), valamint a gyártás és a felhasználás hulladékai, még újrahasznosítás esetén is, jelentősen terhelik a környezetet. Ennél is fontosabb, hogy az így előállított termékek nem képezik a természetes anyagkörforgás részét, szemben a mezőgazdasági, így például az állati eredetű alapanyagokból készült termékekkel. Nem szabad megfeledkezni a szerves trágya jelentőségéről és annak szerepéről sem. A műtrágyák megjelenéséig a szerves trágya mennyisége és minősége volt a növénytermesztés szűk keresztmetszete, mint korlátozottan rendelkezésre álló természetes talajferőtáplást biztosító anyag.

3. ábra A nitrogén-ciklus (britannica.com)

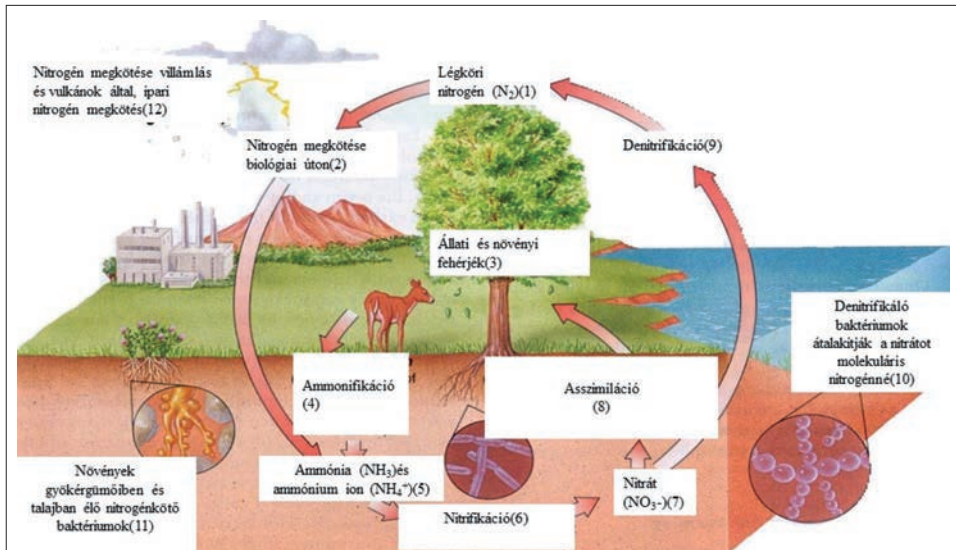


Figure 3. The nitrogen-cycle (britannica.com)

atmospheric nitrogen ( $N_2$ ) (1); biological nitrogen fixation (2); animal and plant proteins (3); ammonification (4); ammonia ( $NH_3$ ) and ammonium ( $NH_4^+$ ) (5); nitrification (6); nitrate ( $NO_3^-$ ) (7); assimilation (8); denitrification (9); denitrifying bacteria convert nitrates into molecular nitrogen (10); nitrogen fixing bacteria living in root nodules of some plants and soil (11); nitrogen fixation by lightning, volcanoes and commercial nitrogen fixation (12)

Fontos azt is kiemelni, hogy az állati termékek (pl. marhahús) előállításánál a természetes anyagkörforgás szerepének és jelentőségének figyelmen kívül hagyásán túl csaknem valamennyi esetben egyirányúan közelítik meg az állati termékek előállításához szükséges input szükségletet, így például a vizét (Menendez és mtsai, 2019). Az anyagmegmaradás törvénye az állatok, így a húsmarhák, vízfelvételeire is vonatkozik. A szarvasmarhák a vizeleten és a bélsáron kívül tejjel (amit húsmarhák esetében a borjaik szopnak ki és a tej víztartalmát anyjukhoz, azaz a kifejlett állatokhoz hasonló mértékben hasznosítanak), a nyállal és egyéb váladékkal is ürítik az ivóvízzel és a takarmánnyal felvett vizet. Emellett szervezeteik hőmérsékletének szabályozása érdekében párologtatnak is. Itt kell felhívni a figyelmet arra, hogy amennyiben egyetlen legelő állat, például húsmarha, sem lenne a legelőn akkor a gyeplépcső a lehetőségekhez képest maximális mértékben felhasználná a rendelkezésre álló vízmennyiséget, így a transpiráció és az evaporáció következtében a talaj vízkészlete el-, illetve felhasználnódna úgy, hogy közben semmilyen visszapótlás nem történne, ráadásul a gyepterem nem hasznosulna.

Azt is célszerű lenne figyelembe venni az ezzel kapcsolatos értékeléseknél, hogy a húsmarhák a marhahúson kívül bőrt, mint ipari alapanyagot, is előállítanak. További fontos szempont, hogy a Föld számos részén extrém, felsivatagi, körülmények között a húsmarhákval érdemben már nem hasznosítható gyepte-

riületen juhokkal húst, tejet, bőrt és gyapjút termelnek, (*D'odorico és mtsai, 2012; Hu és mtsai, 2019*).

Mindez jó példa arra, hogy a növényevő kérődző haszonállatokkal szemben kritikával élők egy-egy kiragadott, akár valós, tehát tudományosan megalapozott (pl. metán és ammónia kibocsátás), vagy nem megalapozott (pl. egységnyi marhahús termeléséhez felhasznált vízfogyasztás) állítással próbálják alátámasztani kifogásaikat. Emellett gyakran hivatkoznak a helytelen, nem szakszerű állattartás (pl. szakszerűtlen legeltetés) okozta károkra. Ugyanakkor fontos kiemelni, hogy a haszonállattartás kedvezőtlen megítélését alátámasztó egy-egy állítás önmagában való cáfolata nem elegendő, mert egy állítás áll szemben egy másik állítással. Ezért szakmailag helyes, tudományosan megalapozott rendszerszintű összefüggések ismertetése, valamint a szakmai szempontból jól kialakított gyakorlat bemutatása hozhat csak pozitív eredményt. Így van esély csak arra, hogy az állattenyésztés és az állattartás megítélése a köztudatban egyre nagyobb mértékben szakszerűen megalapozott, és egyúttal az állattenyésztés fejlesztését segítő legyen.

Összefoglalva, a szakszerű gyephasználat és legeltetés világviszonylatban mintegy 30-35%-ban járulhat hozzá az emberiség hús-, és jóval kisebb mértékben tej-, valamint ezen túlmenően természetes ipari alapanyag, így például bőr-, gyapjú-ellátásához (*Bodnár és mtsai, 2004; O'Mara, 2012*). Mindezt úgy biztosítja, hogy közben nő a talaj termőképessége, csökken az erózió és defláció kockázata. Természetesen a szakszerűtlen gyephasználat és legeltetés környezeti károkat is okozhat. Mindezek alapján kijelenthető, hogy nem a kérődző haszonállatok jelentik a valós környezeti kockázatot, hanem a szakszerűtlen állattartás, a nem megfelelő szakértelem, továbbá a mezőgazdasági, ezen belül az állattenyésztési, alapanyagokat helyettesítő vegyipar.

### *Tej és hús szerepe az egészséges táplálkozásban és a fenntartható fejlődésben*

Az állati eredetű élelmiszerek, így a tej- és tejtermékek, a hús- és húskészítmények, valamint a tojás- és tojáskészítmények fogyasztását sok kritika éri. Mivel ennek a szemlecikknek nem célja az ezekkel kapcsolatos tudományos ismeretek összevetése, ezért csak néhány fogyasztásukat alátámasztó megállapításokra térünk ki. A tej és a tojás, fajtól függetlenül, közel teljes biológiai értékű táplálék, ami azt jelenti, hogy gyakorlatilag mindent tartalmaz, ami az emberi szervezet számára szükséges, ráadásul mindezeket hasznosítható formában és megfelelő arányban (*Nys, 2004; Barłowska és mtsai, 2011; Fox, 2011; Guetouache és mtsai, 2014; Getaneh és mtsai, 2016; Thornig és mtsai, 2016; Godbert-Réhault, 2019*). A tejtermék utánzatok fejlesztését, elsősorban növényi eredetű alapanyagokra alapozva, azért szorgalmazták az 1968-as évektől kezdődően, hogy az elmaradott térségek éhezéssel lakossága számára biztosítsanak alternatív lehetőséget az éhezés megszüntetésére (*Meadows és mtsai, 1972*). A tejtermék utánzatok kifejlesztése az 1970-es évek közepére megtörtént ugyan, de fogyasztásuk nem az elmaradott térségekben, hanem éppen ellenkezőleg az élelmiszer túltermelésben lévő országokban valósult meg, elsősorban az EU-ban és Észak-Amerikában növelte a választékot. Ezt a növényi eredetű élelmiszerek iránti egyre nagyobb bizalom is segíti annak ellenére, hogy azok csak az alapanyagok mesterséges

módosításával állíthatók elő, tehát nem tekinthetők természetes élelmiszereknek. A helyzet ellentmondásosságát jól jellemzi, hogy bio vajízú margarin készítmények is vannak. A növénytermesztésnél a vegyszeres beavatkozásokat alapvetően korlátozzák, a termék előállítása során viszont a kémiai kezeléseket már nem veszik figyelembe. Nem szabad ennek tárgyalásánál azt sem figyelmen kívül hagyni, hogy a tejtermék imitátumok és a margarinok alapanyag ára töredéke a tejének, még a mai alacsony termelői árakhoz viszonyítva is, ami a késztermékek árában nem mutatkozik meg.

A hús és húskészítményekkel kapcsolatban is hasonló a helyzet. A hús a másik fontos teljes értékű és jól hasznosuló állati eredetű fehérjeforrásunk, amely az összes esszenciális aminosavat tartalmazza, amelyek a szervezet megfelelő működéséhez szükségesek (Vén, 2010; Pighin és mtsai, 2016; Bohrer, 2017; Wood, 2017). A hús emellett kiváló ásványi anyag és vitaminforrás is. Szervezetünk vízegyensúlyának biztosításában és a szív ritmusának normalizálásában két fontos makroelemnek van jelentős szerepe, a nátriumnak és a káliumnak. Ez a két, az emberi szervezet számára nélkülözhetetlen, ásványi anyag optimális arányban található meg a húsban (Bohrer, 2017; Wood, 2017).

A kérődző állatok húsa nagy mennyiségben (35-40%) tartalmaz telített zsírsavakat (SFA), amelyek élettani szempontból kedvezőtlenek, mert növelik a vér koleszterinszintjét. Emellett azonban 35-50%-ban tartalmaznak egyszerűen telítetlen zsírsavakat (MUFA), főképp a kedvező hatású olajsavat (C18:1), ami csökkenti a szív- és érrendszeri megbetegedések előfordulását (Csapó, 2004; Pighin és mtsai, 2016; Bohrer, 2017; Holló és mtsai, 2017; Wood, 2017). Szervezetünkben az omega-3 zsírsavakhoz tartozó eikozapentaénsav (EPA) és dokozahexaénsav (DHA) zsírsavakból gyulladáscsökkentő hatású anyagok, míg az omega-6 zsírsavak túlfogyasztásából eredően gyulladást fokozó hatású hormonszerű anyagok (eikozanoidok) keletkeznek (Simopolous, 2008). Fontos tehát ezen zsírsavak optimális aránya a szervezetben, amely megfelelő táplálkozással elérhető. Az ideális omega-3/omega-6 arány 1:1 és 1:4 közt van. A nyugati társadalmakban átlagosan mintegy 20-30x annyi omega-6 zsírsavat fogyasztanak, mint omega-3 zsírsavat (Simopolous, 2008; 2016). Az omega-6 zsírsav felvétel csökkentése érdekében előnyös a hal és kagyló valamint a kérődzők húsanak fogyasztása. A kérődzők húsa átlagosan 3% zsírt tartalmaz és a kalóriamennyiség kevesebb, mint 2%-a származik omega-6 zsírsavakból (Daley és mtsai, 2010; Hall, 2016; Renna és mtsai, 2019).

A tejjel és hússal kapcsolatban az emberi táplálkozásban betöltött jelentőségüket emeltük ki. Fontos ugyanakkor megemlíteni, hogy az élelmiszereket nem önmagukban, hanem a teljes napi táplálékfelvétel függvényében valamint az elfogyasztott élelmiszer (tej, hús- és ezek készítményeinek) valós minősége alapján lehet megítélni figyelembe véve, hogy egészséges vagy valamilyen érzékenységben, betegségben szenvedő emberről, embercsoportról van szó. Egy adott élelmiszerral, illetve élelmiszer-összetevővel szembeni intoleranciában vagy allergiában, így például laktóz (Misselwitz és mtsai, 2019; Louwagie, 2019), tejfehérje (Matthai és mtsai, 2020; DeMartins és mtsai, 2020), szója (Denorme és mtsai, 2019), mogyoró (Faisal és mtsai, 2019; Denorme és mtsai, 2019), mustár (Sharma és mtsai, 2019), zeller (Licari és mtsai, 2019), glutén (Fedor és mtsai, 2020; Scherf és mtsai, 2020) szenvedő emberek számára természetesen egészségtelen ezek

fogyasztása, míg a többi ember számára ugyanezek egészségesek lehetnek. Ezzel kapcsolatban fontos kiemelni, hogy a különböző funkcionális fejlesztések lehetővé teszik a tej- és húskészítmények minél szélesebb körben való fogyasztatóságát (Dekker és mtsai, 2019; Facioni és mtsai, 2020).

## KÖVETKEZTETÉSEK

Az autotróf és heterotróf élőlények anyagcseréjük révén, a magasabb rendű élőlények jelenléte nélkül is, alapvetően és döntő mértékben befolyásolják és szabályozzák környezetüket, így a levegő, a talaj és a víz összetételét, minőségét, valamint biztosítják az elemek körforgását.

A celluláz enzim révén a cellulózbontás alapvetően a prokariótákra (baktériumokra) jellemző és csak azok az elsősorban növényevő állatok képesek a rostot hasznosítani, amelyek tápcsatornájában a rostbontó mikroorganizmusok a gazdaszervezettel szimbiózisban élnek.

Attól függően, hogy a cellulózbontást a természetben hol és milyen körülmények között (aerob, anaerob, hőmérséklet, nedvesség, stb.) végzik az erre alkalmas mikrobiális szervezetek, azaz a talaj felszínén, a talajban, a magasabb rendű állatok szervezetében, vagy akár az ember által befolyásolt módon, alapvetően meghatározza hasznosságuk mértékét ökológiai, környezeti, gazdasági és társadalmi szempontjából egyaránt.

Bármelyik módon, a környezetben mikrobák által, az állati szervezetben, vagy a technológia által tervszerűen véghezvitt folyamatban történik a szerves anyagok bomlása, a folyamat végén, térben és időben eltérő mértékben és módon, de végső soron az eredeti állapot áll vissza. A szén esetében  $\text{CO}_2$  és metán, a nitrogén vonatkozásában pedig nitrogén-oxidok és  $\text{N}_2$  keletkeznek.

A Föld szárazföldi felületét hozzávetőleg 26%-ban gyeppel borítja. Ehhez hozzávéve a szavannás, erdei, cserjés és a tundra jellegű gyepeket is a földfelszín csaknem 40%-a gyeppelület, amelyen a Világ népességének több mint 38 %-a él.

Az erdő után a második leginkább klímabarát talajhasználati rendszer a gyeppelgazdálkodás. A természetes gyeptársulásoknak kedvező területeken (szavanna, sztyeppe övezet, sarkvidéki-alpesi gyepek) lévő természetes gyepeken, amennyiben nincs valamilyen korlátozó tényező (pl. emberi tevékenység, vízhiány) természetes módon a legelő és a növényevő (pl. kérődző) állatok jelenléte az adott ökoszisztéma meghatározó része. Létszámukat a potenciális takarmánybázis és egyéb korlátozó tényezők (pl. időjárási szélsőségek) határozzák meg.

A szakszerűtlen gyephasználat környezetkárosító, a szakszerű gyephasználat és a legeltetés viszont mintegy 30-35%-ban hozzájárulhat az emberiség hús-, és jóval kisebb mértékben a tej ellátáshoz, emellett természetes ipari alapanyag, így például bőr és gyapjú ellátásához is, de úgy, hogy közben nő a talaj termőképessége és csökken az erózió, defláció kockázata.

Amennyiben nem történik gyephasznosítás (legeltetés, és/vagy kaszálás) a nem gyepalkotó növényzetnek kedvező területen rövidebb-hosszabb átmeneti idő alatt az adott élőhelynek megfelelő növénytársulás (pl. cserjés-fás) alakul ki a rá jellemző állatvilággal. Abban az esetben viszont, ha a természetes gyepalkotók számára kedvező területen hagynak fel a gyephasznosítással (legeltetéssel és/vagy kaszálással), akkor olyan növényfajok és ezzel összefüggésben olyan társulások

jelennek meg, amelyek sem a környezet sem a tájgazdálkodás szempontjából nem kedvezőek. Ezeken a területeken emberi beavatkozás nélkül csak hosszabb távon alakulhat ki az adott területre és a gyepgazdálkodás előtti időre jellemző, ahhoz hasonló ökoszisztéma.

A növényevő állatok példát mutatnak korunk egyik legnagyobb problémájának megoldására, azaz a nagymennyiségű biológiailag lebontható biomassza hasznosításra, ennek révén pedig a légkör és a talajvíz védelmére, valamint talajaink szervesanyag-tartalmának növelésére. Az, hogy az emberiség a biológiailag lebontható biomasszát milyen mértékben és hogyan hasznosítja, a szén és nitrogén mikor, meddig és milyen szervesanyagokat alkot, továbbá, hogy azt emberi beavatkozás esetén hogyan hasznosítja nagyrészt rajtunk, embereken múlik.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Abagandura, G. O. - Chiantala, R. - Sandhu, S. S. - Kumar, S. - Schumacher, T. E.* (2019): Effects of biochar and manure applications on soil carbon dioxide, methane, and nitrous oxide fluxes from two different soils. *J. Environ. Qual.*, 48. 1664-1674.
- Asner, G. P. - Elmore, A. J. - Olander, L. P. - Martin R. E. - Harris, A. T.* (2004): Grazing systems, ecosystem responses and global change. *Ann. Rev. Environ. Res.*, 29. 261–299.
- Bain, I.* (2010): Sustainable development in Western China: Managing people, livestock and grasslands in pastoral areas. *Mountain Res. Develop.*, 30. 59-60.
- Bajaj, P. - Mahajan, R.* (2019): Cellulase and xylanase synergism in industrial biotechnology. *Appl. Microbiol. Biotech.*, 103. 8711-8724.
- Bajnok, M. - Halász, A. - Sziggyártó, A. - Tasi, J.* (2018): A területhasználat hatása felhagyott szántó gyepesedési folyamatára. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 16. 3-10.
- Bakker, E. S. - Ritchie, M. E. - Olf, H. - Milchunas, D. G. - Knops, J. M. H.* (2006): Herbivore impact on grassland plant diversity depends on habitat productivity and herbivore size. *Ecol. Lett.*, 9. 780-788.
- Bánszki, T.* (1993): Szervestratégiazás. In: *Vinczeffy I.* (szerk.): *Legelő- és gyepgazdálkodás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest*, 152-153.
- Bardgett, R. - Freeman, C. - Ostle, N.* (2008): Microbial contributions to climate change through carbon cycle feedbacks. *ISME J.* 2. 805-814.
- Barlowska, J. - Szwajkowska, M. - Litwinczuk, Z. - Król, J.* (2011): Nutritional value and technological suitability of milk from various animal species used for dairy production. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 10. 291 – 302.
- Bengtsson, J. - Bullock, J. M. - Egoh, B. - Everson, C. - Everson, T. - O'Connor, T. - O'Farrell, P. J. - Smith, H. G. - Lindborg, R.* (2019): Grasslands—more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere*, 10. 12582.
- Bhat, M. K. - Bhat, S.* (1997): Cellulose degrading enzymes and their potential applications. *Biotechnol. Adv.*, 15. 583-620.
- Bon, M. P. - Inga-Gunnarsdotter, K. - Svala-Jónsdóttir, I. - Utsi, T. A. - Soininen, E. M. - Brathen, K. A.* (2020): Interactions between winter and summer herbivory affect spatial and temporal plant nutrient dynamics in tundra grassland communities. *OIKOS*, 129. 1229-1242.
- Bodnár, Á. - Kispál, T. - Tasi, J.* (2002): Using quality assurance in grassland and grass forage production. In: *Durand, J. - Emile, J. - Huyghe, C.-H. - Lemaire, G.* (szerk.): *Multi-function grasslands: quality forages, animal products and landscapes. Proceedings of the 19th general meeting of the European Grassland Federation, Versailles, AFFF*, 1016-1017.
- Bodnár, Á. - Kispál, T. - Tasi, J. - Kovács, P.* (2004): Role of quality safety systems in grass forage production and conservation. *Silvopastor. Sustain. Manag.*, 122-125.

- Bohrer, B. M. (2017): Nutrient density and nutritional value of meat products and non-meat foods high in protein. *Trends Food Sci. Technol.*, 65. 103-112.
- Bond, W. J. (2016): Ancient grasslands at risk. *Science*, 351. 120–122.
- Boross, L. (1993): Az élő anyag és a környezete közötti kölcsönhatások. In: *Boross L. – Sajgó, M.* (szerk.): *A biokémia alapjai*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 13.
- Borsodi, A. (2013): A nitrogén körforgalma. In: *Borsodi, A. - Felföldi, T. - Jáger, K. - Makk, J. – Márialigeti, K. - Romsics, Cs. - Tóth, E. - Bánfi, R. - Pohner, Zs. - Vajna, B.*: *Bevezetés a prokarióták világába*. Eötvös Loránd Tudományegyetem [https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0073\\_bevezetes\\_prokariotak\\_vilagaba/ch09s02.html](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop412A/2011-0073_bevezetes_prokariotak_vilagaba/ch09s02.html)
- Bremner, J. M. - Blackmer, A. M. - Waring, S. A. (1980): Formation of nitrous oxide and dinitrogen by chemical decomposition of hydroxylamine in soils. *Soil Biol. Biochem.*, 12. 263-269.
- Brümmer, C. - Brüggemann, N. - Butterbach-Bahl, K. - Falk, U. - Szarzynski, J. - Viehauer, K. - Wassmann, R. - Papen, H. (2008): Soil-atmosphere exchange of N<sub>2</sub>O and NO in near-natural savanna and agricultural land in Burkina Faso (W. Africa). *Ecosystem*, 11. 582-600.
- Busary, A. M. - Kukul, S. S. - Kaur, A. - Bhatt, R. - Dulazy, A. A. (2015): Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *Int. Soil Water Conservat. Res.*, 3. 119-129.
- Butterbach-Bahl, E. M. - Baggs, M. - Dannenmann, R. - Kiese, S. - Zechmeister-Boltenstern, K. (2013): Nitrous oxide emissions from soils: how well do we understand the processes and their controls? *Philos. Trans. R. Soc. B: Biol. Sci.*, 368. 22.
- Caia, A. - Xua, M. - Boren, W. - Zhanga, W. - Liangb, G. - Houc, E. - Luob, Y. (2019): Manure acts as a better fertilizer for increasing crop yields than synthetic fertilizer does by improving soil fertility. *Soil Tillage Res.*, 189. 168-175.
- Chapuis, L. - Lardy, H. - Wrage, N. - Metay, A. - Chotte, J.L. - Bernoux, M. (2007): Soils, a sink for N<sub>2</sub>O? A review. *Glob. Change Biol.*, 13. 1-17.
- Chakraborty, D. - Sarkar, N. - Biswas, I. - Jacob, S. (2020): Molecular aspects of prokaryotic and eukaryotic cellulases and their modulation for potential application in biofuel production. In: *Kuila, A. - Sharm, V. eds.*: *Genetic and metabolic engineering for improved biofuel production from lignocellulosic biomass*. Elsevier, Amsterdam, 81-85.
- Chao, J. - Yeh, E. T. - Holden, N. - Ren, Z. (2013): The roles of overgrazing, climate change and policy as drivers of degradation of China's grasslands. *Nomadic Peoples*, 17. 82-101.
- Cole, J. K. - Hutchison, J. R. - Renslow, R. S. - Young-Mo, K. - William B. C. - Heather, E. - Dohnalkova, A. C. - Dehong, H. - Metz, T. O. - Fredrickson J. K. - Lindemann, S. R. (2014): Phototrophic biofilm assembly in microbial-mat-derived unicyanobacterial consortia: model systems for the study of autotroph-heterotroph interactions. *Front. Microbiol.*, 5. 109. doi: 10.3389/fmicb.2014.00109
- Collatli, A. - Tjoelker, M. G. - Hoch, G. - Makela, A. - Guidolotti, G. - Heskel, M. - Petit, G. - Ryan, M. G. - Battipaglia, G. - Matteucci, G. - Prentice, I. C. (2020): Plant respiration: Controlled by photosynthesis or biomass? *Global Change Biol.*, 26. 1739-1753.
- Cooper, C. (2009): A technical basis for carbon dioxide storage. <http://www.scribd.com/doc/35693204/A-Technical-Basis-forCarbon-Dioxide-Storage>.
- Csapó, J. (2004): Zsírsvak az állati szövetekben. *A Hús*, 14. 231-239.
- Daley, C. - Abbott, A. - Doyle, P. S. - Nader, A. G. - Larson, S. (2010): A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutr. J.*, 9. 10. doi: 10.1186/1475-2891-9-10
- Dengler, J. - Janišova, M. - Torok, P. - Wellstein, C. (2014): Biodiversity of Palaearctic grasslands: A synthesis. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 182. 1-14.
- Dekker, P. J. - Loenders, D. - Bruins, M. (2019): Lactose free dairy products: market development, production, nutrition and health benefits. *Nutrients*, 11. 551.
- DeMartinis, M. - Sirufo, M. M. - Suppa, M. - Ginaldi, L. (2020): New perspectives in food allergy. *Int. J. Mol. Sci.*, 21. 1474.
- Denorme, P. - Schrijvers, R. - Hoevyld, E. V. - Verfaillie, S. (2019): Isotretinoin in severe peanut- and soy-allergic patients: Is it safe or not? *J. Invest. Allerg. Clin. Immunol.*, 29. 146-148.



- Dienes, D.* (2006): Celluláz enzimek hatása a szekunder rostok tulajdonságaira. PhD. értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. 9-16.
- Dusenge, M. E. - Duarte, A. G. - Way, D. A.* (2019): Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO<sub>2</sub> and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration. *New Phytologist*, 221. 32-49.
- Facioni, M. S. - Rasini, B. - Piraci, F. - Cenas, H.* (2020): Nutritional management of lactose intolerance: the importance of diet and food labelling. *J. Translat. Med.*, 18. 1. doi: 10.1186/s12967-020-02429-2
- FAO (2020): <http://www.fao.org/3/y8344e/y8344e05.htm> Grassland of the world.
- FAO (2010): Global forest resources assessment 2010 - Main Report. FAO [Forestry Paper No. 163], Rome. Available at: <http://www.fao.org/docrep/013/i1757e/i1757e00.htm>.
- Faisal, S. - Shi, A. - Ashley, J. - Kronfel, C. M.* (2019): Peanut allergy: characteristics and approaches for mitigation: Strategies to mitigate peanut allergy. *Compr. Rev. Food Sci. Food Safety*, 18. 1361-1387.
- Fedor, I. - Zöld, É. - Barta, Zs.* (2020): A gluténérzékenység extraintestinalis spektruma. *Orvosi Hetilap*, 160. 1327-1334.
- Firestone, M. K. - Tiedje, J. M.* (1979): Temporal change in nitrous oxide and dinitrogen from denitrification following onset of anaerobiosis. *Appl. Environ. Biotechnol.*, 38. 673-679.
- Fox, P. F.* (2011): Milk. In: *Fox, J. P. - Fuquay, J. W. (szerk.): Encyclopedia of dairy sciences.* Elsevier, Amsterdam, 458-466.
- Gács, I.* (2013): A szén-dioxid eltávolítása. In: *Gács, I. szerk: Szén-dioxid leválasztás és eltávolítás.* Egyetemi jegyzet. Budapesti Műszaki Egyetem, 102.
- Galbe, M - Zacchi, G.* (2002): A review of the production of ethanol from softwood. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 59. 608-628.
- Getaneh, G. - Mebrat, A. - Wubie, A. - Kendie, H.* (2016): Review on goat milk composition and its nutritive value. *J. Nutr. Health Sci.*, 3. 401. doi: 10.15744/2393-9060.3.401
- Gibon, A.* (2005): Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level. *Livest. Prod. Sci.*, 96. 11-31.
- Glick, B. R. - Pasternak, J. J.* (1989): Isolation, characterization and manipulation of cellulase genes. *Biotechnol. Adv.*, 7. 361-386.
- Godbert-Réhault, S.* (2019): The golden egg: Nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. *Nutrients*, 11. 1-26.
- Gonzalez-Meler, M. A. - Taneva, L. - Trueman, R. J.* (2004): Plant respiration and elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration: Cellular responses and global significance. *Ann. Bot.*, 94. 647-656.
- Gruber, F.* (1954): Rét és legelő. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 374.
- Guetouache, M. - Guessas, B. - Medjekal, S.* (2014): Composition and nutritional value of raw milk. *Iss. Biol. Sci. Pharm. Res.*, 2. 115-122.
- Hall, N.* (2016): Fatty acids in beef from grain- and grass-fed cattle: the unique South African scenario. *S. Afr. J. Clin. Nutr.*, 2. 55-56.
- Hamed, M. - Fasihnikou, T. - Afshin, A. - Bujang, K. H. - Westgate, P. - Ball, J. R. - Pourakbar, S.* (2016): Laboratory-scale model of carbon dioxide deposition for soil stabilisation. *J. Rock Mech. Geotech. Eng.*, 8. 178-186.
- Hanson, P. J. - Edwards, N. T. - Garten, C. T. - Andrews, J. A.* (2000): Separating root and soil microbial contributions to soil respiration: a review of methods and observations. *Biogeochemistry*, 48. 115-146.
- Hanson, R. S. - Hanson, T. E.* (1996): Methanotrophic bacteria. *Microbiol. Rev.*, 60. 439-471.
- Hénault, C. - Bourennane, H. - Ayzac, A.* (2019): Management of soil pH promotes nitrous oxide reduction and thus mitigates soil emissions of this greenhouse gas. *Sci. Rep.*, 9. 20182. doi:10.1038/s41598-019-56694-3
- Hoffmann, S. - Berecz, K. - Bálint, Á. - Heltai, Gy.* (2013): Ásványi- és szervesanyagok hatása a termésre és a CO<sub>2</sub>-termelésre szántóföldi és tenyészedény-kíséreltben. *Agrokémia és Talajtan*, 62. 163-176.

- Holló, I. - Húth, B. - Polgár, J. P. - Holló, G. (2017): A marhahús minőségét befolyásoló tényezők. A húsmarhatenyésztés időszzerű kérdései. MTA, Budapest
- Howard, S.C. - Farrington, D. (1958): Stability of nitric oxide over a long time interval. *J. Phys. Chem.*, 62. 360-361.
- Hu, Y. - Huang, J. - Hou, L. (2019): Impacts of the grassland ecological compensation policy on household livestock production in China: An empirical study in Inner Mongolia. *Ecol. Econ.*, 161. 248-256.
- Huntsinger, L. - Hopkinson, P. (1996): Viewpoint: Sustaining rangeland landscapes: A social and ecological process. *J. Range Manag.*, 49. 167-173.
- Innocent, M. - Pritchard, D. - Murray-Prior, R. - Collins, D. (2020): Nitrogen value of stockpiled cattle manure for crop production. *Afr. J. Agric. Res.*, 16. 574-584.
- Janssen, J. A. M. - Rodwell, J. S. - Garcia Criado, M. - Gubbay, S. - Haynes, T. - Nieto, A. - Sanders, N. - Landucci, F. - Loidi, J. - Valachovic, M. (2016): European red list of habitats - Part 2. Terrestrial and freshwater habitats. European Union, Luxembourg, 38.
- Kiss, T. - Lévai, P. - Ferencz, Á. - Szentes, Sz. - Hufnagel, L. - Nagy, A. - Balogh, Á. - Pintér, O. - Saláta, D. - Házi, J. - Tóth, A. - Wichmann, B. - Penksza, K. (2011): Change of composition and diversity of species and grassland management between different grazing intensity – in Pannonian dry and wet grasslands. *Appl. Ecol. Environ. Res.*, 9. 197-230.
- Kiss, T. (2012): Eltérő mezőgazdasági hasznosítású alföldi gyepek cönológiai, gyepgazdálkodási és természetvédelmi célú vizsgálata és értékelése. Doktori (PhD) Értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Krauss, M. - Berner, A. - Perrochet, F. - Frei, R. - Niggli, U. - Mader, P. (2020): Enhanced soil quality with reduced tillage and solid manures in organic farming – a synthesis of 15 years. *Sci. Rep.*, 10. 4403.
- Kuzniar, A. - Furtak, K. - Włodarczyk, K. - Stepniewska, Z. - Wolinska, A. (2019): Methanotrophic bacterial biomass as potential mineral feed ingredients for animals. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 16. 2674.
- Le Noë, J. - Billen, G. - Garnier, J. (2019): Carbon dioxide emission and soil sequestration for the French agro-food system: Present and prospective Scenarios. *Front. Sustain. Food Syst.*, 3:19. doi: 10.3389/fsufs.2019.00019
- Lemaire, G. (2007): Research priorities for grassland science: the need of long term integrated experiments networks. *Rev. Brasil. Zootec.*, 36. 93-100.
- Licari, A. - Manti, S. - Marseglia, A. - Brambilla, I. (2019): Food allergies: current and future treatments. *Medicina*, 55. 120. doi: 10.3390/medicina55050120
- Liu, R. - Hu, H. - Suter, H. - Hayden, H. L. - He, J. - Mele, P. - Chen, D. (2016): Nitrification is a primary driver of nitrous oxide production in laboratory microcosms from different land-use soils. *Front. Microbiol.* 7. 1373. doi: 10.3389/fmicb.2016.01373
- Louwagie, V. S. (2019): Lactose intolerance. *J. Am. Acad. Phys. Assist.*, 32. 49-50.
- Ludwig, J. - Meixner, F. X. - Vogel, B. - Förstner, J. (2011): Soil-air exchange of nitric oxide: an overview of processes, environmental factors, and modeling studies. *Biogeochemistry*, 52. 225-257.
- Mandels, M. (1975) Microbial sources of cellulase. *Biotechnol. Bioeng. Symp.* 5. 81-105.
- Matthai, J. - Sathisekharan, M. - Poddar, U. - Sibal, A. - Srivastava, A. - Waikar, Y. - Malik, R. - Ray, G. - Geetha, S. - Yachha, S. K. (2020): Guidelines on diagnosis and management of cow's milk protein allergy. *Ind. Pediatr.*, 57. 723-729.
- Meadows, D. H. - Meadows, D. L. - Randers, J. - Behrens III. W. W. (1972): The limits of growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of Mankind. Universe, 205.
- Mendelez, H. - Turner, B. J. - Tedeschi, L. (2019): A modeling framework to assess the impact of the texas beef cattle water footprint on livestock sustainability. *J. Anim. Sci.*, 97. 147-147.
- Metera, E. - Sakowsky, T. - Sloniewsky, T. - Romanowicz, B. (2010): Grazing as a tool to maintain biodiversity of grassland - a review. *Anim. Sci.*, 28. 315-334.

- Misselwitz, B. - Butter, M. - Verbeke, K. - Fox, M. R.* (2019): Update on lactose malabsorption and intolerance: pathogenesis, diagnosis and clinical management. *Gut*, 68. 2080-2091.
- Molnár, T. G.* (2012): Környezeti hatások a depóniagáz mennyiségi, illetve minőségi jellemzőire. PhD. értekezés, Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Nagy, G. - Tasi, J.* (2017): A legelők és a legeltetés szerepe a húsmarhatartásban. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 66. 347.
- Nagyné Tajti, É.* (2018): Tejcukor-érzékenység, laktóztolerancia. *Hypertonia*, 1. 1-4.
- Nalule, A. S.* (2010): Social management of rangelands and settlement in Karamoja subregion. European Commission, Humanitarian Aid and FAO, Kampala
- Nauman, A. - Khan, M. N. - Ashraf, M. S. - Ijaz, S. - Saeed-ur-Rehman, H. - Abdullah, M. - Ahmad, N. - Akram, M. H. - Farooq, M.* (2020): Influence of different organic manures and their combinations on productivity and quality of bread wheat. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*, 20. 1949-1960.
- Nippert, J. - Briggs, J.* (2014): *Grassland Ecology* In: *Monson, K.* (ed.): *Ecology and the Environment*, Springer, New York, 392-408.
- Notheisz, E. - Zsigmond, Á.* (2008): Szerves kémia. Szegedi Tudományegyetem, Szerves Kémiai Tanszék, Szeged, 3-46.
- Nys, Y.* (2004): The nutritional value of eggs. *Prod. Anim. Paris Institut National de la Recherche Agronomique*, 17. 385-393.
- O'Mara, F. P.* (2012): The role of grasslands in food security and climate change. *Ann. Bot.* 110. 1263-1270.
- Oertel, C. - Matschullat, J. - Zurba, K. - Zimmermann, F. - Erasmí, S.* (2016): Greenhouse gas emissions from soils - A review. *Geochemistry*, 76. 327-352.
- Olf, H. - Ritchie, M. E.* (1998): Effects of herbivores on grassland plant diversity. *Trends in Ecology and Evolution*, 13. 261-265.
- Ontl, T. A. - Schulte, L. A.* (2012): Soil carbon storage. *Nature Education Knowledge*, 3. 35.
- Ozlu, E. - Sandhu, S. S. - Kumar, S.* (2019): Soil health indicators impacted by long-term cattle manure and inorganic fertilizer application in a corn-soybean rotation of South Dakota. *Sci. Rep.*, 9. 11776. doi:10.1038/s41598-019-48207-z
- Owen, D.* (2008): Climate change and environmental assessment Law, 33 Colum. *J. Env. Law*, 57.
- D'Odorico P. - Okin, G. S. - Bestelmeyer, B. T.* (2012): A synthetic review of feedbacks and drivers of shrubencroachment in arid grasslands. *Ecohydrology*, 5. 520-530.
- Pakemen, J. R. - Fielding, D. A. - Everts, L. - Littlewood, N. A.* (2019): Long-term impacts of changed grazing regimes on the vegetation of heterogeneous upland grasslands. *J. Appl. Ecol.*, 56. 1794-1805.
- Pál, G.* (2013): A bioenergetika alapjai és az anyagcsere áttekintése. In: *Nyitrai L. - Pál, G.* szerk.: *A biokémia és a molekuláris biológia alapjai*. Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest.
- Palma, C.* (2019): Methods for the treatment of cattle manure-A review. *J. Carbon Res.*, 5. 27.
- Pápay, J.* (2011): A szén-dioxid visszasajtolásának tapasztalatai az olajipar területén. *Magyar Tudomány*, 4. 444-448.
- Penksza, K. - Szentés, Sz. - Dannhauser, C. - Loksa, G. - Házi, J.* (2010): A legeltetés hatása a gyepekre és természetvédelmi vonatkozásai a Tapolcai- és a Káli- medencében. *Természetvédelmi Közlemények*, 16. 25-49.
- Penksza, K. - Házi, J. - Tóth, A. - Wichmann, B. - Pajor, F. - Gyuricza, Cs. - Póti, P. - Szentés, Sz.* (2013): Eltérő hasznosítású szürkemarha legelő szezonális táplálóanyag tartalom alakulás, fajdiverzitás változása és ennek hatása a biomasza mennyiségére és összetételére nedves pannon gyepekben. *Növénytermelés*, 62. 73-94.
- Peirano, C. - Guerrero, L. - Barahona, A. - Montalvo, S. - Huilínir, C. - da Silva, C. - Borja, R.* (2019): Assessment of simultaneous autotrophic-heterotrophic denitrification with high removal of nitrogen, sulfur and carbon: optimization through response surface methodology. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 95. 631-638. doi: 10.1002/jctb.6244

- Pighin, D. - Pazos, A. - Chamorro, V. - Paschetta, F. - Cunzolo, S. - Godoy, F. - Messina, V. - Pordomingo, A. - Grigioni, G. (2016): A contribution of beef to human health: A review of the role of the animal production systems. *Sci. World J.*, 10. 8681491. doi: 10.1155/2016/8681491
- Póti, P. (2019): A gyepre alapozott állattenyésztés előtt álló kihívások. VII. Gödöllői Állattenyésztési Nap, Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Prosser, J. I. - Hink, L. - Gubry-Rangin, C. - Nicol, G. W. (2020): Nitrous oxide production by ammonia oxidizers: Physiological diversity, niche differentiation and potential mitigation strategies. *Global Change Biol.*, 26. 103-118.
- Rádics, J. P. - Jóri, J. I. - Fenyvesi, L. (2015): A talajművelés hatása a talaj CO<sub>2</sub> kibocsátására. In: Madarász, B. (szerk) 2015. Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon.. MTA CSFK FTI, Budapest, 86-103.
- Ranjan, S. - Todd, Z. R. - Rimmer, P. B. - Sasselov, D. D. - Babbín, A. R. (2019): Nitrogen oxide concentrations in natural waters on early Earth. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 20. 2021-2039.
- Reddy, N. - Crohn, D. M. (2019): Quantifying the effects of active and cured greenwaste and dairy manure application and temperature on carbon dioxide, nitrous oxide, and dinitrogen emissions from an extreme saline-sodic soil. *Catena*, 173. 83-92.
- Renna, M. - Brugipaglia, A. - Zandari, E. - Destefanois, G. - Pradini, A. - Moschini, M. (2019): Fatty acid profile, meat quality and flavour acceptability of beef from double-muscled Piemontese young bulls fed ground flaxseed. *Ital. J. Anim. Sci.*, 18. 355-365.
- Richard, T. C. - Paustian, K. (2002): Potential soil carbon sequestration in overgrazed grassland ecosystems. *Global Biogeochem. Cycles*, 16. 1143-1152.
- Robertson, G. P. - Tiedje, J. M. (1987): Nitrous oxide sources in aerobic soils: Nitrification, denitrification and other biological processes. *Soil Biol. Biochem.*, 19. 187-193.
- Roman-Perez, G. - Moaied, M. - Soler, J. M. - Yndurain, F. (2010): Stability, adsorption and diffusion of CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub> in clathrate hydrates. *Phys. Rev. Lett.*, 105. 14. 145901. doi:10.1103/PhysRevLett.105.145901
- Saláta, D. - Malatinszky, Á. - Penksza, K. - Kenéz, Á. - Szabó, M. (2009): Adatok a Bakony erdei állattartásához. *Folia Musei Historico-Naturalis Bakonyiensis. A Bakonyi Természettudományi Múzeum Közleményei*, 26. 7-19.
- Saláta, D. - Wichmann, B. - Házi, J. - Falusi, E. - Penksza, K. (2011): Botanikai összehasonlító vizsgálat a cserépfalui és az erdőbényei fás legelőn. *AWETH*, 7. 234-262.
- Saláta, D. - Falusi, E. - Wichmann, B. - Házi, J. - Penksza, K. (2012): Faj- és vegetáció-összetétel elemzése eltérő legeltetési terhelés alatt a cserépfalui és az erdőbényei fáslegelők különböző növényzeti típusaiban. *Botanikai Közlemények*, 99. 143-159.
- Schauffler, G. - Kitzler, B. - Schindblacher, A. - Skiba, U. - Sutton, M. A. - Zechmeister-Boltestern, S. (2010): Greenhouse gas emissions from European soils under different land use: effects of soil moisture and temperature. *Soil Sci.*, 61. 456-472.
- Scherf, K. A. - Catassi, C. - Chidro, F. - Cilitria, P. J. - Feighery, C. - Koning, F. - Lundh, K. E. A. - Schuppan, D. - Smulders, M. J. M. - Tranquet, O. - Troncones, R. - Koehler, P. (2020): Recent progress and recommendations on celiac disease from the working group on prolamin analysis and toxicity. *Front. Nutr.*, 7. doi: 10.3389/fnut.2020.00029
- Sharma, A. - Verma, A. K. - Gupta, R. K. (2019): A comprehensive review on mustard-induced allergy and implications for human health. *Clin. Rev. Allergy Immunol.*, 57. 39-54.
- Simopoulos, A. P. (2008): The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. Med.*, 233. 674-688.
- Simopoulos, A. P. (2016): An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. *Nutrients*, 8. 128.
- Squires, V. R. - Milner, H. M. - Daniell, K. A. (2014): *River basin management: Understanding people and place*. CRC Press, Boca Raton, 510.
- Squires, V. R. (szerk.) (2015): *Rangeland ecology, management and conservation benefits*. NOVA Press, New York, 356.

- Squires, V. R. - Dengler, J. - Haiying, F. - Limin, H. (szerk.) (2018): Grasslands of the world: Diversity, management and conservation. CRC Press, Boca Raton, 412.
- Steinfeld, H. - Gerber, P. - Wassenaar, T. - Castel, V. - Rosales, M. - de Haan, C. (2006): Livestock's long shadows - Environmental Issues and Options. FAO, Rome, 390.
- Stevens, R. J. - Laughlin, R. J. - Burns, L. C. - Arah, J. R. M. - Hood, R. C. (1997): Measuring the contributions of nitrification and denitrification to the flux of nitrous oxide from soil. *Soil Biol. Biochem.*, 29. 139-151.
- Strangeland, K. - Kalai, D. - Li, H. - Yu, Z. (2017): CO<sub>2</sub> methanation: The effect of catalysts and reaction conditions. *Energy Procedia*, 105. 2022-2027.
- Sühs, R. B. - Giehl, E. L. H. - Peroni, N. (2020): Preventing traditional management can cause grassland loss within 30 years in southern Brazil. *Sci. Rep.*, 10. 783.
- Szabó, G. - Zimmermann, Z. - Bartha, S. - Szentés, Sz. - Sutyinszki, Zs. - Penksza, K. (2011): Botanikai, természetvédelmi és gyepgazdálkodási vizsgálatok Balaton-felvidéki szarvasmarha legelőkön. *Tájökológiai Lapok*, 9. 431-440.
- Szafrańek-Nakoneczna, A. - Wolinska, A. - Zielenkiewicz, U. - Kowanczyk, A. - Stepnievska, Z. - Blaszczyk, M. (2018): Activity and identification of methanotrophic bacteria in arable and no-tillage soils from Lublin region (Poland). *Microb. Ecol.*, 77. 701-712.
- Szigetvári, Cs. (2015): Legeltetés, gyepré alapozott állattartás természetvédelmi szempontú értékelése. Közös tanulmány a legeltetési módokról a természetvédelem érdekeit figyelembe véve. Készült a «Természetvédelmi szempontú legelőgazdálkodás és a kárpáti borzderes szarvasmarha megőrzése a Bereg határon átnyúló régiójában» (HUSKROUA/1101/094) projekt keretében. E-misszió Természet- és Környezetvédelmi Egyesület, Nyíregyháza, 22.
- Tasi, J. (2010): Gyepgazdálkodás. Egyetemi jegyzet, SZIE, Gödöllő, 94.
- Tasi, J. (2019): Gyepek tápanyagellátása szerves eredetű trágyákkal. *Magyar Állattenyésztők Lapja*, 2. 30-31.
- Terrado, R. - Pasulka, A. - Lie, A. Y. - Heidelberg B. K. - Caron, D. A. (2017): Autotrophic and heterotrophic acquisition of carbon and nitrogen by a mixotrophic chrysophyte established through stable isotope analysis. *ISME J.* 11. 2022-2034.
- Thomas, P. A. - Overbeck, G. - Müller, S. C. (2019): Restoration of abandoned subtropical highland grasslands in Brazil: mowing produces fast effects, but hay transfer does not. *Acta Bot. Brasil.*, 33. 3. doi: 10.1590/0102-33062018abb0377
- Thornig, T. - Raben, A. - Tholstrup, T. (2016): Milk and dairy products: Good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. *Food Nutr. Res.*, 60. 32527. doi: 10.3402/fnr.v60.32527
- Török, G. - Bakos, Gy. M. - Kasperné Szél, Zs. - Béres, A. - Tasi, J. (2013): Túlérett kecsketrágyával végzett szervestrágyázás a vegetációs időszak alatt. *Gyepgazdálkodási Közlemények*, 1-2. 58-62.
- Ulmer, U. - Dingle, T. - Duchesne, P. N. (2019): Fundamentals and applications of photocatalytic CO<sub>2</sub> methanation. *Nat. Commun.* 10. 3169. doi:10.1038/s41467-019-10996-2
- Ussiri, R. - Lal, K. (2013): Soil emission of nitrous oxide and its mitigation. Springer, Dordrecht, 378.
- Vadstein, O. - Andersen, T. - Reinertsen, H. R. - Olsen, Y. (2012): Carbon, nitrogen and phosphorus resource supply and utilisation for coastal planktonic heterotrophic bacteria in a gradient of nutrient loading. *Marine Ecol. Progr.*, 447. 55-75.
- Vén, Cs. (2010): A marhahús érésének vizsgálata, az érlelési technológia fejlesztése, Doktori (PhD) értekezés, Budapest, 5.
- Vignesh, K. - Bartlett, J. - Pillai, S. C. (2020): Photoelectrochemical conversion of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) into fuels and value-added Products. *ACS Energy Lett.*, 5. 486-519.
- Voigt, C. - Lamprecht, R. E. - Marushchak, M. E. - Lind, S. E. - Novakovsky, A. - Aurela, M. - Martikainen, P. J. - Biasi, C. (2017): Warming of subarctic tundra increases emissions of all three important greenhouse gases – carbon dioxide, methane, and nitrous oxide. *Global Change Biology*, 23. 3121-3138.

- Wan, H. - Bay, Y. - Hooper, D. U. - Schönbach, P. - Gierus, M. - Schiborra, A. - Taub, F. (2015): Selective grazing and seasonal precipitation play key roles in shaping plant community structure of semi-arid grasslands. *Landscape Ecol.*, 30. 1767–1782.
- Wang, M. - Liao, W. (2004): Carbon monoxide as a signaling molecule in plants. *Front. Plant Sci.*, 7. 572. doi: 10.3389/fpls.2016.00572
- Wang, L. - Delgado-Baquerizo, M. - Zhao, X. - Zhang, M. - Song, Y. - Cai, J. - Chang, Q. - Li, Z. - Chen, Y. - Liu, J. - Zhu, H. - Wang, D. - Han, G. (2020): Livestock overgrazing disrupts the positive associations between soil biodiversity and nitrogen availability. *Funct. Ecol.*, 34. 1713-1720.
- Wen, Y. - Chen, Z. - Dannenmann, M. (2016): Disentangling gross N<sub>2</sub>O production and consumption in soil. *Sci. Rep.*, 6. 36517. doi: 10.1038/srep36517
- Wesche, K. - Ambarli, D. - Kamp, J. - Torok, P. - Treiber, J. - Dengler, J. (2016): The Palaearctic steppe biome: A new synthesis. *Biodivers. Conserv.*, 25. 2197-2231.
- Wilson, J. B. - Peet, R. K. - Dengler, J. - Partel, M. (2012): Plant species richness: The world records. *J. Veg. Sci.*, 23. 796–802.
- Wood, J. D. (2017): Meat composition and nutritional value. In: *Toldra, F.* (szerk): *Lawrie's meat science*. Elsevier, Amsterdam, 635-659.
- Wrage-Mönnig, N. - Strodhoff, J. - Hilario, M. C. - Kayser, M. (2011): Phytodiversity of temperate permanent grasslands: Ecosystem services for agriculture and livestock management for diversity conservation. *Biodivers. Conservat.*, 20. 1-23.
- Wu, G. - MinChen, X. - Ling, J. - Li, F. - Li, F. Y. - Peixoto, L. - Wen, Y. - Zhou, S. L. (2020): Effects of soil warming and increased precipitation on greenhouse gas fluxes in spring maize seasons in the North China Plain. *Sci. Tot. Env.*, 734. 139269. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139269
- Yamulki, S. - Jarvis, S. C. (2002): Short-term effects of tillage and compaction on nitrous oxide, nitric oxide, nitrogen dioxide, methane and carbon dioxide fluxes from grassland. *Biol. Fertil. Soils*, 36. 224–231.
- Yao, B. - Hu, Q. - Zhang, G. - Yi, Y. - Xiao, M. - Wen, D. (2020): Effects of elevated CO<sub>2</sub> concentration and nitrogen addition on soil respiration in a Cd-contaminated experimental forest microcosm. *Forests*, 11. 260. doi:10.3390/f11030260
- Zhang, J. - Zhang, L. - Liu, W. (2014): Livestock-carrying capacity and overgrazing status of alpine grassland in the Three-River Headwaters region, China. *J. Geogr. Sci.*, 24. 303-312.
- Zhang, T. - Wei, N. - Wu, G. (2020): Autotrophic nitrogen removal and potential microbial interactions in anammox systems with different ammonia and organic carbon concentrations. *J. Water Proc. Eng.*, 37. 1493.
- Zhao, Y. - Liu, Z. - Wu, J. (2020): Grassland ecosystem services: a systematic review of research advances and future directions. *Landscape Ecol.* 35. 793-814.
- Zhaoli, Y. (2004): Co-management of rangelands: An approach for enhanced livelihoods and conservation. ICIMOD [Newsletter No. 45], Kathmandu.
- Zhong, Z. - Wang, D. - Zhu, H. - Wang, L. - Feng, C. (2014): Positive interactions between large herbivores and grasshoppers, and their consequences for grassland plant diversity. *Ecology*, 95. 1055-1064.
- Zimmermann, Z. - Szabó, G. - Szentes, Sz. - Penksza, K. (2011): Juhlegeltetés hatásainak természetvédelmi célú vizsgálata legelt és művelésből kivont gyepek növényzetére. *AWETH*, 7. 234-262. [www.sacredcow.info](http://www.sacredcow.info)  
[www.britannica.com](http://www.britannica.com)

Érkezett: 2020. december

Szerzők címe: Póti P. - Gyuricza Cs.  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences  
H-2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
Poti.Peter@szie.hu

## AZONOS KÖRÜLMÉNYEK KÖZÖTT HIZLALT ANGUS X CHAROLAIS HÍZÓBIKÁK ÉS ÜSZŐK HÍZÉKONYSÁGA ÉS VÁGÓÉRTÉKE

HOLLÓ GABRIELLA - SOMOGYI TAMÁS

### ÖSSZEFOGLALÁS

A vizsgálat során azonos körülmények között hizlalt angus x charolais hízó bikák (n=10) és üszők (n=16) hizlalási, vágási és csontozási eredményeit hasonlították össze. A bikák vágási súlya  $606 \pm 26$  kg, az üszöké  $487 \pm 21$  kg volt. Várakozásoknak megfelelően a bikák éleltnapi és hizlalás alatti súlygyarapodása szignifikánsan meghaladta az üszök értékeit (bika: 1650 és 1300 g/nap; üsző: 1410 és 1170 g/nap). A hizlalási időszak végén az ultrahanggal mért *in vivo* háti faggyúvastagságban viszont nem volt különbség az ivarok között (bika:  $1,17 \pm 0,24$  cm; üsző:  $1,25 \pm 0,14$  cm). A bikák szignifikánsan nagyobb vágási kihozatalt (57%) és EUROP izmoltsági pontszámot (9,7) értek el, mint az üszők. A bikák vágott testének színhúsaránya (65%) szignifikánsan nagyobb, mint az üszöké. Az üszők faggyúsabbak voltak, mint a bikák, az üszők vesefaggyú mennyisége, a EUROP faggyúsági pontszáma, a CT képen mért háti faggyúvastagsága, a csontozással és CT-vizsgálattal mért faggyútartalma, valamint az üszök húsának intramuszkuláris zsírtartalma is szignifikánsan meghaladta a bikáknál mért értékeket. Az első- és a harmadosztályú húsrészek arányában statisztikailag igazolható különbség volt az ivarok között (bika: 38 és 41%, ill. üsző: 43 és 37%), az első osztályú húsrészek aránya 4,6%-kal kedvezőbb volt az üszőcsoportban. Összességében megállapítható, hogy az angus x charolais keresztezés során az üszők 500 kg, a bikák 600 kg végsúly fölé hizlalása esetén – különösen az üszők tekintetében - jelentős faggyúsodással kell számolni. Ugyanakkor ez felhívja a figyelmet az angus keresztezés szerepére a speciális fogyasztói igényeket kielégítő, prémium minőségű marhahús előállításban.

### SUMMARY

Holló, G. - Somogyi, T.: FATTENING PERFORMANCE AND SLAUGHTER VALUE OF ANGUS X CHAROLAIS BULLS AND HEIFERS FATTENED UNDER SIMILAR CONDITION

In this experiment, fattening, slaughtering and deboning performance of angus x charolais crossbred fattening bulls (n=10) and heifers (n=16), kept under similar condition were compared. The slaughter weight of bulls and heifers were  $606 \pm 26$  kg and  $487 \pm 21$  kg, resp. As expected, bulls reached higher lifetime and daily weight gain in fattening period compared to heifers (bulls: 1650-1300 g/day; heifers: 1410-1170 g/day). No significant sex differences were found during the evaluation of the *in vivo* measured US backfat thickness results (bulls:  $1.17 \pm 0.24$  cm, heifers:  $1.25 \pm 0.14$  cm). The bulls reached significantly higher killing out percentage (57%) and lean meat yield (65%) contrary to the results of heifers. However, heifers were fatter than bulls, the amount of kidney fat, EUROP fatness point, CT-measured backfat thickness, fat proportion by dissection and fat proportion evaluated by CT as well as intramuscular fat level were significantly higher than for bulls. Between genders significant differences were detected concerning the first and third class meat (bulls: 38 and 41%, heifers: 43 and 37%), heifers showed about 4,6% higher first class lean meat yield contrary to bulls. Summing up the results it can be stated that angus x charolais crossing resulted in significant fatness incensement in particularly in heifers, in case of slaughter weight is higher than 500 kg and above of 600 kg for heifers and for bulls. At the same time, it draws attention the role of angus crossing, which is considered to be of higher quality, premium beef production according to special consumer demand.

## BEVEZETÉS ÉS IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A környezethez és a termelési rendszerhez jól illeszkedő szarvasmarha fajta javítja a marhahús előállítás hatékonyságát, kedvezően befolyásolva az állatok növekedését, valamint pozitívan hat a hasított test mennyiségi és minőségi tulajdonságaira (Alberti és mtsai, 2008). A világon nincs olyan szarvasmarhafajta, ami a marhahús-előállítást meghatározó az összes tulajdonságra vonatkozóan kiemelkedő lenne. Így a különböző keresztezési konstrukciók alkalmazása teszi lehetővé, a kívánatos tulajdonságok megjelenését és kombinálását - a heterózis hatás (anyai, apai, típus) kiváltásával (Cundiff, 1970; Huuskonen és mtsai, 2013).

Ezt felismerve, a hazai kutatók is számos, különböző keresztezési konstrukcióból származó genotípus teljesítményét vizsgálták és hasonlították össze (Nagy és Popovics, 1979; Balika és Holovits, 1981; Bozó és mtsai, 1989; Várhegyi és mtsai, 1990; Bozó és mtsai, 1991; Enyedi és mtsai, 1993; Szabó, 1995; Szabó és mtsai, 2008; Bene és mtsai, 2009ab; Polgár és mtsai, 2009).

A húsmarhafajták közül a kisebb élősúlyú angust, a nagy testű, későn érő húsmarhafajtákkal keresztezve O'Mary és mtsai (1979) azt tapasztalták, hogy a hízékonyságot és a vágóértéket meghatározó tulajdonságok kedvezőbben alakultak, mint a fajtatiszta angus egyedeknél. A keresztezett angus vagy hereford szarvasmarhák növekedési üteme és húshozama így nagyobb, mint a tisztavérű angus vagy hereford szarvasmarháké (Carter, 1975; Purchas és mtsai, 1992). Az angus és a hereford fajtákat és keresztezéseiket általában fél-intenzív és extenzív viszonyok között hizlalják (Trela és Choroszy, 2011), mert ezek a kistestű és korán érő fajták a hizálás végére jelentős mennyiségű faggyút deponálnak (Huuskonen és mtsai, 2013). Pogorzelska-Przybyłek és mtsai (2018) szerint a hereford keresztezett állatok alkalmasak extenzív környezetben történő termelésre, szemben a limousin és charolais fajtával keresztezett állatokkal, melyek genetikai potenciáljának a kifejeződéséhez nagy táplálóanyagtartalmú, intenzív takarmányozás szükséges. Mindazonáltal a tejelő fajtákkal történő keresztezéskor kedvező produktivitásuk ismeretes (Purwin és mtsai, 2016). Eriksson és mtsai (2020) tanulmányukban rámutattak, hogy a fajtatiszta tejelő állományokhoz képest, a kistestű, korán érő húsfajtával történő keresztezés 7-9%-kal, míg a későn érő nagytestű húsfajtákkal történő keresztezés 8-16%-kal nagyobb súlygyarapodást eredményezett a keresztezett üszőknél. Ez a javulás némileg kisebb a keresztezett bikák esetében.

A fajták keresztezése az állományok termelési mutatóinak javítására alternatív módszer trópusi éghajlaton is. A gyorsabb növekedésű állatok nemcsak az előállított termék mennyiségében lehetnek hatékonyabbak, hanem a környezetet károsító szennyező anyagok kibocsátása is kisebb ezeknél az állatoknál (Fraser és mtsai, 2014).

A nagytestű későn érő fajták, pl. a charolais fajta intenzív és nagy súlyra történő hizlásra alkalmas. A vékony szubkután faggyúvastagság mellett ismert a kiváló porhanyósságú hús termelése (Alberti és mtsai, 2008; Clarke és mtsai, 2009). Több tanulmány igazolta a későn érő húsmarha fajtákkal végzett keresztezési partnerként gyakorolt kedvező hatását a vágási tulajdonságokra (Vestergaard és mtsai, 2019; Huuskonen és mtsai, 2013). A charolais fajtát az olasz marhahúskereskedelemben egyértelműen előnyben részesítik, ugyanis a hizlalók számára a fajták közül ez a fajta eredményezi a legmagasabb nettó eladási nyereséget, mivel a hízóbikák ha-



sított test súlya minimum 400 kg, a féltetek osztályozása, pedig az EU minősítési rendszer szerint U hússági és 2-es faggyúsági kategóriájú (Gallo és mtsai, 2014).

Hazai vizsgálatok szerint a charolais fajta a magyar szürke (Enyedi és Kovács, 1989, 1990; Bölcsey és mtsai, 2001), és a tejhasznú fajták (Kisgergelyné és mtsai, 1990ab) - hizlalási és vágási tulajdonságait is kedvezően befolyásolta. A magyar tarka x charolais genotípus fölénye a színhústermelésben és a takarmányértékesítő képességben (Bozó, 1993), nagyobb vágási kihozatalban (Szabó és mtsai, 2008) és jobb színhús százalékban (Polgár és mtsai, 2009) nyilvánult meg. A hazai teljesítményvizsgálatok eredményei igazolták azt, hogy a charolais fajta különböző kombinációkban alkalmas a minőségi vágómarha előállítására (Tózsér, 2003). Skelley és mtsai (1980) megállapították, hogy az angus x charolais keresztezett tinók nagyobb hosszú hátizom területtel rendelkeztek, mint a holstein-fríz x angus vagy hereford x angus egyedek. A szerzők javasolták, hogy az angus x charolais tinók vágása 530 kg-os élősúlyban történjen. Magyarországon az angus fajtát, mint anyai keresztezési partnert már az 1960-as években kipróbálták (Horn és mtsai, 1959). Tózsér és mtsai (2003) angus tenyészbika jelölték saját teljesítményvizsgálati eredményeit értékelve, a vörös színváltozat fölényét állapították meg a fekete színváltozattal szemben. Polgár és mtsai (2005) szerint a 15-17 hónapos korban vágott red angus F<sub>1</sub> és R<sub>1</sub> hízómarhák felelnek meg a hazai vágómarha piac elvárásainak. Az angus fajtát több genotípussal összehasonlító kísérletekben korábban faggyúsodó és márványozottabb húst termelő fajtaként írták le, amelyet nem érdemes nagy súlyra hizlalni (Szabó és mtsai, 2008; Polgár és mtsai, 2009).

Az amerikai eredmények szerint (Holt, 2009), az angus x charolais genotípus ideális az épület nélküli, karámos hizlalásra (feedlot). Nagy ráma, jó növekedési erély, kiváló takarmányértékesítő képesség jellemzi az állatokat és irántuk a piaci kereslet is nagy, mert a húruk kiváló minőségű.

Összegezve, az irodalmi adatokat a keresztezéskor használt apaállat fajtája határozza meg leginkább a keresztezett borjak teljesítményét és vágóértékét (Simcic és mtsai, 2009; Huuskonen és mtsai, 2013). Alberti és mtsai (2008) arra hívják fel a figyelmet, hogy a tenyésztési programokban használt szarvasmarha-fajtákat úgy kell kiválasztani, hogy az előállított borjak a környezeti feltételekhez jól alkalmazkodjanak, és a vágóértékük a piaci igényeknek megfelelően.

Ismeretes, hogy az ivari különbségek elsősorban az állatok eltérő növekedési ütemében mutatkoznak meg (Kirton és Morris, 1989; Menchaca és mtsai, 1996; Burnham, 2000). A bikák és a tinók növekedése gyorsabb, mint a nőivarú állatoké, (Bureš és Bartoň, 2012; Lage és mtsai, 2012), az azonos életkorban vágott hímvivarú és nőivarú állatok esetében az üszők faggyúsabbak, mint a tinók és a bikák (Berg és Butterfield, 1976; Vaz és mtsai, 2010b).

A szakmai közvélemény a szarvasmarha vágóértékét a hasított test értékével, annak szöveti összetételével, a hús, a csont és a faggyú mennyiségével csaknem azonosnak tekinti. A hasított test jellemzőit általában a vágás után értékelik, de a tulajdonságok előre jelezhetőek élő állapotban is többféle módszerrel (pl. ultrahangos eljárással); figyelembe véve a fajta, és az eltérő hizlalási rendszerek hatását (Irshad és mtsai, 2013). A vágott test szöveti összetétele ezen kívül más módon is becsülhető, pl. a színhústartalom a rostélyos keresztmetszeti területe alapján (Johnson és mtsai, 1994), a szubkután faggyúvastagság vagy az intramuszkuláris zsírtartalom pedig jó indikátora a hasított testben lévő faggyútartalomnak

(Taylor és mtsai, 1996). A hizlalás gazdaságossága szempontból fontos kérdés a szubkután faggyúvastagság és a márványozottság közötti kapcsolat ismerete. A túlzottan vastag bőr alatti faggyú rontja a takarmányértékesítő-képességet, növeli a hizlalás költségét, és végsősoron rontja a vágott test értékét. Ezzel szemben a kevés intramuszkuláris zsírtartalom rosszabb húsminőséget eredményez, mivel kedvezőtlenül befolyásolja a hús élvezeti értékét.

Dolgozatunk célja az azonos technológiával (tartás, takarmányozás) hizlalt angus x charolais keresztezésből származó hizóbikák és hizóüszők hizlalási, vágási és csontozási eredményeinek értékelése és szakirodalmi adatokkal való összevetése. Ezen túlmenően vizsgáltuk különböző képkeltő (UH, CT) eljárások alkalmazásával a charolais, mint apai keresztezés partner hatásának kimutatását a bőralatti faggyúvastagságra, a hasított test zsírtartalmára, és a márványozottságra különböző képkeltő (UH, CT) eljárások alkalmazásával.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérleti állományt alkotó 10 növendék bika és 16 növendék üsző a Kaposvári Egyetem bőszenfai angus fajtájú húsmarha állományából származott, amely tehénállományt charolais bikával fedezették. A választás után, az egyetem Tan és Kísérleti Üzemében végeztük a hizlalást, ivar szerint elkülönítve, kötetlen, mélyalmos tartásban (átlagos hizóba állítási életkor: 229 nap). A takarmányozásuk a hazai gyakorlatnak megfelelően silókukoricaszilázsra alapozódott, amit nedves répaszelettel, fűszénával, kukoricadarával és hizómarha koncentrátummal (Cargill®) egészítettek ki. A napi takarmány-, szárazanyag-, létfenntartási-, súlygyarapodási energiafelvételt és a metabolizálható fehérjefelvételt az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat

### A napi takarmány-, szárazanyag- valamint energia és fehérjefelvétel ivaronként

	Bika (1)	Üsző (2)
Napi takarmányfelvétel, kg/nap (3)		
kukorica szilázs (4)	7,0	7,0
fűszéna (5)	2,0	2,0
nedves répaszelet (6)	5,0	4,5
hizómarha koncentrátum (7)	2,0	2,0
kukorica dara (8)	4,0	3,8
Napi szárazanyag-felvétel, kg/nap (9)	10,25	10,01
NE <sub>m</sub> , MJ/nap (10)	69,28	67,00
NE <sub>g</sub> , MJ/nap (11)	41,78	40,21
Energiafüggő metabolizálható fehérje (MFE), g (12)	935	876
Nitrogénfüggő metabolizálható fehérje (MFN), g (13)	891	853

Table 1. The daily feed, dry matter, energy and protein intake by gender

bull (1); heifer (2); daily feed intake, kg/day (3); corn silage (4); meadow hay (5); wet sugar beet pulp (6); beef cattle concentrate (7); corn meal (8); daily dry matter intake, kg/day (9); NEm, MJ/day (10); NEg, MJ/day (11); energy-dependent metabolisable protein (12); nitrogen-dependent metabolisable protein (13)

A hizlalási végsúlyt a hímivarban 600 kg-ban, a nőivarban 500 kg-ban határoztuk meg. A vágás napján megmértük a háti faggyúvastagságot a 12-13. borda között a gerinctől egy tenyérnyi távolságra. A mérőfejet a bordákkal párhuzamosan fektettük, a képeket 10 cm-es mélységben, ANISCAN 100 (ANIVET) hordozható ultrahangkészülékkel, 10 cm-es lineáris, 5 MHz-es mérőfejjel készítettük.

Az előírt hizlalási végsúlyt elérő egyedek vágása a MIKOFÁMI Kft. zalaszentiváni vágóhidján történt, kísérleti körülmények között a Magyar Szabvány előírásai szerint (MSZ 6935-77). A próbavágás során mértük a vágás előtti súlyt, a hasított felek súlyát melegen és hidegen, a vesefaggyú mennyiségét, valamint feljegyeztük a hivatalos EUROP minősítés (izmoltság, faggyússág) eredményét. A vágási %-ot a hasított féltestek melegen mért súlya és a vágás előtti élő súly hányadosaként számítottuk ki.

A jobb féltestek kicsontozására 24 órás hűtést követően került sor. Megmértük a színhúst, a faggyút, a csont és az ín mennyiségét, továbbá a kereskedelmi húsrészekre való bontás alapján az I., a II., III. osztályú húsrészek mennyiségét is.

A csontozás megkezdése előtt a jobb féltestből kivágtuk a 11-13. borda között található csontos rostélyost a komputer tomográfiás (CT) vizsgálatokhoz. A CT vizsgálatokat a csontozás napján, Siemens Somatom Emotion 6 spirál CT

1. ábra A CT képeken felvett mérések pontjai

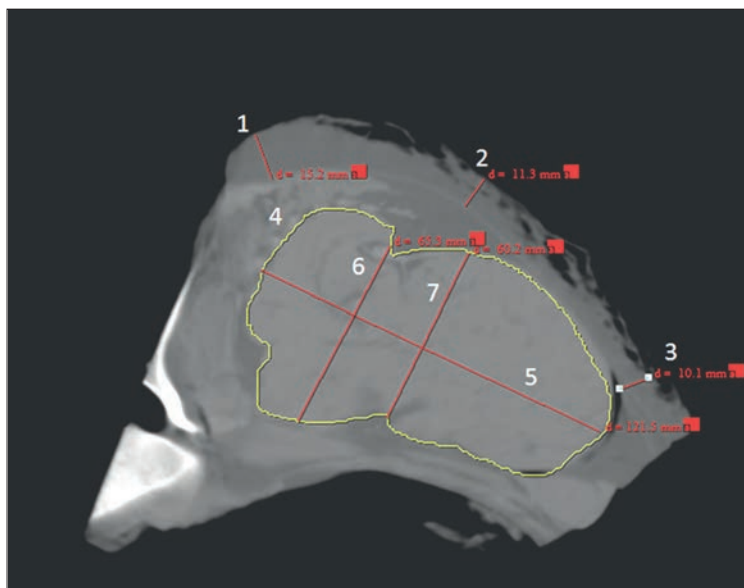


Figure 1. The examined traits on CT scan

CT faggyúvastagság I. mérési pont (1); CT faggyúvastagság II. mérési pont (2); CT faggyúvastagság III. mérési pont (3); CT hosszú hátizom terület (4); CT hosszú hátizom szélesség (5); CT hosszú hátizom magasság, az izom szélesség 2/3-nál (6); CT hosszú hátizom magasság, az izom szélesség 1/2-nél (7)

CT fat thickness position I. (1); CT fat thickness position II. (2); CT fat thickness position III. (3); CT longissimus dorsi average area (4); CT longissimus dorsi width (5); CT longissimus dorsi depth at 2/3 point of muscle width (6); CT longissimus dorsi depth at 1/2 point of muscle width (7)

készülékkel végeztük, a Kaposvári Egyetem Diagnosztikai és Onkoradiológiai Intézetében, 8 mm-es szeletvastagságot alkalmazva, a következő beállításokkal: csőfeszültség: 130 kV, sugárdózis: 180 mAS, FOV: 288. A CT képek értékelése MIP 1.0 és OSIRIS 4.0 képelemző programokkal történt. A hármashorda képeken bekereteztük a hosszú hátizmot a 11-13. borda között, és megállapítottuk a területét, a szélességét, a magasságát a hosszú hátizom 2/3-ánál és felénél, az átlagdenzitását, az intramuszkuláris zsírtartalmát, továbbá a mintákon három ponton meghatároztuk a bőr alatti faggyúvastagságot (1. ábra).

A kapott adatokat Microsoft Excel 2003 programcsomaggal rendszereztük, a statisztikai értékelést SAS 9.1 szoftverrel végeztük. A leíró statisztikákon kívül (átlag, szórás) az ivar hatását t-próbával elemeztük.

## EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A hizlalási eredményeket és a hizlalás végén ultrahanggal mért háti faggyúvastagságot a 2. táblázatban mutatjuk be. Az adatokból kitűnik, hogy a beállítási életkorban nem volt különbség a bikák és az üszők között, viszont a bikák élősúlya mintegy 26 kg-mal nagyobb volt a hizlalás kezdetén. Az üszők a nőivarra előírt hizlalási végsúlyt 20 nappal korábban elérték ugyan, de a hizlalásban eltöltött időhasonlóan a beállítási életkorhoz és élősúlyhoz - sem különbözött szignifikánsan az ivarok között. A hizlalás alatti súlygyarapodásban (1650 g/nap) és életnapra jutó súlygyarapodásban (1410 g/nap) a bikák kiemelkedő eredményt értek el ill., és szignifikánsan, 350 és 240 g-mal felülmúlták az üszők napi súlygyarapodását.

2. táblázat

Hizlalási és ultrahangos eredmények (átlag±szórás)

	Bika (1)	Üsző (2)	p-érték (3)
Beállítási életkor, nap (4)	227±10,8	230±11,2	NS
Beállítási élősúly, kg (5)	268±37,9	242±32,8	NS
Hizlalási idő, nap (6)	231±44,4	211±30,4	NS
Hizlalás alatti súlygyarapodás, g/nap (7)	1650±270	1300±80	0,000
Életnapra jutó súlygyarapodás, g/nap (8)	1410±160	1170±80	0,000
Hizlalási végsúly, kg (9)	640±28,1	515±21,4	0,001
UH háti faggyúvastagság, mm (10)	11,7±2,4	12,5±1,4	NS

NS = nincs szignifikáns eltérés (11)

Table 2. Results of fattening and ultrasound measurements (mean±SD)

bull (1); heifer (2); p-value (3); initial age, day (4); initial weight (5); fattening period, day (6); average daily gain, g/day (7); lifetime daily gain, g/day (8); final weight (9); ultrasound backfat thickness (10); no significant difference (11)

Mandell és mtsai (1997) eredményünkhöz hasonló 1650 g/nap súlygyarapodási értéket közöltek, intenzíven, takarmányozott angus x charolais keresztezett tinók vizsgálatakor. Korábbi közleményünkben (Holló és mtsai, 2010) félintenzív hizlalásnál tisztavérű charolais és angus bikák esetében kisebb súlygyarapodást (1127 és

1240 g/nap) állapítottunk meg. A tisztavérű charolais és angus üszők súlygyarapodására vonatkozóan eredményeinknél jobb (1400-1500 g/nap) értékeket adtak meg *Wolfová és mtsai* (2005), viszont jóval kisebb súlygyarapodást tapasztaltak red angus üszőknél (751 g/nap) *Bene és mtsai* (2009a). Az eredmények igazolták azokat a szakirodalmi közléseket (*Lambe és mtsai*, 2010, *Bureš és Bartoň*, 2012, *Lage és mtsai*, 2012), melyek szerint az ivari különbségek leginkább az állatok eltérő növekedési ütemében mutatkoznak meg, azaz a bikák növekedése gyorsabb, mint a nőivarú állatoké. A hizlalás végére a bikák szignifikánsan nagyobb, 640 kg-os élősúlyt értek el, szemben az üszők 515 kg-os átlagos végsúlyával. A hizlalás végén az ultrahanggal mért háti faggyúvastagság tekintetében nem volt szignifikáns eltérés az ivarok között (bika: 1,17 cm, üsző: 1,25 cm). *Crews és Kemp* (2001) lényegesen kisebb háti faggyúvastagságot (0,4 és 0,56 cm) közöltek, mintegy 75 nappal fiatalabb életkorban vágott angus x charolais bikáknál és üszőknél, míg *Elzo és mtsai* (2012) hasonló faggyúvastagságot (1,27 cm) mértek angus tinók esetében. *Coleman* (2016) angus x charolais üszők háti faggyú vastagságát 2,9 cm-nek találta, s eredményeinket szintén meghaladó (1,96 cm) értéket mértek *Xie és mtsai* (1996) intenzíven takarmányozott angus keresztezett állományban. *Harangi* (2013) charolais bikánál hasonló élősúlyban 0,30 cm vastag szubkután faggyút mért. Az eredmények alapján megállapítható, hogy a keresztezett állatok faggyúvastagsága a charolais fajtáét meghaladja, ugyanakkor elmarad az angus tisztavérű és angus keresztezett állományok értékétől.

A 3. táblázatban a vágási eredmények láthatóak. A vágási életkorban nem volt különbség a bikák és üszők között, de a nagyobb súlygyarapodásnak köszönhetően a vágási súly a bikák esetében mintegy 119 kg-mal nagyobb volt. A nagyobb vágási súlyból adódóan meleg féltettek súlya szintén a bikák esetében volt szig-

3. táblázat

## Vágási eredmények (átlag±szórás)

	Bika (1)	Üsző (2)	p-érték (3)
Vágási életkor, nap (4)	451±40,8	440±25,3	NS
Vágási élősúly, kg (5)	606±26,4	487±20,6	0,000
Úti apadó, kg (6)	34±4,8	28±4,9	0,01
Úti apadó, % (7)	5±0,7	6±0,9	0,01
Meleg féltettek súlya, kg (8)	342±16,7	268±15,8	0,000
Vágási kihozatal, % (9)	57±1,6	55±1,4	0,020
EUROP izmoltsági pontszám (10)	9,7±0,82	8,9±1,0	0,042
EUROP faggyússági pontszám (11)	6,6±0,96	8,2±0,7	0,000
Vesefaggyú súlya, kg (12)	9,3±2,16	10,4±2,5	NS
Vesefaggyú aránya, % (13)	2,7±0,54	3,9±1	0,001

NS = nincs szignifikáns eltérés (14)

Table 3. Slaughtering results (mean±SD)

bull (1); heifer (2); p-value (3); slaughter age, day (4); slaughter weight (5); transport loss (6); transport loss (7); warm carcass weight (8); killing out (9); EUROP conformation, point (10); EUROP fatness, point (11); kidney fat weight (12) kidney fat proportion (13); no significant difference (14)

nifikánsan nagyobb. A bikák vágási kihozatala (56,6%) 1,6 %-kal, statisztikailag igazolhatóan felülmúlta az üszőkét (55%), de mindkét ivar eredménye jelentősen elmarad a két fajtára és keresztezéseire más szerzők által (O'Mary és mtsai, 1979; Polgár és mtsai, 2005; Harangi és Béri, 2014) megadott értékektől (58-64 %).

Coleman (2016) eredménye szerint az angus x charolais üszők vágási kihozatala 53 % volt, míg Arthúr és mtsai (1995) 56,6 %-ot mértek. A kisebb vágási kihozatal háttérében az állt, hogy a reggeli szállítás előtt megtörtént az állatok etetése és a vágóhídra érkezés után, azonnal, koplaltatás nélkül levágták az állatokat. Az EUROP minősítés eredményei szerint a bikák szignifikánsan nagyobb izmoltsági (U-) és kedvezőbb faggyússági (3-) kategóriákba minősültek szemben az üszőkkel (R+, 3+). Ezekre az ivari különbségekre már korábban Ender és Augustini (1998) is felhívták a figyelmet.

A vesefaggyú aránya hasonlóan Bene és mtsai (2009a) eredményeihez az üszők esetében volt nagyobb. A szakirodalomban eredményeinkhez hasonló vesefaggyú arányokat közöltek angus bikáknál és üszőknél (2,5 és 3,6%) Arthaud és mtsai (1969) és angus x charolais tinóknál (2,29 %), Sexten és mtsai (2012). Eredményeinkkel megegyezően, korábban Steen és Kilpatrick (1995) is beszámoltak arról, hogy a faggyú beépülésre hatással van az ivar, és ez a testüregi faggyú esetében kifejezettebb, mint a féltestekben lévő faggyúdepók tekintetében.

A csontozási adatok közül a színhús mennyisége és aránya is szignifikánsan nagyobb volt a bikák féltesteiben, viszont a faggyú mennyisége és aránya az üszők féltesteiben volt nagyobb (4. táblázat).

4. táblázat

**Csontozási eredmények (átlag±szórás)**

	Bika (1)	Üsző (2)	p-érték (3)
Hideg felek súlya, kg (4)	339±16,4	264±15,7	0,000
Jobb féltest súlya, kg (5)	170±8,2	133±7,7	0,000
Színhús, kg (6)	110±6,7	77±7,1	0,000
Faggyú, kg (7)	22±3,0	27±2,5	0,000
Csont, kg (8)	32±1,3	25±1,5	0,000
In, kg (9)	5,5±1,14	4,0±0,7	0,000
Színhús, % (6)	64,9±1,05	58,3±2,48	0,000
Faggyú, % (7)	13,2±1,47	20,2±1,90	0,000
Csont, % (8)	18,7±1,29	18,5±1,23	NS
In % (9)	3,2±0,63	3,1±0,56	NS
Hús:csont arány (10)	3,5±0,26	3,2±0,32	0,005
Hús:faggyú arány (11)	4,9±0,63	2,9±0,39	0,000

NS = nincs szignifikáns eltérés (12)

Table 4. Dressing results (mean±SD)

bull (1); heifer (2); p-value (3); cold carcass weight (4); right half carcass weight (5); lean (6); fat (7) bone (8); tendon (9); meat:bone proportion (10); meat:fat proportion (11); no significant difference (12)

Tisztavérű angus bikáknál korábbi vizsgálatunkban (Holló és mtsai, 2010), hasonló faggyú százalékot állapítottunk meg, míg Coleman és mtsai (1993), valamint Bene és mtsai (2009b) kisebb, Polgár és mtsai (2009) pedig nagyobb faggyútartalomról tudósítottak. Mindenesetre az eredmények a (faggyú:hús arány) igazolják azt az ismert tényt a vágott test szöveti összetételét illetően, hogy az üszők faggyúsabbak, a nőivarú állatok korábbi zsírbeépülésének következtében a hasított féltestekben nagyobb a zsír aránya.

Az általunk tapasztalt csontarányban az ivarok között nem volt eltérés, viszont a szakirodalmi adatok között talált nagyobb értékek közé tartozik, bár az angus x charolais tinók esetében eredményeinktől még nagyobb csontarányt állapítottak meg Bass és mtsai (1976). Egyértelműen a nagyobb faggyú és csontarány eredményezte viszont, hogy az általunk mért színhúsarány mindkét ivarban lényegesen elmarad a két fajtára a szakirodalomban közölt értékektől (Bartoň és mtsai, 2006, Holló és mtsai, 2010, Harangi és Béri, 2014).

A jobb féltest kereskedelmi húsrészek szerinti bontásáról tájékoztat az 5. táblázat.

Jól érzékelhető, hogy a bikák minden húsrész esetében statisztikailag igazoltan nagyobb mennyiséget produkáltak a nagyobb vágási súlynak köszönhetően. Az üszők féltestei ugyan kisebb mennyiségű húst tartalmaztak, viszont a húsrészek arányait tekintve szignifikánsan nagyobb értékeket tapasztaltunk az üszőknél a fehérpecsenye kivételével az első osztályú húsrészekben, a másodosztályú húsrészek közül avastaglapocka, a harmadosztályú húsokat tekintve pedig a lábszár esetében. Kamieniecki és mtsai (2009) nagyobb vesepecsenye és lapocka, hasonló comb és nyak arányt közöltek 532 kg-os súlyban vágott charolais x hereford bikáknál. Az üszők első osztályú húsrészeinek aránya megegyezett azzal, amit korábban angus bikáknál közöltünk (Holló és mtsai, 2010). Az ivari dimorfizmusnak köszönhetően a bikák nagyobb nyak és tarja aránnyal rendelkeztek. Eredményeink egybe vágnak azzal, amit Link és mtsai (2007) és Bureš és Bartoň (2012) megállapítottak, miszerint a bikák fejlettebb első, az üszők pedig fejlettebb hátsó testtájjal rendelkeznek. Összességében megállapítható, hogy az első osztályú húsok aránya az üszők esetében 4,6 %-kal kedvezőbb volt, a másodosztályú húsokat illetően nincs lényeges eltérés, a harmadosztályú húsok aránya pedig ennek megfelelően a bikáknál 4,4 %-kal nagyobb.

Amint arra a szakirodalmi áttekintésben utaltunk a szubkután faggyúvastagság vagy az intramuszkuláris zsírtartalom jó indikátora a hasított testben lévő faggyútartalomnak.

A szubkután faggyúvastagság a vágott test minősítés fontos tényezője (Kirton, 1989), ugyanis a faggyúvastagság növekedésével csökken a színhús aránya a hasított testben, viszont a faggyúság pozitívan befolyásolja a hús élvezeti értékét (Kirton, 1989). Mindazonáltal a szubkután faggyúvastagság a faggyútartalom becslésére és nem a színhústartalom előrejelzésére alkalmas (Purchas, 2012). A legtöbb fogyasztó a kisebb bőralatti faggyúvastagságot tartja kívánatosnak (Kirton, 1989; Purchas, 2003). A szubkután faggyúvastagság több *in vivo* mérési pontja ismert a háton illetve a faron is, illetve a vágást követően negyedeléskor a 12 és 13. borda magasságában: az un. C-ponton mért faggyúvastagság (Kempster és Owen, 1981).

Ellentétben az UH háti faggyúvastagsági eredményekkel, az ugyanazon bordánál készült CT-képen a faggyúvastagsági értékek szignifikánsan ( $p < 0,01$ ) különböztek az ivarok között, az I. és II. mérési pontokon (6. táblázat).

5. táblázat

**A kereskedelmi húsrészek színhústartalma (átlag±szórás)**

	Bika (1)	Üsző (2)	p-érték (3)	Bika (1)	Üsző (2)	p-érték (3)
	kg			%		
I. osztályú hús (4)	42,3±2,42	33,2±3,03	0,000	38,4±0,89	43,0±1,22	0,001
Rostélyos (5)	5,8±0,50	4,2±0,65	0,000	5,3±0,39	5,4±0,51	0,001
Hátszín (6)	4,1±0,40	3,8±0,37	0,001	3,7±0,24	5,0±0,39	0,000
Vesepecsenye (7)	2,0±0,15	1,6±0,17	0,000	1,9±0,10	2,1±0,17	0,000
Comb (8)	30,4±1,78	23,5±2,10	0,000	27,6±0,80	30,5±1,02	0,001
- keresztfartó (9)	5,6±0,50	4,2±0,40	0,000	5,1±0,31	5,5±0,24	0,000
- gömbölyű felsál (10)	5,8±0,24	4,7±0,41	0,000	5,3±0,26	6,1±0,34	0,000
- hosszú felsál (11)	9,3±0,74	7,3±0,65	0,000	8,4±0,55	9,4±0,42	0,000
- fehérpecsenye (12)	2,7±0,26	1,9±0,20	0,000	2,4±0,15	2,4±0,16	NS
- feketepecsenye (13)	7,1±0,52	5,5±0,60	0,000	6,4±0,28	7,1±0,35	0,001
II. osztályú hús (14)	22,7±4,82	15,7±3,40	0,001	20,5±3,68	20,3±1,99	NS
Lapocka (15)	10,5±0,66	7,4±0,46	0,000	9,6±0,43	9,6±0,64	NS
- oldallapocka (16)	1,5±0,20	1,1±0,11	0,000	1,3±0,17	1,4±0,09	0,02
- stefánia (17)	2,3±0,12	1,6±0,22	0,000	2,1±0,15	2,1±0,24	NS
- vastaglapocka (18)	6,8±0,66	4,7±0,46	0,000	6,2±0,48	6,1±0,69	NS
Egyéb (19)	12,2±4,3	8,3±3,46	0,003	11,0±3,55	10,8±4,15	NS
III. osztályú hús (20)	45,2±3,5	28,34±4,3	0,000	41,1±3,45	36,7±3,61	0,000
Gulyáshús (21)	19,7±3,48	13,4±3,98	0,004	18,0±3,71	17,1±4,16	0,000
Nyak (22)	10,8±1,5	5,0±0,65	0,000	9,8±1,22	6,5±0,87	0,000
Tarja (23)	5,5±0,84	3,0±0,78	0,000	5,0±0,61	3,9±0,99	0,000
Lábszár (24)	9,2±56	7,0±0,58	0,000	8,4±0,26	9,0±0,46	0,000

NS = nincs szignifikáns eltérés (25)

Table 5. Lean meat content in commercial meat cuts (mean±SD)

bull (1); heifer (2); p-value (3); 1st choice meat (4); rib eye (5); striploin (6); tenderloin (7); round (8); rump (9); thick flank (10); top side (11); eye of round (12); round flat (13); second choice meat (14); knuckle half shoulder (15); chuck tenderloin (16); shoulder blade (17); shoulder clode (18) other meat (19); third choice meat (20); goulashmeat (21); neck (22); chuck (23); shank (24); no significant difference (25)

Minden esetben az üszőknél mértünk nagyobb értéket (0,63-1,07 cm), szemben a bikákkal (0,55 és 0,74 cm). A CT mérések során mintegy 0,36-0,5 cm-rel kisebb értékeket mértünk, mint az ultrahanggal. A különbségek a mérések eltérő körülményeiből adódnak, ugyanis az UH mérések élő állapotban, a CT mérések 24 óras hűtést követően a vágás után 30-34 órával történtek. A szubkután faggyúvastagságnak jelentős szerepe van a hasított testek hűtése során. *Lawrie* (2005) szerint a szubkután faggyúvastagságnak 2-3 mm-nek kell lennie minimálisan, hogy a hűtés során a hidegrövidüléstől megvédje a hasított testet. *Arboitte és mtsai* (2011), 4 mm-



nél vastagabb szubkután faggyúréteg jobb védelmet nyújt azáltal, hogy csökkenti a hűtési veszteséget (folyadék), ezzel javítva a hús lédúságát és zamatosságát. Újabban *Boito és mtsai* (2018) úgy találták, hogy a 6 mm-es szubkután faggyúvastagság szükséges ahhoz, hogy a hasított test kihozatala a legkedvezőbbben alakuljon.

6. táblázat

**A CT-képeken mért faggyúvastagsági és hosszú hátizom keresztmetszeti eredmények (átlag $\pm$ szórás)**

	Bika (1)	Üsző (2)	p-érték (3)
CT faggyúvastagság (4)			
I. mérési pont, mm (5)	7,4 $\pm$ 2,8	10,7 $\pm$ 3,2	0,10
II. mérési pont, mm (6)	5,5 $\pm$ 1,6	6,3 $\pm$ 2,6	0,42
III. mérési pont, mm (7)	6,6 $\pm$ 2,8	9,6 $\pm$ 2,2	0,002
Hosszú hátizom (8)			
Terület, cm <sup>2</sup> (9)	76,4 $\pm$ 3,07	65,4 $\pm$ 8,63	0,000
Szélesség, cm (10)	14,5 $\pm$ 0,33	13,1 $\pm$ 0,61	0,01
Magasság 2/3, cm (11)	7,0 $\pm$ 0,52	6,2 $\pm$ 0,73	0,025
Magasság 1/2, cm (12)	6,5 $\pm$ 0,37	6,3 $\pm$ 0,55	0,03
Zsír % (13)	1,4 $\pm$ 0,43	4,4 $\pm$ 1,87	0,000
Izom % (14)	98,6 $\pm$ 0,44	95,6 $\pm$ 1,89	0,000
Átlagdensitás (15)	62,0 $\pm$ 2,42	56,2 $\pm$ 2,90	0,000

Table 6. X-ray computed tomography results for fat thickness and longissimus dorsi muscle (mean $\pm$ SD)

bull (1); heifer (2); p-value (3); CT fat thickness (4); CT fat thickness position I. (5); CT fat thickness position II., (6); CT fat thickness position III., (7); longissimus dorsi muscle (8); CT longissimus dorsi muscle average area, (9); CT longissimus dorsi muscle width, (10); CT longissimus dorsi depth at 2/3, (11); CT longissimus dorsi depth at 1/2, (12); CT longissimus dorsi muscle fat proportion (13); CT longissimus dorsi muscle proportion (14); CT longissimus dorsi muscle average density (15)

Eredményeink szerint, a 24 órás hűtést követően készült CT-felvételeken az üszők esetében mindhárom ponton a kívánatos minimumot meghaladó értékeket kaptunk. Ezen túlmenően az üszők átlagos bőr alatti faggyúvastagsága (0,88 cm) - a hűtést követően is - meghaladja *Jeremiah* (1996) véleménye szerinti kívánatos 0,8 cm-es értéket, ami a porhanyós hús biztosítója.

A CT-képeken szignifikánsan nagyobb hosszú hátizom területet, szélességet és magassági értékeket tapasztaltunk a bikáknál. Korábban *Reddy és mtsai* (2014) szintén nagyobb hosszú hátizom területet mértek bikáknál, mint üszöknél. Ezzel szemben *Tózsér és mtsai* (2004) szerint azonos körülmények között felnevelt, azonos életkorban vágott charolais bikák és üszők között az ultrahanggal becsült rostélyos terület nem tér el egymástól. *Harangi* (2013) eredménye szerint a 627 kg-os élősúlyra hizlalt charolais bikák vágás után mért rostélyos keresztmetszete 116,3 cm<sup>2</sup>. Eredményeinkhez hasonló, 78,1 és 79,6 cm<sup>2</sup> hosszú hátizom területet közöltek *O'Mary és mtsai* (1979) angus x charolais bikákra vonatkozóan.

A CT-képeken a bikák két ponton mért hosszú hátizom vastagsága, eltért egymástól:

a hosszú hátizom 2/3-ánál (a borda végénél) mért magasság, meghaladja az az izom közepénél mért vastagsági (magassági) értéket, míg az üszöknél mindkét mérési ponton ugyanakkora volt. Mindez a bikák teltebb, gömbölydedebb izom keresztmetszetét jelzi. *Jones és mtsai (2002)* szerint juhnál a CT képeken mért izomszélességi és mélységi méretek hányadosa jól tükrözi az állat un. 2D izmoltságát. A növekvő érték ugyanis, teltebb húsformákat mutat, kísérletünkben a bikák izomszélesség/izomvastagság értékei 2,07-2,22 között változtak, míg az üszöknél 2,10. Ennek alapján elmondható, hogy az üszök izomteltségi értéke a bikák átlagértékétől elmarad.

Az intramuszkuláris zsírtartalmat élő állapotban vagy vágást követően is értékelhetjük többféle módon (képalkotó eljárások, laboratóriumi vizsgálat, márványozottsági pontszám). Az intramuszkuláris zsírtartalom vagy márványozottság pozitívan befolyásolja a marhahús élvezeti értékét, főleg annak a porhanyósságát, szerepet játszik a vásárlói döntésben és hatása van a termék árára is (*Blumer, 1963; Chambaz és mtsai, 2003; Aass és mtsai, 2009*). Korábbról úgy ismert, hogy az intramuszkuláris zsírtartalom beépülése a szubkután zsír beépülést követően történik meg (*Irshad és mtsai, 2013*). Más vélemények szerint a két zsírdépő beépülése egyidőben kezdődik el intenzív, nagy energiataralmú takarmányozása esetén, ugyanis ekkor a nagyobb arányú szubkután zsír mellett, az intramuszkuláris zsír aránya is nagyobb (*Smith és mtsai, 2009*).

A szarvasmarha fajták az intramuszkuláris zsírbeépülést tekintve különböznek egymástól, a különböző kifejlített kori testsúlynak és genetikai háttérnek köszönhetően (*Johnson, 1987; Chambaz és mtsai, 2003; Pethick és mtsai, 2004; Irshad és mtsai, 2013*). Az ivari különbségeket tekintve a hímivarú állatok kisebb intramuszkuláris zsírral rendelkeznek, mint a nőivarú állatok (*Bures és Bartoň, 2012; Lage és mtsai, 2012; Irshad és mtsai, 2013*), függetlenül a takarmányozás intenzitásától (*Vaz és mtsai, 2002; Vaz és mtsai, 2010a*).

Az üszök szakirodalmi adatok szerint általában nagyobb márványozottsági pontszámmal rendelkeznek, mint a bikák, mivel jóval nagyobb arányú zsírbeépítésre képesek (*Tatum és mtsai, 2007*), annak köszönhetően a zsírbeépülés hatékonyságát szabályozó gének jelenléte kifejezettebb (*Lee és mtsai, 2009*). A hosszú hátizom CT-vel mért intramuszkuláris zsírtartalma háromszor nagyobb az üszöknél, ezt jól jelzi a hosszú hátizom átlagdenzitása, ami az üszök esetében szignifikánsan kisebb volt. A CT-vel mért átlagos izomdenzitás ugyanis negatív kapcsolatban van az intramuszkuláris zsírtartalommal és felhasználható a márványozottság értékelésére (*Clelland és mtsai, 2014*). Az üszök esetében megfigyelt nagyarányú márványozottságot azon tenyésztési programokban ajánlott figyelembe venni, amelyek a marhahús minőségének javítását, illetve az igényes fogyasztói réteg kielégítését célozzák meg.

## KÖVETKEZTETÉSEK

Az eredmények igazolták az ivarok között fennálló különbségeket a hízékonysági mutatókra és vágóértékre vonatkozóan.

Azonos körülmények között hizlalt angus x charolais genotípusú bikák és üszök intenzív hizlalásakor kiemelkedő súlygyarapodás érhető el (1650 g/nap, illetve 1300 g/nap;), de a hízékonysági mutatókban az ivarok között szignifikáns az eltérés.

Az angus x charolais bikák vágási kihozatala, színhús aránya és a húsrészek

mennyisége meghaladta az üszők értékeit. A húsrészek arányában viszont az első osztályú húsrészekben, a combban, a vesepecsenyében, a hátszínben az oldallapockában és a lábszárban szignifikánsan nagyobb arányt tapasztaltunk az üszöknél. Az angus x charolais üszők 500 kg, a bikák 600 kg végsúly fölé hizlása esetén különösen az üszők esetben jelentős faggyúsodással kell számolni. Több mérési módszerrel (UH, CT) megállapított vesefaggyú mennyiség, EUROP faggyúsági pontszám, hasított test faggyútartalma, CT faggyúvastagság és CT intramuszkuláris zsír arány összevetése igazolta, hogy az üszők faggyúsabbak, mint a bikák. Ennek ellenére ezek a tulajdonságok – nagyobb vastagságú szubkután faggyúborítottság és nagy intramuszkuláris zsírtartalom - felhívják a figyelmet az üszők, illetve az angus fajta, mint keresztezési partner szerepére a speciális fogyasztói igényeket kielégítő, prémium minőségű marhahús előállításban.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Aass, L. - Fristedt, C. G. - Gresham, J. D. (2009): Ultrasound prediction of intramuscular fat content in lean cattle. *Livest. Sci.*, 125. 177-186.
- Albertí, P. - Panea, B. - Sañudo, C. - Olleta, J. L. - Ripoll, G. - Ertjerg, P. - Christensen, M. - Gigli, S. - Failla, S. - Concetti, S. Hocquette, J. F. - Jailler, R. - Rudel, S. - Renand, G. - Nute, G. R. - Richardson, R. I. - Williams, J. L. (2008): Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. *Livest. Sci.*, 114. 19-30.
- Arboitte, M. Z. - Brondani, I. L. - Deschamps, F. C. - Bertoldi, F. C. - Alves Filho, D. C. - Segabinazzi, L. R. (2011): Meat quality of the longissimus dorsi muscle of Aberdeen Angus steers of small and medium frame score, slaughtered at the same carcass finishing stage. *Acta Sci. Anim. Sci.*, 33. 191-198.
- Arthaud, V. H. - Adams, C. H. - Jacobs, D. R. - Koch, R. M. (1969): Comparison of carcass traits of bulls and steers. *J. Anim. Sci.*, 28. 742-745.
- Arthúr, P. F. - Hearnshaw, H. - Johnston, D. - Stephenson, P. D. (1995): Evaluation of Angus, Charolais and Hereford as terminal sire breeds on Hereford and first-cross cows. II. Carcase characteristics and retail yield of progeny. *Austral. J. Agricult. Res.*, 46. 1245-1258.
- Balika, S. - Holovits, Gy. (1981): A végtermék minőségi javításának lehetőségei és néhány eredménye. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 30. 149-156.
- Bartoň L. - Řehák D. - Teslík V. - Bureš D. - Zahrádková R. (2006): Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls. *Czech J. Anim. Sci.*, 51. 47-53.
- Bass, J. J. - Baker, R. L. - Carter, A. H. (1976): Comparison of Angus, Charolais - Angus, South Devon - Angus, Hereford - Angus, and Friesian - Angus steers. *New Zeal. J. Exp. Agr.*, 4. 5-8.
- Bene, Sz. - Fekete, Zs. - Fördös, A. - Füller, I. - Kiss, B. - Rádlí, A. - Török, M. - Wagenhoffer, Zs. - Polgár, J. P. - Szabó, F. (2009a): Különböző genotípusú növendék vágómarhák növekedése, vágóértéke és húsminősége. 1. közlemény: hizlalási és vágási eredmények. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 58. 23-40.
- Bene, Sz. - Fekete, Zs. - Fördös, A. - Wagenhoffer, Zs. - Polgár, J. P. - Szabó, F. (2009b): Különböző genotípusú vágómarhák növekedése, vágóértéke és húsminősége. 2. közlemény: A vágott test összetétele és minősége. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 58. 129-145.
- Berg, R. T. - Butterfield, R. M. (1976): New concepts of cattle growth. Sydney: Sydney Univ. Press, 240.
- Blumer, T. N. (1963): Relationship of marbling to the palatability of beef. *J. Animal Sci.*, 22. 771-778.
- Boito, B. - Kuss, F. - Glasenapp de Menezes, L. F. - Lisbinski, E. - de Paris, M. - Cullmann J. R. (2018): Influence of subcutaneous fat thickness on the carcass characteristics and meat quality of beef cattle. *Ciência Rural, Santa Maria*, 48. 1-7.

- Bozó, S. - Kovács, I. - Kollár, N. - Rada, K. (1989): Előzetes beszámoló különböző húsfajták és keresztezéseik legfontosabb hústermelési eredményeiről. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 38. 503-510.
- Bozó, S. - Sárdi, J. - Kollár, N. (1991): A hasított test összetétele különböző ivarú és genotípusú vágómarháknál. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 40. 35-48.
- Bozó, S. (1993): Hazai húsmarhafajták hústermelési értéke. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 42. 3-14.
- Bölcskey, K. - Bárány, I. - Berta, E. - Bíró, G. - Bodó, I. - Bozó, S. - Györkös, I. - Lugasi, A. - Süth, M. - Székely-Körmöczy, P. - Szita, G. - Sárdi, J. (2001): Magyar szürke tehének haszonállat-előállító keresztezése charolais és fehér-kék belga fajtával. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 50. 43-47.
- Bureš, D. - Bartoň, L. (2012): Growth performance, carcass traits and meat quality of bulls and heifers slaughtered at different ages. *Czech J. Anim. Sci.*, 57. 34-43.
- Burnham, D. L. (2000): Investigations into variation in growth performance of cattle at pasture. *Masters in Applied Science (Animal Science)*, Massey University
- Chambaz, A., - Scheeder, - M. R. L., - Kreuzer, M., - Dufey, - P. A. (2003): Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin compared at the same intramuscular fat content. *Meat Sci.*, 63. 491-500.
- Carter, A. H. (1975): Evaluation of cattle breeds for beef production in New Zealand. *Livest. Prod. Sci.*, 2. 327-340.
- Clarke, A. M. - Drennan, M. J. - McGee, M. - Kenny, D. A. - Evans, R. D. - Berry, D. P. (2009): Intake, growth and carcass traits in male progeny of sires differing in genetic merit for beef production. *Animal*, 3. 791-801.
- Clelland, N. - Bunger, L. - McLean, K. - Conington, J. - Maltin, C. - Knott, S. - Lambe, N. (2014): Prediction of intramuscular fat levels in Texel lamb loins using X-ray computed tomography scanning. *Meat Sci.*, 98. 263-71.
- Coleman, S. W. - Evans, B. C. - Guenther, J. J. (1993): Body and carcass composition of Angus and Charolais steers as affected by age and nutrition. *J. Animal. Sci.*, 71. 86-95.
- Coleman L. W. (2016): Growth, carcass characteristics and meat quality of heifers and steers born to beef-cross-dairy cows. Thesis of MSc, Massey University, Palmerston North, New Zealand. 92.
- Crews, D. H. Jr. - Kemp, R. A. (2001): Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 79. 3008-3020.
- Cundiff, L. V. (1970): Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. *J. Anim. Sci.*, 30. 694-705.
- Elzo, M. A. - Johnson, D. D. - Wasdin, J. G. - Driver, J. D. (2012): Carcass and meat palatability breed differences and heterosis effects in an Angus-Brahman multibreed population. *Meat Sci.*, 90. 87-92.
- Ender, K. - Augustini, C. (1998): Schlachttierwert von Rind und Kalb in: Branscheid, W. - Honikel, K. O. - Lengerken, G. - Drochner, W. - Troeger, K.: *Qualität von Fleisch und Fleischwaren*, Bd. 1, Deutscher Fachverlag Frankfurt/M
- Enyedí, S. - Kovács, I. (1989): Különböző kombinációkból származó magyar szürke keresztezésű növendék bikák hizodalmassága. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 38. 213-220.
- Enyedí, S. - Kovács, I. (1990): Különböző kombinációkból származó magyar szürke keresztezésű növendék bikák vágóértéke. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 39. 311-320.
- Enyedí, S. - Szuromi, A. - Bölcsey, K. - Lányi, I-né. (1993): Végtermék genotípusok vágóértéke és húsmínősége a magyar tarka x hereford keresztezésben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 42. 217-225.
- Eriksson, S. - Ask-Gullstrand, P. - Fikse, W. F. - Johnson, E. - Eriksson, J. - Stålhammar, H. - Wallenbeck, A. - Hessle, A. (2020): Different beef breed sires used for crossbreeding with Swedish dairy cows-effects on calving performance and carcass traits. *Livest. Prod. Sci.*, 232. 103902.
- Fraser, M. D. - Fleming, H. R. - Moorby, J. M. (2014): Traditional vs modern: Role of breed type in determining enteric methane emissions from cattle grazing as part of contrasting grassland-based systems. *PLoS ONE*. 9. e107861.

- Gallo, L. - De Marchi, M. - Bittante, G. (2014): A survey on feedlot performance of purebred and crossbred European young bulls and heifers managed under intensive conditions in Veneto, northeast Italy. *Ital. J. Anim. Sci.*, 13. 3285.
- Harangi, S. (2013): Ultrahangos mérési technika alkalmazása szarvasmarhák hústermelőképességének és vágóértékének vizsgálatára. PhD értekezés. Debrecen 146.
- Harangi, S. - Béni, B. (2014): Az ultrahangos mérésekkel kapott és a vágóértéket jellemző adatok közötti összefüggés charolais hízó bikákban. 63. 42-55.
- Holló, G. - Somogyi, T. - Anton, I. - Holló, I. (2010): Különböző fajtájú növendékbikák hízőkonyságának és vágóértékének összehasonlítása. 2. közlemény: Csontozási eredmények. Állattenyésztés és Takarmányozás, 59. 109-119.
- Holt, K. (2009): Building the ideal feedlot steer. *Charolais Edge*, 7. 1-6.
- Horn, A. - Szmodits, T. - Bodó, I. (1959): Kísérletek az angus és a magyartarka szarvasmarha haszonállat előállító keresztezésére I. Állattenyésztés, 8. 43-54.
- Huuskonen, A. - Pesonen, M. - Kamarainen, H. - Kauppinen, R. (2013): A comparison of the growth and carcass traits between dairy and dairy x beef breed crossbred heifers reared for beef production. *J. Anim. Feed Sci.*, 22. 188-196.
- Irshad, A. - Kandeepan, G. - Kumar, S. - Ashish Kumar, A. - Vishnuraj, M. R. - Shukla, V. (2013): Factors influencing carcass composition of livestock: A review. *J. Anim. Prod. Advances*, 3. 177-186.
- Jeremiah L. E. (1996): The influence of subcutaneous fat thickness and marbling on beef Palatability and consumer acceptability. *Food Res. Int.*, 29. 513-520.
- Johnson, E. R. - Taylor, D. C. - Priyanto, R. - Meehan, D. P. (1994): The value of eye muscle area in predicting carcass muscle. *Proc. Austral. Soc. Anim. Prod.*, 19. 68-70.
- Johnson, E. R. (1987): Marbling fat in beef. *Meat Sci.*, 20. 267-279.
- Jones, H. E. - Lewis, R. M. - Young, M. J. - Wolf, B. T. (2002): The use of X-ray computer tomography for measuring the muscularity of live sheep. *J. Anim. Sci.*, 75. 387-399.
- Kamieniecki, H. - Wójcik, J. - Pilarczyk, R. - Lachowicz, K. - Sobczak, M. - Grzesiak, W. - Błaszczak, P. (2009): Growth and carcass performance of bull calves born from Hereford, Simmental and Charolais cows sired by Charolais bulls. *Czech J. Anim. Sci.*, 54. 47-54.
- Kempster, A. J. - Owen, M. G. (1981): A note on the accuracy of an ultrasonic technique for selecting cattle of different breeds for slaughter at equal fattness. *Anim. Prod.*, 32. 113-115.
- Kirton, A. H. (1989): Principles of classification and grading. In: Purchas, R. W., Butler-Hogg, B. W., Davies, A. S. (eds.) *Meat Production and Processing*. Hamilton, New Zealand. New Zealand Soc. Anim. Prod. Inc., 143-158.
- Kirton, A. H. - Morris, C. A. (1989): The effect of mature size, sex and breed on patterns of change during growth and development. In: Purchas, R. W., Butler-Hogg, B. W., Davies, A. S. (eds.) *Meat Production and Processing*. Hamilton, New Zealand. New Zealand Soc. Anim. Prod. Inc., 73-86.
- Kisgergelyné, K. A. - Keleméri, G. - Nagy, N. - Tózsér, J. - Ferenczy, L. M. - Süpek, Z. (1990a): Improvement of quantity and quality of beef production in a dairy herd using Charolais breed. *Proc. of the 41st Annual Meeting of EAAP, Toulouse, France*
- Kisgergelyné, K. A. - Nagy, N. - Keleméri, G. - Tózsér, J. (1990b): Charolais tenyészbikák teljesítményvizsgálata tejtermelő állományon. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 39. 299-309.
- Lage, I. N. K. - Paulino, P. V. R. - Pires, C. V. - Villela, S. D. J. - Duarte, M. S. - Filho, S. C. V. - Paulino, M. F. - Maia, B. A. - Silva, L. H. P. - Teixeira, C. R. V. (2012): Intake, digestibility, performance, and carcass traits of beef cattle of different gender. *Trop. Anim. Health Pro.*, 44. 361-367.
- Lambe, N. R. - Ross, D. W. - Navajas, E. A. - Hyslop, J. J. - Prieto, N. - Craigie, C. - Bünger, L. - Simm, G. - Roehle, R. (2010): The prediction of carcass composition and tissue distribution on beef cattle using ultrasound scanning at the start and/or end of the finishing period. *Livest. Sci.*, 131. 193-202.
- Lawrie, R. A. (2005): *Meat Science*. 6-nd edition. Elsevier Publ. 384.
- Lee, M. R. F. - Evans, P. R. - Nute, G. R. - Richardson, R. I. - Scollan, N. D. (2009): A comparison between red clover silage and grass silage feeding on fatty acid composition, meat stability and sensory quality of the M. Longissimus muscle of dairy cull cows. *Meat Sci.*, 81. 738-744.

- Link, G. - Willeke, H. - Golze, M. - Bergfeld, U. (2007): Mast- und Schlachtleistung bei Bullen und Färsen von Fleischrindrassen und der Kreuzung Deutsch Angus x Fleckvieh. Arch. Tierzucht, 50. 356-362.
- Mandell, I. B. - Gullett, E. A. - Buchanan-Smith, J. G. - Campbell, C. P. (1997): Effect of diet and slaughter endpoint on carcass composition and beef quality in Charolais cross steers. Can. J. Anim. Sci., 77. 403-414.
- Menchaca, M. A. - Chase, C. C. J. - Olson, T. A. - Hammond, A. C. (1996): Evaluation of growth curves of Brahman cattle of various frame sizes. J. Anim. Sci., 74. 2140-2151.
- MSz (1977): MSZ 6935-77 Magyar Szabvány – Szarvasmarha hújának hússzéki darabolása. Budapest.
- Nagy, N. - Popovics, L. (1979): Adatok az eltérő genotípusú növendék hízóbikák vágóértékének megítéléséhez. Állattenyésztés és Takarmányozás, 28. 507-516.
- O'Mary, C. C. - Martin, E. L. - Anderson, D. C. (1979): Production and carcass characteristics of Angus and Charolais x Angus steers. J. Anim. Sci., 48. 239-245.
- Pethick, D. W. - Harper, G. S. - Oddy, V. H. (2004): Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: a review. Aust. J. Exp. Agr., 44. 705-715.
- Pogorzelska-Przybyłek, P. - Nogalski, Z. - Sobczuk-Szul, M. - Purwin, C. - Momot, M. (2018): Carcass characteristics of grass-fed crossbred bulls and steers slaughtered at two different ages. Can. J. Anim. Sci. 98. 376-385.
- Polgár, J. P. - Harmat, Á. - Kiss, B. - Fördös, A. - Kanyar, R. - Török, M. - Bene, Sz. - Szabó, F. (2009): Azonos körülmények között hizlalt, különböző genotípusú növendék bikák vágott test összetétele és húsmínősége. Állattenyésztés és Takarmányozás, 58. 41-54.
- Polgár, J. P. - Wagenhoffer, Zs. - Grubics, Zs. - Hornyák, Z. - Török, M. - Lengyel, Z. - Szabó, F. (2005): Red angus F<sub>1</sub> és R<sub>1</sub> hízómarhák vágási és csontozási eredményeinek értékelése. Állattenyésztés és Takarmányozás, 54. 109-120.
- Purchas, R. W. - Bartoň, R. A. - Hunt, I. R. (1992): Growth and carcass characteristics of crossbred steers out of Jersey cows. New Zeal. J. Agr. Res., 35. 393-399.
- Purchas, R. W. (2003): Factors affecting carcass composition and beef quality. In: Smeaton, D. C. (ed.) Profitable beef production: A guide to beef production in New Zealand. New Zealand Beef Council, 124-152.
- Purchas, R. W. (2012): Carcass Evaluation. In: Hui, Y. H. (ed.) Handbook of meat and meat processing. 2nd ed. Boca Raton, Taylor and Francis Group
- Purwin, C. - Wyzlic, I. - Wielgosz-Groth, Z. - Sobczuk-Szul, M. - Michalski, J. P. - Nogalski, Z. (2016): Fattening performance of crossbred (Polish Holstein-Friesian x Hereford, Limousin or Charolais) bulls and steers offered high-wilted grass silage-based rations. Chil. J. Agr. Res., 76. 337-342.
- Reddy, B. S. - Jeong, S. - Yang, D. - Park, B. - Lee, S. J. - Byun, S. Y. - Kim, J. Y. - Cho, C. H. - Hwang, I. (2014): Beef quality traits of heifer in comparison with steer, bull and cow at various feeding environments. Anim. Sci. J., 86. 10.1111/asj.12266.
- Sexten, A. K. - Krehbiel, C. R. - Dillwith, J. W. - Madden, R. D. - McMurphy, C. P. - Lalman, D. L. - Mateescu, R. G. (2012): Effect of muscle type, sire breed, and time of weaning on fatty acid composition of finishing steers. J. Anim. Sci., 90. 616-625.
- Simčić, M. - Čepon, M. - Žgur, S. (2009): Growth and carcass traits of young bulls sired by Charolais and Limousin. Ital. J. Anim. Sci., 8. (Suppl. 3) 267-269.
- Skelley, G. C. - Thompson, C. E. - Cross, D. L. - Grimes, L. W. (1980): Carcass characteristics of polled Hereford x Angus, Charolais x Angus, Simmental x Angus and Holstein x Angus steers finished on high silage diets. J. Anim. Sci., 51. 822-829.
- Smith S. B. - Gill C. A. - Lunt D. K. - Brooks M. A. (2009): Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. Asian Australas. J. Anim. Sci., 22. 1225-1233.
- Steen, R. W. J. - Kilpatrick, D. J. (1995): Effects of plane of nutrition and slaughter weight on the carcass composition of serially slaughtered bulls, steers and heifers of three breed crosses. Livest. Prod. Sci., 43. 205-213.

- Szabó, F. - Fekete, Zs. - Fördös, A. - Zsuppán, Zs. - Kanyar, R. - Török, M. - Polgár, J. P. - Bene, Sz. (2008): Azonos körülmények között hizlalt, különböző genotípusú növendék bikák hizlalási és vágási eredménye. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 57. 523-526.
- Szabó, F. (1995): Hereford és angus szarvasmarhafajták reciprok keresztezésének néhány tapasztalata. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 44. 17-24.
- Tatum, J. D. - Gruber, S. L. - Schneider, B. A. (2007): Pre-harvest factors affecting beef tenderness in heifers. Executive summary prepared for the National Cattleman's Beef Association. Available from URL: <http://www.beefresearch.org/executivesummaries.aspx>.
- Taylor, D. C., - Johnson, E. R. - Knott, L. (1996): The accuracy of rump P8 fat thickness and twelfth rib fat thickness in predicting beef carcass fat content in three breed types. *Proceedings of the Australian Soc. Anim. Prod.*, 1. 193-195.
- Tózsér, J. (szerk.) (2003): A charolais fajta és magyarországi tenyésztése. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Tózsér, J. - Balázs, F. - Zándoki, R. - Márton, I. (2003): Red angus és aberdeen angus tenyész bikajelöltek teljesítményei egy tenyészetben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 52. 39-50.
- Tózsér, J. - Holló, G. - Holló, I. - Seregi, J. - Repa, I. (2004): A szarvasmarha hosszú hátzom területének mérése real-time ultrahangkészülékkel. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 6. 539-553.
- Trela, J. - Choroszy, B. (2011): Prace Instytutu Zootechniki Państwowego Instytutu Badawczego w zakresie produkcji żywca wołowego. *Wiadomości Zootechniczne*, 4. 11-56.
- Várhegyi, J. - Szentpáli, K. - Várhegyi, J-né (1990): Hereford x magyartarka, hereford x magyartarka x charolais és kanadai hereford növendék bikák hizlalási teljesítménye és takarmányhasznosítása. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 39. 205-212.
- Vaz, F. N. - Restle, J. - Filho, D. C. A. - Brondani, I. L. - Pascoal, L. L. - Quadros, A. R. B. - Vaz, R. Z. -- de Oliveira Peixoto, L. A. (2002): Carcass and meat characteristics of steers produced by 1/2 Nelore 1/2 Charolais and 1/2 Charolais 1/2 Nelore Cows mated with Charolais and Nelore bulls. *Rev. Bras. Zootecn.*, 31. 1734-1743.
- Vaz, F. N. - Arboitte, M. Z. - Pascoal, L. L. - Filho, D. C. A. - Pacheco, R. F. (2010a): Carcass and meat characteristics of young braford steers and heifers, finished with supplementation on cultivated pasture. *Cienc. Anim. Bras.*, 11. 46-56.
- Vaz, F. N. - Restle, J. - Arboitte, M. Z. - Pascoal, L. L. - Faturi, C. - Jonez, G. (2010b): Factors related to dressing percentage of young steers and heifers, finished on cultivated pasture. *Cienc. Anim. Bras.*, 11. 57-65.
- Vestergaard, M. - Jorgensen, K. F. - Cakmakci, C. - Kargo, M. - Therkildsen, M. - Munk, A. - Kristensen, T. (2019): Performance and carcass quality of crossbred beef x holstein bull and heifer calves in comparison with purebred holstein bull calves slaughtered at 17 months of age in an organic production system. *Livest. Sci.*, 223. 184-192.
- Wolfová, M. - Wolf, J. - Zahrádková, R. - Krupa, E. (2005): Einfluss unterschiedlicher ökonomischer und Produktionsbedingungen auf die relative Bedeutung von Leistungsmerkmalen in der Fleischrinderzucht. *Züchtungskunde*, 77. 35-46.
- Xie, Y. R. - Busboom, J. R. - Gaskins, C. T. - Johnson, K. A. - Reeves, J. J. - Wright, R. W. - Cronrath, J. D. (1996): Effects of breed and sire on carcass characteristics and fatty acid profiles of crossbred Wagyu and Angus steers. *Meat Sci.*, 43. 167-177.

Érkezett: 2020. június

Szerzők címe: Holló G. - Somogyi T.

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Kaposvári Campus

Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Kaposvár Campus

H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

hollo.gabriella@uni-mate.hu

## **A BAROMFITARTÁSBAN ALKALMAZOTT LED MEGVILÁGÍTÁS HATÁSÁNAK ÖSSZEFOGLALÓ ELEMZÉSE (IRODALMI ÁTTEKINTÉS)**

PAP TIBOR ISTVÁN - SZABÓ RUBINA TÜNDE - DROBNYÁK ÁRPÁD -  
KOVÁCS-WEBER MÁRIA

### **ÖSSZEFOGLALÁS**

Az innovatív technológiák egyre inkább teret hódítanak az állattartásban is. Ez így van a megvilágítás esetében is. Egyre inkább elterjednek a LED égők az állattartásban – ezzel együtt a baromfi ágazatban is – kiszorítva ezzel a hagyományosnak számító wolframszálas izzókat, és a fénycsöveket. Amellett azonban, hogy költség-hatékonyságban jobb ez az új technológia, pontosan még nem ismert, hogy milyen hatást gyakorol madarainkra. Valószínűleg a kisebb stroboszkóp hatásának köszönhetően mérséklődik az állatok stressz szintje, ami jobb termelési paramétereket eredményez. Emellett fontos figyelembe venni a világítás esetében a madarak életritmusát is, amit leginkább a fény intenzitása és a megvilágítás hossza befolyásol. Ez az új technológia lehetővé teszi a fényerő szabályozását (dimmerelhető), aminek köszönhetően még inkább utánozható a természetes fényviszonyok. Így további előnyökkel járhat, állatjóléti és költség-hatékonyság szempontjából is, ami a termelés javulását eredményezi. A közlemény ismerteti a madarak látásának jellemzőit, illetve a meglévő szakirodalmi adatokkal bemutatja a LED megvilágítás madarakra gyakorolt hatását. A szerzők célja volt továbbá feltárni a témával kapcsolatos hiányosságokat, melyek új vizsgálatokhoz adhatnak kiindulási pontot.

### **SUMMARY**

*Pap, T. I. - Szabó, R. T. - Drobnyák, Á. - Kovács-Weber, M.: EFFECTS OF LED LIGHTING IN THE POULTRY SECTOR (A REVIEW)*

The importance of innovative technologies, as lighting is growing rapidly in animal housing. LED bulbs are becoming more widespread in animal rearing, especially in the poultry sector. It is known that the cost-efficiency of the LED lighting is very favourable, but there is a lack of information about the impact on poultry physiology. Less strobe lights can likely lead to the lower stress level, which can affect the production parameters positively in poultry production. To choose the perfect lighting system, it is also important to take into account the rhythm of birds, mainly influenced by light intensity and illumination length. Thanks to the dimming of the new technology, natural light can be imitated successfully; therefore, animal welfare and cost-efficiency can improve. The characteristics of bird vision and the effect of LED lighting on birds are summarised in the manuscript. Further aim was to explore the shortcomings related to the topic, which can provide a starting point for next research.



## BEVEZETÉS

Az innovációt a fejlődés előre mozdítójának szokás nevezni. Egyre inkább a gépesítés, a precízebb technológiák létrehozásán dolgozunk annak érdekében, hogy minél hatékonyabb legyen a termelés. Nincs ez másképp a mezőgazdaságban sem. Napjainkban egyre nagyobb hangsúlyt kap a precíziós gazdálkodás, ami nem csak a növénytermesztésre (pl.: precíziós műtrágyázás, drónhasználat), hanem az állattenyésztésre is (pl.: precíziós takarmányozás) igaz. A precíziós adatgyűjtés és adatelemzés nagy előrelépést jelenthet a mezőgazdaságnak, aminek ma mindösszesen 40%-os a hatékonysága (Pajor, 2019).

Az állattartás változó költségeinek legnagyobb hányadát a takarmányozás teszi ki. Emellett hajlamosak vagyunk megfeledkezni a többi technológiai elem fontosságáról, melyek megfelelő alkalmazása, és korszerűsége külön-külön is jelentős megtakarításokat jelenthet. Ilyen lehet például a megvilágítás is a baromfitartásban.

A modern LED technológia alkalmazása az állattenyésztésbe hatalmas lehetőségeket rejt magában, ami különösképpen érdekes lehet a baromfiágazat, mint a lakosság húsfogyasztásának jelentős részét kitevő ágazat számára, amely ezzel megelőzi a többi állattenyésztési ágazatot (KSH, 2018). Fontos lehet továbbá azért is, mert a madarak fiziológiai folyamatait leginkább befolyásoló tényezőként tartjuk számon a világítást.

Ezeknek az új világítási technológiának az alkalmazása azonban számos kérdést felvet, mert sok esetben még nem ismerjük, hogy milyen hatást gyakorolnak az állatokra. A gyakorlatban támogatásokból, illetve saját tőkéből történő beruházásokat hajtanak végre anélkül, hogy azok ún. „állat-alapú” következményeivel számolnának, azok hatásait pontosan ismernék. Csupán arra az előremutató tényre alapoznak, hogy az újonnan beruházásra kerülő technológiák energiahatékonyságukban messze jobbak, így téve gazdaságosabbá a termelést.

A LED technológia fejlettségének és precizitásának köszönhetően, képes kiküszöbölni a stroboszkóp hatást, ami distresszt okozhat madarainknak. Dimmerelhető, így szimulálni tudjuk a nap –keltét és –nyugtát. Mindezek mellett jóval környezetkímélőbb, a többi világításhoz képest pedig energiahatékonnyabb és hosszú az élettartama (European Commission, 2011).

## KÜLÖNBSEGEK AZ EGYES FAJOK LÁTÁSÁBAN, FÉNYÉRZÉKELÉSÉBEN

Az egyik fényérzékelő szerv a szem. A fény a pupillán keresztül jut a szembe, amit a szemlencse a szem hátsó falára vetít. A bejutó fénynek megközelítőleg 70-80%-a jut el a recehártáig. Az itt helyet foglaló fényérzékelő receptorok nyelik el a fényt és alakítják azt elektromos jelekké. Ezek az elektromos jelek az idegpályákon keresztül továbbítódnak az agyba, ahol megtörténik a jelek feldolgozása és létrejön a tudatosult kép (Barry és Janice 1998).

A szem színérzékelésében is van különbség az állatfajok között, mert az egyes fotopigmentek csak egy bizonyos hullámhosszon érkező fény érzékelésére képesek. Például az ember szürkületkor monokróm módon lát, ami azt jelenti, hogy egyféle színtartományban, csak a szürke árnyalatait érzékeli. Ennek oka, hogy az ilyenkor bejutó fény mennyisége olyan kicsi, hogy a csapok már nem képesek

érezkeli a gyenge fényt csak a pálcikák által érzékelt fényt képes az agyban képpé alakítani. Az ember esetében, ideális környezetben, vagyis megfelelő fény mennyiség esetén, látásunk tri-kromatikus. Ez a pálcikák mellett a három csap-pigmentnek köszönhető. Az egyik csap leghatékonyabban a rövid hullámhosszú sugarakat nyeli el (kék színérzet, kb. 400 nm körüli sugarak), a másik leginkább a közepes hullámhosszú fényt (zöld színérzet, kb. 550 nm körüli sugarak), míg a harmadik a hosszú spektrumú hullámhosszra érzékeny (sárga és vörös színérzet, kb. 600 nm körüli sugarak) (*Sekuler és Blake, 2000*).

Ezzel szemben a madarak képesek észlelni egy negyedik színtartományt is (tetra-kromatikus látás). Ez nem más, mint az ultraibolya tartomány, így jóval nagyobb spektrumban látnak (*Bennett és Cuthill, 1993; Kelber, 2019*). Ez annak köszönhető, hogy a madarak retinájában négy opszin alapú pigment expresszálódik. Fontos azt is megemlíteni, hogy a madarak látása nem egységes, ahogyan azt régebben feltételeztük. Vannak olyan fajok, amelyek esetében hiányzik egy pigment emiatt másképp is látnak. Összességében azonban elmondható, hogy a nappal aktív madaraknak kiváló a színlátásuk és nagyon jó a szín-megkülönböztető képességük (*Kelber, 2019*).

A képlátásért felelős csapok és pálcikák mellett vannak a retinában úgynevezett ganglion sejtek is. Ezek ugyanúgy fényérzékeny receptorok, de nem elsősorban a képalkotó funkciókért felelősek (non-image forming). A retina ganglion sejtjei melanopszint termelnek, amely mennyiségének segítségével szinkronizálódik belső biológiai órájuk (*Ali és mtsai, 2008; Patterson és mtsai, 2020*)

Ezen felül a madarak rendelkeznek agyi fotoreceptorokkal is, amit már 1970-ben leírtak. *Herbert és Michael (1970)* kísérletükben számos látó és látásképtelen verebet vizsgáltak különböző fotoperiodikus rendszerekben (12 óra sötét és 12 óra világos; 8 óra sötét és 16 óra világos; 20 és 500 lux fény-intenzitás) A kezeléseik végén a két csoport here méreteiben nem találtak különbséget, ami azt bizonyítja, hogy látás nélkül is megfelelően működött a bioritmusuk, feltételezhetően az agyi fotoreceptorok meglétének köszönhetően.

A baromfi viselkedésében a legfontosabb szerepet látásuk tölti be, amely állatjóléti szempontból is fontos. *Sophie és mtsai (2011)* kísérletükben genetikailag látásképtelen csibéket hasonlítottak össze egészséges látó egyedekkel, hogy megvizsgálják a látás fontosságát. A vak csibék esetében csökkent a környezet csipegetése és a csoportosulás. Több rendellenes viselkedési formát figyeltek meg, így például a levegőbe való csipegetés, a körbe-körbe járkálás és felfelé nézés. Amint az várható volt a vak csibék súlygyarapodása a nevelési idő alatt végig elmaradt a látókhöz képest. A látás korlátozása nehézségeket okozhat, így például számos pozitív viselkedési formából kimaradnak a látás korlátozásának köszönhetően, ami állatjóléti szempontokból sem előnyös.

A nem megfelelő megvilágítás stresszt jelent madaraink számára. A stressz hatás többféleképpen is kimutatható. Így például kortizol, illetve madaraknál kortikoszteron, valamint egyéb stresszhormonok (pl. adrenalin, noradrenalin, ACTH) szintjének mérésével, amelyeket többnyire vér-, vagy ürülmintából határozhatunk meg (*Ábrahám és mtsai, 2003*).

A madarak képesek érzékeli a stroboszkóp hatást, ami az izzó percenkénti villogását jelenti. Ezt szabad szemmel nem látjuk villogó fénynek, a madarak viszont érzékenyebb látásuknak köszönhetően igen, így amit mi már folyamatos

fényként érzékelünk, azt a madarak még villogásként látják. Ennek a villogásnak következményei lehetnek élettani folyamataikra és viselkedésükre, ami kihat jóllétükre is. Európai seregélyekkel végzett kísérletekben (*Sturnus vulgaris*) megfigyelték, hogy másképp reagál a madár az alacsony frekvenciájú (100 Hz), mint a magas frekvencia tartományú fényre (>30 kHz). A seregélyek testsúlyában nem tapasztaltak változást a kísérlet ideje alatt, viszont megfigyelték, hogy alacsony frekvenciájú fény hatására gyakoribb volt a myoclonikus izom-összehúzódások szintje (rövid akaratlan izomrángás), kevesebbet mozogtak, ettek és ittak. Madaraknál alacsonyabb bazális kortikoszteron szintet tapasztaltak alacsony frekvenciájú fény hatására, ami krónikus stresszre utal, mert a folyamatos distressz elnyomja a kortikoszteron termelést (*Jennifer és mtsai*, 2011).

## FÉNY HATÁSA A MADARAKRA

A madarak látása jóval kifinomultabb a többi gerincesnél, emellett a fény erőssége és a megvilágítás hossza hatással van a madarak cirkadián (napi) és cirkannuális (éves) ritmusára is. Ennek három feltétele van. Az első receptor-rendszerük, amely érzékeli a külső környezet változásait. A második belső „biológiai órájuk” amellyel érzékeli az idő múlását és a harmadik a neuro-endokrin szabályozó rendszer, amely a megfelelő időben beindítja vagy leállítja a szaporodási (*Bogenfürst*, 2017) és más anyagcsere-folyamatokat. Az utódok így optimális időben kelnek ki vagy éppen megfelelő ritmusban zajlik az állat emésztése. A meglévő viszonyokhoz alkalmazkodik a szaporodási ciklus is. Az ebben szerepet játszó faktorok a fénytartam és a fény-intenzitás. A fotoszenzitivitásnak köszönhetően az ivarsejtek érésének szinkronizálása, vagy annak időbeni eltérései, figyelhetők meg (*Gregory és mtsai*, 2008).

A fotoszenzitivitás összeköttetésben van a madár „belső órájával” ami a megfelelő időben beindítja a hipotalamuszból a GnRH, és ennek hatására a gonadotrop hormonok elválasztását a hipofízisből. Ennek köszönhetően a megvilágítás számos élettani folyamatot indít el, ebbe beleértve a gonádok (petefészek vagy herék) növekedését, illetve más összetett hormonális folyamatokat, amelyeknek köszönhetően megváltozik a madár anyagcsereje és viselkedése is (*Péczely*, 2013).

A cirkadián ritmus elemzéséhez a plazma melatonin koncentrációt és az ún. óra gén expresszióját mérték a májban *Liu és mtsai* (2019). Fehér színű LED világítás hatására az összes óra gén expressziója cirkadián ritmust mutatott a májban, a plazma melatonin szintjének oszcillációjával együtt. A fehér fényhez képest a zöld fény fokozta a melatonin és a különböző óra gének expressziójának mesor-jét (számított érték) és amplitúdóját. Ezzel szemben a vörös LED fény ellentétes hatást fejtett ki. A monokromatikus fénycsoportok között azonban nem voltak jelentős különbségek, így arra lehet következtetni, hogy a fény hullámhosszának a csirke májában mért óra gének ritmusának szabályozásában a melatonin kulcsfontosságú szerepet játszik.

A pulykák tobozmirigyében és retinájában vizsgálták a fotoperiódus hatásait a melatonin tartalom tekintetében. A vizsgálatokat három fényperiódus szerint végezték, hosszú (16 óra világos, 8 óra sötét), egyenlő (12 óra világos, 12 óra sötét) és rövid (8 óra világos, 16 óra sötét). A tobozmirigy, a retina és a vérplazma melatonin koncentrációja sötét periódusban magas értékeket ért el. A sötét fázisok

hosszára reagálva a legmagasabb szintet a rövid fényperiódus alatt produkálta (Zawilska és mtsai, 2007).

Más, különböző hullámhosszú, fehér, vörös, zöld, illetve kék fénynél vizsgálták a tobozmirigy cirkadián expresszióját és a tobozmirigy melatonin szintjét a vérplazmában. A vizsgálatok azt mutatták, hogy az összes óra gén expressziójában megmaradt a cirkadián ritmus a különböző hullámhosszúságú fény hatására (Jiang és mtsai, 2016). A fent leírt cirkannuális (éves) ritmust azonban az egyenlítő környékén élő madaraknál nem a fény vezérli. Ez azért van, mert ott az év során nem változik jelentős mértékben a megvilágítás erőssége és annak hossza. Az ott élő madarak cirkannuális ritmusát emiatt egyéb tényezők befolyásolják, így például a száraz és esős évszakok váltakozása, a táplálék bősége (Eberhard, 2003).

A vándorló madarak vonulásánál az indulás időzítésében játszik fontos szerepet a fény. A madaraknak jól kell időzíteniük, hiszen megfelelő helyen megfelelő időben kell lenniük ahhoz, hogy életben maradjanak. Éves ciklust követve vonulnak, amit a napok világos óráinak hossza határoz meg. Ezt a madarak a fotoreceptoraik segítségével érzékelik. A madaraknak három fotoreceptor rendszerre van, amelyen keresztül a fény kifejti hatását endokrin rendszerükre. Ezek a tobozmirigy fotoreceptor sejtjei, a szem retinája és az agy mély fotoreceptor sejtjei (Péczeley, 2013). Ezt nevezzük nem képalkotó látásnak (non-image forming), amelyről korábban már említést tettünk.

Ahogy az őszi nap-éj egyenlőség után a nappalok hossza folyamatosan rövidül ezt a madarak is érzékelik és ennek hatására hormonális változások indulnak el a szervezetükben. Ezek a hormonális változások indítják el a madarak tollváltását, vagyis a vedlést, illetve ezek hatására kezdenek a madarak zsírdeponálásba, amivel a vándorlás okozta extra igénybevétel energia igényét biztosítják. Ennek a hyperfágiás lipid szintézisnek két összetevője van. Az orexigén rendszer, mely a táplálék felvételt indukálja és az anorexigén rendszer, amely a táplálék elutasításáért felel, így megakadályozza a túlzott elzsírosodást (Fonyó, 2011). A többlet táplálékanyag felvétel hatására a madár elzsírosodása következik be. Ennek elsősorban a vérplazma glukagon szintje a függvénye (Albert és Donald, 1964). A megváltozott hormonszint és a többletsúly idézi elő madarakban a vonulási nyugtalanságot. A vonulási nyugtalanságra jellemző, hogy míg a madarak nappali életritmusa megmarad (táplálékkeresés, szociális viselkedési formák gyakorlása), addig az esti órákban a pihenés helyett fokozott aktivitás figyelhető meg (Péczeley, 2013). A pontos indulás napját főként az időjárás viszonyok határozzák meg, kedvezőtlen időjárás esetén nem indulnak útnak.

Azt, hogy a világos órák hossza befolyásolja a vonulást kísérlettel is alátámasztották. Vonuló vadmadarat fogságban tartottak és mesterséges fényprogramot alkalmazva világítottak számukra. Amikor elkezdtek csökkenteni a világos órák számát bizonyos szint után megfigyelhetővé vált a zsírdeponálás a vedlés majd a vonulási nyugtalanság (a madár idegesebb természetű és mindig a vonulási irányba mozdulna). Fényprogram segítségével szimulálva a vonulásra készítő naphosszt, seregélyeket egy év alatt nyolc alkalommal is sikerült vedlésre bírni (Jonathan, 1996).

## A LED FÉNYFORRÁS HATÁSAI AZ ELTÉRŐ BAROMFIFAJOK ÉS HASZNOSÍTÁSI TÍPUSOK TELJESÍTMÉNYÉRE ÉS VISELKEDÉSÉRE

A fénynek ugyanilyen jelentős hatásai lehetnek a nagyüzemi baromfitartásban is. A baromfiipar egyre inkább áttér az alternatív megvilágításra, amit a kompakt fénycsövek és egyre inkább a LED égők jelentenek. Jelenleg viszont még nem pontosan ismert, hogy ezek miként befolyásolják a madarak súlygyarapodását és jóllétét. *Jesse és Gregory (2015)* ezt vizsgálták kompakt fénycső és kétféle LED esetében. Eredményeik arra utalnak, hogy a LED megvilágítás alkalmazásával kedvezőbben alakultak az állatjólléti mutatók és jobb takarmány-értékesítést is eredményezett, de a LED-ek eredményei között is volt különbség, amit feltehetően a spektrális különbségek idézték elő.

Ultraibolya fény (UVA, UVB) alkalmazása a nevelési időszak alatt kedvező hatást gyakorolt a csirkék jóllétére és kisebb stressz éri őket (*Charlotte és mtsai, 2018*).

Más kutatók is vizsgálták a termelési és stressz paraméterek tekintetében az ultraibolya (UV) fénnel kiegészített világítás hatásait csirkékben. UV fénnel kiegészített LED világításban nyugodtabbak voltak a madarak, mozgásuk is mérsékeltebb volt. Szintén ezeknél a csirkéknél a vérplazma kortikoszteron tartalma, valamint a heterofil limfociták aránya is alacsonyabb volt a kontroll (csak LED megvilágítás) csoportban mért értékekhez képest. A humorális immunitásban ugyanakkor nem volt különbség a két csoport között. Ezekből arra lehet következtetni, hogy az UV fény kiegészítés következtében csökken a madarak stressz-szintje, így a gyakorlatban kedvezőbb állatjólléti feltételeket tudunk biztosítani (*House és mtsai, 2020a*).

Hasonló LED és UV fénnel kiegészített LED világítás esetén pekingi kacsáknál is hasonló eredményeket figyeltek meg. A termelési paraméterekben (testsúly, takarmány-értékesítés) nem volt különbség a két csoport között, az UV fénnel kiegészített megvilágításban nevelt kacsáknak azonban alacsonyabb volt a vérplazma kortikoszteron szintje és a heterofil limfociták aránya, mint a kontroll csoportban. Ebben az esetben is arra következtethetünk, hogy a pekingi kacsák esetében is csökkenti a stresszt az UV fény. Továbbá megfigyelték még, hogy UV fény hatására a kacsák szem-morfológiája is másképp alakult, keskenyebb és könnyebb lett, mint a kontroll csoportban mért szemméretek. (*House és mtsai, 2020b*)

Nem csak a jóllétre, de a súlygyarapodására is hatással lehet a fény hullámhossza. A kék (455-495nm) és a zöld (515-560nm) LED fény pozitív hatást gyakorol a fehér LED fénnel összehasonlítva a csirkék vágáskori súlyára (*Yang és mtsai, 2018*). Takarmány értékesítésében jobb eredményeket értek el pecsenyecsirkék esetében kék, zöld, illetve kék és zöld kevert fényű LED világítással, mint hagyományos fénycsöves megvilágítással (*Yang és mtsai, 2016*). *Sultana és mtsai (2013)* vizsgálatukban azt találták kacsák esetében, hogy a kék és a zöld LED fény csökkentette a vizsgált madarak mozgásmennyiségét, ami magyarázat lehet az előzőekben leírt jobb takarmányértékesítésre és nagyobb vágáskori testsúlyra kék és zöld LED fény esetében.

*Mahdi és mtsai (2019)* különböző színű (fehér, kék, zöld) fény és azok kombinációját (összesen 9 kezelés) vizsgálták a nevelési időszak alatt (6 hét). Indító (1-14 nap), nevelő (15-28 nap), és befejező (29-42 nap) szakaszban más sorrendben alkalmazták a különböző színű megvilágítást 10 lx erősséggel. A fehér-zöld-kék kezelés hatására lett a nevelés végére legnagyobb a súlyuk és legjobb a takarmány-

értékesítésük, míg a teljes nevelési időszak alatt kék fényvel megvilágított csirkék testsúlya lett a legkisebb a nevelési időszak végére. A kék-fehér-zöld szakaszos megvilágítási mintázat eredményezte viszont a legnagyobb heterofil limfocita arányt. A nevelési idő egésze alatt a fehér fény alkalmazása fokozta leginkább az immunválasz-készséget.

*Bobadilla-Mendez és mtsai* (2016) japán fürjeket vizsgáltak, hogy miként hatnak a különböző fényforrások a madarak reprodukív anatómiai és fiziológiai jellemzőire. Három különböző típusú világító testet alkalmaztak, izzó, kompakt fénycső és LED, fehér, kék, piros és zöld színben. A madarakat 4, 8 és 12 hetes korban vizsgálták. A fehér LED izzó megvilágításban egy héttel korábban következett be a nemi érettség és ennek eredményeként nagyobb volt az élőszűly és a relatív perefészek stróma, a petevezeték és a petefészkek szövetek relatív százalékos aránya 8 hetes korban. A fehér LED izzó alatt az ösztradiol és a lipidek magasabb plazmakoncentrációját is megfigyelték 8 hetes korban. 12 hetes korban a magnum és az iszthmusz gyűrdésői erőteljesebbek voltak piros LED-el megvilágított csoportban. A fehér LED-el végrehajtott fotostimuláció hatékonyabban aktiválta a szaporodási ciklust, felgyorsította szexuális érettség kialakulását és fokozta a reprodukív szervek fejlődését.

*Hossein és Mojtaba* (2017) is különböző megvilágítások, más-más színhőmérsékletek hatásait vizsgálták brojler csirkékben. Semleges-fehér LED (4286 Kelvin; K), meleg-fehér LED (2990 K) és hagyományos izzó (2790 K) megvilágítást alkalmaztak 42 napos korig. A vizsgálatok a testsúlyban, a takarmányfogyasztásban és a takarmány-értékesítésben nem mutattak különbséget. A különböző immunválaszok tekintetében az anti-sheep red blood cell antitest titerre, a madárinfluenza vakcina által kiváltott antitest válaszra, a bőr bazofil hiper-szenzitivitására, a teljes leukocita számra és a limfociták számára sem volt szignifikáns hatása. Ezzel szemben a két eltérő színhőmérsékletű LED az elsődleges anti-sheep red blood cell antitest és a newcastle-betegség elleni vakcina antitest titerre szignifikáns különbséget mutatott, amelyek meleg-fehér LED fény hatására voltak a legmagasabbak. Így arra következtethetünk, hogy ez a megoldás lehet a legoptimálisabb energiata-  
tékonyosság és az immunitás szempontjából.

*Zhu és mtsai* (2019) Yangzhou ludakon figyelték meg többféle színű fény hatását a reprodukív mutatókra. Fehér és vörös fényvel megvilágított ludak csúcstermelése magasabb volt, továbbá jobbnak bizonyult a megtojított tojások termékenységi aránya és a kelési százalék is, mint a kék vagy a zöld fényben tartott madarak esetében. Ezzel párhuzamosan megfigyelhető volt, hogy fehér és vörös fényben a kezelés első szakaszában a hipotalamusz OPN5, Dio2, c-Fos, és GnRH-I mRNS értékei magasabbak szintet mutattak, mint kék és zöld fény esetében. Fehér és vörös fény hatására a gonadotrop inhibitor hormon (GnIH), a vazóaktív intesztinális peptid (VIP) és a prolaktin (PRL) mRNS szintje is nagyobb volt. Ezeknek köszönhetően napi 11 óra megvilágítás mellett jobb tojástermelési eredményeket produkáltak a fehér és vörös fényvel megvilágított madarak.

*Kai és mtsai* (2018) tojótyúkakat vizsgáltak piros LED megvilágításban, illetve meleg-fehér fénycsöves megvilágításban. Mérték az ivarérettséget, a tojástermelést, a tojásmínőséget és a tojássárgája koleszterin tartalmát. 41 hetes korban a LED égővel megvilágított tyúk tojás-héj-vastagsága és a tojás-héj-szilárdsága kisebb volt, mint fénycsöves megvilágítás esetén. A 17-41 hetes időszakban viszont a kétféle fény nem befolyásolta a tyúk egyéb teljesítményét.

Mások LED és fénycső összehasonlításánál arra az eredményre jutottak tojótyúk esetében, hogy 20-70 hetes termelés alatt a fénycsővel megvilágított csoportban a tojónkénti tojákszám nagyobb volt, így takarmány-értékesítésük is kedvezőbb alakult. A tojás súlyban illetve az elhullásban nem volt különbség (Long és mtsai, 2016a). A LED megvilágítás emellett magasabb tojásfehérje magasságot és nagyobb tojásfehérje súlyt eredményezett 27 hetes korban. A tojások koleszterin tartalmában viszont nem találtak eltérést, és 62 napos tojástárolási vizsgálat során sem mutattak eltérést a két csoportból származó tojások. (Long és mtsai, 2016b)

A baromfitartásban az ideális megvilágítás megválasztásával csökkenthetjük a stresszhatásokat, vagyis javíthatunk az állatjóléten, aminek következtében javulhatnak a termelési mutatók is. A továbbiakban érdemes lenne vizsgálni a különböző megvilágítási technológiákat, összevetve fényintenzitásukat, fényerejüket, a megvilágítás hosszát, illetve a napkelte-napnyugta szimuláció meglétét vagy hiányát, hogy a későbbiekben a leginkább megfelelő technológiát alkalmazva a madarak tartása során jobb állatjóléti körülményeket tudjunk számukra biztosítani, mindvégig figyelembe véve a költséghatékonyságot is.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Ábrahám, Cs. – Seenger, J. – Szűcs, E. (2003): A stresszállapot és annak mérhetősége. Állattenyésztés és Takarmányozás, 52. 527-537.
- Albert, H. M. – Donald, S. F. (1964): Possible endocrine basis for premigratory fattening in the white-crowned sparrow, *Zonotrichia leucophrys gambelii* (Nuttall). Gen. Comp. Endocr., 4. 584-595.
- Ali, D. G. – Jennifer, L. E. – Gurprit, S. L. – Shafiqul, H. – Cara, M. A. – Hsi-Wen, L. – Alun, R. B. – Hugh, C. – Tudor, C. B. – Haiging, Z. – Mark, W. H. – David, M. B. – Robert, J. L. – King-Wai, Y. – Samer, H. (2008): Melanopsin cells are the principal conduits for rod-cone input to non-image-forming vision. Nature, 453. 102-106.
- Barry, B. – Janice, S. (1998): Az emberi test. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 343.
- Bennett, A. T. D. – Cuthill, I. C. (1993): Ultraviolet vision in birds: What is its function? Vision Res., 34. 1471-1478.
- Bobadilla-Mendez, M. F. – Rojas-Granados, C. P. – Andrade, E. F. – Retes, P. L. – Ferreira, L. G. – Alvarenga, R. R. – Rodriguez-Gil, J. E. – Fassani, E. J. – Zangeronimo, M. G. (2016): Effect of different light sources on reproductive anatomy and physiology of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Anim. Reprod. Sci., 168. 50-56.
- Bogenfürst F. (2017): Lúdtenyésztők kézikönyve. Central Press '99, Kaposvár, 44-45.
- Charlotte, J. – Lucy, A. – Katherine, H. – Julian, W. (2018): The effect of supplementary ultraviolet wavelengths on broiler chicken welfare indicators. Appl. Anim. Behav. Sci., 209. 55-64.
- Eberhard, G. (2003): Circannual rhythms in birds. Curr. Opin. Neurobiol., 13. 770-778.
- European Commission (2011): Green paper, lighting the future, accelerating the deployment of innovative lighting technologies. Brussels 19 p. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d9c733b3-32a9-42da-8481-0e9e585076cb/language-en>
- Fonyó, A. (2011): Az orvosi étlettan tankönyve. [https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011\\_0001\\_524\\_Elettan/adatok.html](https://regi.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Elettan/adatok.html) (2020. 05) [https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011\\_0001\\_524\\_Elettan/ch10s07.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/2011_0001_524_Elettan/ch10s07.html)
- Gregory, F. B. – Ellen, D. K. (2008): Sex differences in the response to environmental cues regulating seasonal reproduction in birds. Philos. T. R. Soc. B., 363. 231-246.
- Herbert, U. – Michael, M. (1970): Photoperiodically significant photoreception in sparrows: Is the retina involved? Science, 167. 298-301.

- Hossein, S. – Mojtaba, Z.* (2017): Effect of light emitting diodes with different color temperatures on immune responses and growth performance of male broiler. *Ann. Anim. Sci.*, 17. 545-553.
- House, G. M. – Sobotik, E. B. – Nelson, J. R. – Archer, G. S.* (2020a): Effect of the addition of ultraviolet light on broiler growth, fear, and stress response. *J. Appl. Poultry Res.*, 29. 402-408.
- House, G. M. – Sobotik, E. B. – Nelson, J. R. – Archer, G. S.* (2020b): Effects of ultraviolet light supplementation on Pekin duck production, behavior and welfare. *Animals*, 10. 833.
- Jennifer, E. E. – Emma, L. H. – Andrew T. D. B. – Innes C. C. – Katherine L. B.* (2011): Short-term physiological and behavioural effects of high- versus low-frequency fluorescent light on captive birds. *Anim. Behav.*, 83. 25-33.
- Jesse, C. H. – Gregory, S. A.* (2015): Comparison of two LED light bulbs to a dimmable CFL and their effects on broiler chicken growth, stress, and fear. *Poultry Sci.*, 94. 2027-2036.
- Jiang, N. – Wang, Z. – Cao, J. – Dong, Y. – Chen, Y.* (2016): Role of monochromatic light on daily variation of clock gene expression in the pineal gland of chick. *J. Photoch. Photobio. B.: Biology*, 164. 57-64.
- Jonathan, E.* (szerk.) (1996): A madárvonulás atlasza. Cser Kiadó, Budapest, 180.
- Kai, L. – Hongwei, X. – Jasreen, S. – Tong, W.* (2018): Effect of fluorescent vs. poultry-specific light-emitting diode lights on production performance and egg quality of W-36 laying hens. *Poultry Sci.*, 97.1-11.
- Kelber, A.* (2019): Bird colour vision – from cones to perception. *Curr. Opin. Behav. Sci.*, 30. 34-40.
- KSH* (2018): Központi Statisztikai Hivatal, Statisztikai tükör. Élelmiszertermélegek 2016, <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/stattukor/elelmfogy/elelmfogy16.pdf>
- Liu, L. – Wang, Z. – Cao, J. – Dong, Y. – Chen, Y.* (2019): Effect of melatonin on monochromatic light-induced changes in clock gene circadian expression in the chick liver. *J. Photoch. Photobio. B.: Biology*, 197. 111537
- Long, H. – Zhao, Y. – Wang, T. – Ning, Z. – Xin, H.* (2016a): Effect of light-emitting diode vs. fluorescent lighting on laying hens in aviary hen houses: Part 1 – Operational characteristics of lights and production traits of hens. *Poultry Sci.*, 95. 1-11.
- Long, H. – Zhao, Y. – Xin, H. – Hansen, H. – Ning, Z. – Wang, T.* (2016b): Effect of light-emitting diode (LED) vs. fluorescent (FL) lighting on laying hens in aviary hen houses: Part 2 – Egg quality, shelf-life and lipid composition. *Poultry Sci.*, 95. 115-124.
- Mahdi, Z. – Gholamreza, G. – Majid, T. – Amir, H.A. – Mehdi, T.* (2019): Effect of sequential and intermittent white, green and blue monochromatic lights on productive traits, some immune and stress responses of broiler chicken. *Livest. Sci.*, 227. 153-159.
- Pajor, G.* (2019): A mezőgazdaság 4.0 kihívása az állattenyésztésben, avagy mit jelent a szakmai adatanalízis? *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 68. 211-220.
- Patterson, S. S. – Kuchenbecker, J. A. – Anderson, J. R. – Neitz, M. – Neitz, J.* (2020): A color vision circuit for non-image-forming vision in the primate retina. *Curr. Biol.*, 30. 1-6.
- Péczely, P.* (2013): Madár szaporodásbiológia. Agroiinform Kiadó, Budapest, 352.
- Sekuler, R. – Blake, R.* (2000): Észlelés. Osiris Kiadó, Budapest, 618.
- Sophie, C. – Björn, F. – Helle, H. K. – Peter, S. – Paul M. H.* (2011): Investigating the importance of vision in poultry: Comparing the behaviour of blind and sighted chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 133. 60-69.
- Sultana, S. – Hassan, Md. R. – Choe, H. S. – Ryu, K. S.* (2013): Impact of different monochromatic LED light colours and bird age on the behavioural output and fear response in ducks. *Ital. J. Anim. Sci.*, 12:e94
- Yang, Y. – Pan, C. – Zhong, R. – Pan, J.* (2018): The quantitative models for broiler chicken response to monochromatic, combined, and mixed light-emitting diode light: A meta-analysis. *Poultry Sci.*, 97. 1-10.
- Yang, Y. – Yu, Y. – Pan, J. – Ying, Y. – Zhou, H.* (2016): A new method to manipulate broiler chicken growth and metabolism: Response to mixed LED light system. *Sci. Rep.*, 6. 25972



*Zawilska, J. B. – Lorenc, A. – Berezinska, M. - Vivien-Roels, B. – Pévet, P. – Skene, D. J. (2007):* Photoperiod-dependent changes in melatonin synthesis in the turkey pineal gland and retina. *Poultry Sci.*, 86. 1397–1405.

*Zhu, H. X. – Hu, M. D. – Guo, B. B. – Qu, X. L. – Lei, M. M. – Chen, R. – Chen, Z. – Shi, Z. D. (2019):* Effect and molecular regulatory mechanism of monochromatic light colors on the egg-laying performance of Yangzhou geese. *Anim. Reprod. Sci.*, 204. 131–139.

Érkezett: 2020. szeptember

*A szerzők címe: Pap T. I. - Szabó R. T. - Drobnyák Á. - Kovács-Weber M.*

*Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus*

*Authors' address: Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus*

*H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1.*

*paptiboristvan@gmail.com*

## CSIRKE EMBRIÓK HŐKONDITIONÁLÁSÁNAK HATÁSA A HŐSTRESSZTŰRŐ KÉPESSÉGRE

KÖRÖSINÉ MOLNÁR ANDREA - BALÁZS BENCE - KÖRÖSI LÁSZLÓ -  
BALLÁNÉ ERDÉLYI MÁRTA - GÁSPÁRDY ANDRÁS - SJERPS ANNETTE -  
BODNÁR BLANKA

### ÖSSZEFOGLALÁS

A hőstressz negatívan hat a baromfifajok termelésére és immunszuppressziót is kiválthat. A hőtolerancia javítható a kelés előtt vagy közvetlenül utána alkalmazott hőkondicionálással (HC). Jelen munka célja volt annak vizsgálata, hogy hőstressz hatására milyen mértékben változik meg a HC-kezelt csirkék hőtoleranciája. A vizsgálatban 80, azonos brojler szülőpárállományból származó csirke vett részt, amelynek fele kontroll, fele hőkondicionált volt. A kelés 18., 19. és 20. napján napi 4 órán keresztül  $+1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal volt magasabb a hőmérséklet a kontrollhoz képest. A hizlalás során 3 és 5 hetes korban ismételt hőstressz ( $31\text{-}32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) érte az állatokat napi 8 órán keresztül. Az akut hőstressz következtében a kloaka hőmérséklete szignifikánsan ( $p<0,05$ ) megnőtt mind a két csoportban, míg a hátbőr hőmérséklete csak a HC csoportban emelkedett meg szignifikáns mértékben. A HC csirkék hát-hőmérséklete hőstressz előtt és alatt is szignifikánsan ( $p<0,05$ ) alacsonyabb volt, mint a kontroll csirkéké. A keltetés során alkalmazott hőkondicionálás nem befolyásolta a súlygyarapodást, a mellizom és a comb arányát, továbbá hőstressz hatására a hús pH-ját, a csepegési veszteséget és a nyíróerőt, de a HC csirkék húsa kevésbé halványodott el. Háromhetes korban, a hőstressz mindkét csoportban növelte ( $p<0,05$ ) a heterofil granulociták arányát, valamint csökkentette a limfociták arányát. A HC csirkékben a limfociták arányának csökkenése jelentősebb mértékű volt ( $48\%$ -kal,  $p=0,001$ ), mint a kontroll csirkéké.

### SUMMARY

*Körösiné Molnár, A. – Balázs, B. – Körösi, L. - Balláné Erdélyi, M. – Gáspárdy, A. – Sjerps, A. – Bodnár, B.:* EFFECT OF PRENATAL HEAT CONDITION ON HEAT STRESS TOLERANCE OF CHICKENS

Heat stress affects the performance of poultry species and induce immunosuppression too. Chickens can be manipulated to better heat stress tolerance by thermal/heat conditioning (HC). Our purpose was to determine the effect of acute heat stress on thermo-tolerance of in-ovo HC chickens. 80 broilers from the same parent stock were used: controls (40 chicks hatched at  $36.7\text{ }^{\circ}\text{C}$  from 18 to 20 embryonic day) and HC (40 chicks hatched at  $38.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  from 18 to 20 embryonic day; 4h/day). Thermal conditioning did not influence the weight gain, dressing percentage, portion of breast meat and leg of chickens. The sex influenced the dressing percentage and portion of breast meat regardless of incubation temperature. The females had significantly ( $p<0.05$ ) bigger dressing percentage and portion of breast meat than males. The chickens were exposed to heat stress: at day 21 and at 35 ( $31\text{-}32\text{ }^{\circ}\text{C}/8\text{ hrs}$ ). The first heat stress (d 21) increased significantly heterophil ratio ( $p<0.05$ ) and decreased the lymphocyte ratio in both treatments. The ratio of lymphocytes decreased by about half in HC chickens ( $p=0.001$ ). Exposure of the chickens to high temperature did not alter the cloacal temperature on day 21 but increased it significantly ( $p<0.05$ ) on day 35. The meat quality was examined after the acute heat stress at day 35. The embryonic heat condition did not influence significantly the pH, drip loss, Warner-Bratzler shear force and colour of chicken breast meat obtained after an acute heat stress. Regardless of incubation temperature the colour of breast meat was influenced by the sex of the chickens. The CIELAB  $a^*$ -value (redness) was significantly ( $p<0.05$ ) higher in the males' meat but the  $b^*$ -value (yellowness) was significantly higher in the females. It can be hypothesized that the period and/or the method at which thermal conditioning was applied during the incubation was not the sensitive phase or adequate method for the thermotolerance improvement.

## BEVEZETÉS

A hőstressz közvetlenül és közvetetten is befolyásolja az állatok termelését. Közvetlenül, többek között a takarmányfelvétel csökkenésével (*Molnár, 1990/a*), a súlygyarapodás, a tojástermelés visszaesésével, a tojás héjának elvékonyodásával (*Molnár, 1990/b*), az elhullás növekedésével (*Quintero-Filho és mtsai, 2010*). Közvetetten úgy, hogy az állatok érzékenyebbé válnak az egyéb stresszorokra: vakcinázásra, nagy telepítési sűrűsége, mozgásra.

A hipotalamusz hőszabályozásért felelős régiója egyrészt a test belső hőmérsékletéből másrészt a testfelszín hőreceptoraiból érkező információk integrálásával tudja azt a megfelelő hőszabályozási választ (élettani, viselkedésmódbeli) kiváltani, ami elősegíti a belső hőmérséklet megtartását (*Boulant, 2000*).

A magas környezeti hőmérséklet negatív hatása fokozódik a relatív páratartalom (RH) növekedésével, mert a nagy RH megnehezíti, közel felére csökkenti a párologtatással történő hőleadást (*Molnár, 1994*), ami a legfontosabb hőleadási forma magas hőmérsékleten. A léghőmérséklet mellett az RH jelentőségét a madarak testhőmérséklet-szabályozásában jól szemlélteti az a vizsgálat, amelyben a léghőmérsékletet emelve különböző RH mellett mérték a kifejlett ludak testhőmérsékletét. A léghőmérséklet növekedésekor (22-34 °C) a 65% RH-t tartalmazó légtérben a kloaka hőmérséklete 39,7 °C-ról 40,6 °C-ra, a hátbőr hőmérséklete 37 °C-ról 38 °C-ra nőtt, míg 90% RH mellett a kloaka hőmérséklete 39,8 °C-ról 41,2 °C-ra, a hátbőr hőmérséklete 37 °C-ról 39,2 °C-ra emelkedett (*Kőrösiné Molnár és mtsai, 2005*). *Tao és Xin (2003)* a maghőmérséklet változására alapozva, a hőstressz súlyosságát kifejező mérőszámot dolgoztak ki brojlercsirkére vonatkoztatva. A léghőmérséklet és a páratartalom mellett a légmozgás sebességét is figyelembe vették a THVI (temperature-humidity-velocity-index) összefüggés leírásában.

A hosszú ideig tartó hőstressz (32 °C-nál magasabb hőmérséklet és magas, 80% feletti relatív páratartalom) következményeként nemcsak a súlygyarapodás lassul le, hanem megváltozik a testösszetétel is. Intenzív fajtáknál, hibrideknél általában csökken a test fehérje-, és nő a zsírtartalma, míg az őshonos fajtáknál a hőstressz nem okoz lényegi változást (*Lu és mtsai, 2007*). A hőstressz következményeként vágóhídi feldolgozások gyakori a bőr repedése és a vér visszamaradása az izomban. A hőstressz, hasonlóan más stresszorokhoz gyakran vált ki rendellenes húsérési folyamatokat. A PSE-hús csirkében is, leginkább a mellizomban kialakuló rendellenes pH-változással jellemezhető húshiba, melynek következtében a hús halvány, puha, szakadékony, vizenyős, elveszti vízmegtartó képességét és csökken fehérjéinek stabilitása (*McKee és Sam, 1997; Aksit és mtsai, 2006; Collin és mtsai, 2007*). A PSE-húsról jellemző, hogy a glikogén jelentős része 45 perc alatt lebomlik, így magas lesz az izom tejsavtartalma, aminek következménye az alacsony pH (*Jávör és Szigeti, 2011*).

A hőstressz immunszuppressziót is kivált (*Shini és mtsai, 2010*). A stressz alatt különbség figyelhető meg a baktériumokkal és a vírusokkal szembeni védekezés hatékonyságában. Az antitestek koncentrációja csökken, ezért megnő a csirkék vírusos és mikoplazmás fertőződésének esélye (*Zulkifli és mtsai, 1994*). A stressz következtében megnő viszont a baktériumok elleni védekezésben kulcsfontosságú szerepet játszó heterofil granulociták száma (*Maxwell, 1993*). A hőstressz

okozta immunszuppresszió hatására megfigyelhető a limfoid szervek involúciója (*Olfati és mtsai, 2018*).

A fehérvérsejtek és azok arányának vizsgálata akkor került előtérbe, amikor több kutatócsoport (*Gross és Siegel, 1983; Barnett és Hemsworth, 1990*) is rámutatott arra, hogy a vérplazma kortikoszteroid tartalmát sokszor nem lehet stressz indikátorként használni. *Gross és Siegel (1983)* vizsgálták elsőként a madár vérben a heterofil granulociták (H) és limfociták (L) arányának változását, valamint azt, hogy a heterofil/limfocita arány (H/L) jól alkalmazható élettani indikátor különböző stressz jelentétének kimutatására. A heterofil granulociták száma növekszik a stressz hatására, és a H/L arány használható a stressz nagyságának kimutatására is. Stressz következtében kialakult ún. heterofil-válasz már a stressz-hatás 30. percétől megfigyelhető, viszont a stresszt követő hetedik nap után már nem mutatható ki (*Maxwell és Robertson, 1998*). Extrém környezeti hatásra azonban a H/L arány nem mindig jelzi jól a stresszt, mert ezekben az esetekben gyakran előfordul heteropénia, a vérben keringő heterofil granulociták számának erőteljes csökkenése, illetve bazofília (*Maxwell és mtsai, 1992*). A H/L arány jelentőségét kiemeli, hogy a baromfi hővel szembeni rezisztenciájának javítására több szerző (*Al Murrani és mtsai, 1997*) szelekciós kritériumként javasolja ennek az arálynak a figyelembevételét.

A hőstressz mértéke, negatív hatása csökkenthető a madarak hőtoleranciájának javításával, más szóval a magas hőmérséklettel történő kondicionálással. A kifejlett baromfi bizonyos mértékben tud alkalmazkodni a magas hőmérséklethez, ha ciklikusan változtatjuk a külső hőmérsékletet. Ez azonban hosszabb időt igényel és csak egy rövidebb időszakra fejt ki hatását, nem a madár teljes életére. A kelés környéki időszakban az embriót érő külső hatások, pl. külső hőmérséklet változása epigenetikus adaptációt indít be (*Nichelman, 2004; Tzschentke, 2007*). Feltételezhető, hogy a hőszabályozó-rendszer stabilizálódása előtt alkalmazott hőkezeléssel a csirkék hőtűrő-képessége nemcsak rövid időn keresztül javul, hanem ez a hatás kiterjed a madarak egész életére. Ennek eredményeként egy későbbi életkorban a madarat érő hőstressz, pl. nagy nyári hőség nem okoz olyan nagymértékű stresszt a madárnak, ezáltal nem emelkedik meg drasztikusan a testhőmérséklete, nem fog csökkenni a súlya, a tojástermelése és a kelés aránya (*Kőrösiné Molnár és mtsai, 2005*).

A fiatalkori hőkondicionálást (HC) kezdetben a kelést követő néhány napban végezték. Későbbi életszakaszban fellépő hőstressz alkalmával a HC baromfiban pozitív eredményeket értek el a brojlercsirke súlygyarapodásával (*Yahav és Hurwitz, 1996; Yahav, 2001; Szabó és mtsai, 2009*), növendék libák súlygyarapodásával és májkihozatalával (*Kőrösi Molnár és mtsai, 2004*) kapcsolatban. Továbbá a HC javította a nyári ciklusú ludak tojástermelését, termékenységét, kelési eredményét (*Kőrösi Molnár és mtsai, 2010; Liptói és mtsai, 2011*), a tojótyúk tojástermelését, héjvastagságának megtartását hőstressz alatt (*Szabó és mtsai, 2010*).

A gyakorlatban ez a hőkezelés nehézkes, ezért merült fel az a gondolat, hogy a keltetőben, még a tojásban kell a hőkondicionálást elvégezni. *Nichelmann és Tzschentke (1997)* megállapította, hogy a kelés előtti néhány napban már jól kifejlődött az embrió külső hőmérséklet iránti érzékenysége, ezért ebben a korban érdemes a hővel történő kondicionálást elvégezni. *Yahav és mtsai (2004)* a keltetés 8-10. illetve 16-18. napján alkalmazták a termális manipulációt. Azok

a csirkék, amelyek a keltetés végén kapták a hőkezelést jobban tűrték a kelést követő 4. napon adott hőstresszt (vérplazma tiroxin, trijódtrionin és kortikoszteron tartalma alapján), mint a kontroll, illetve a keltetés korai időszakában kezeltek. *Piestun és mtsai* (2013) hasonló eredményt kapott a keltetés 7-16. napja közötti hőkezeléssel. *Piestun és mtsai* (2009) beszámoltak arról, hogy a tojásban végzett HC hatására megnőtt a mellizomsejtek száma és átmérője, aminek következtében a mellkihozatal is javult. *Tzschentke és Halle* (2009) vizsgálatában a keltetés utolsó időszakában adott néhány órás hőkezelés hatására nagyobb lett a csirkék súlya, a mellhús kihozatalban azonban nem találtak különbséget.

Az embrionális korban történő HC eredményessége több mutatón keresztül vizsgálható, mint pl. a testhőmérséklet megtartásával hőstressz alkalmával. További ilyen mutató lehet az, ha a csirkék hújának minősége nem romlik olyan mértékben a vágás előtt fellépő hőstressz hatására, mint a standard körülmények között kelt és hőstresszt szenvedett csirkéké. A nagyobb hőstressz-tűrőképességet támasztja alá az, ha hőstressz során kisebb mértékben változik meg a H/L arány a tojásban HC csirkék vérében, mint a kontrollban.

A szakirodalomban (*Yahav és mtsai*, 2004; *Tzschentke és Halle*, 2009) között kedvező tendenciákra alapozva a keltetés 18., 19. és 20. napját választottuk a hőkezeléshez.

Azonban nem állnak rendelkezésre arra vonatkozó szakirodalmi adatok, hogy az embrionális HC okoz-e változást az immunrendszer működésében, illetve javítja-e a húsminőséget, ha a madarakat egy későbbi életkorban erős hőstressz éri.

Jelen munka célja adatok gyűjtése volt azzal kapcsolatban, hogy az alkalmazott hőkondicionálás javítja-e a csirkék H/L arány-, testhőmérséklet- és húsminőség-változás segítségével jellemzett hőstressztűrő képességét.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

A kísérlet (keltetés, nevelés, vérmintavétel) az Állatorvostudományi Egyetem Munkahelyi Állatkísérleti Bizottságának jóváhagyásával, az állatkísérletek általános szabályainak betartásával zajlott az Állatorvostudományi Egyetem Állattenyésztéstani, Takarmányozástani és Laborállat-tudományi Tanszékének kísérleti helyiségében. A húsminőségi vizsgálatokat a Szent István Egyetem Takarmányozástani Tanszékén végeztük.

A vizsgálatban 80 db ROSS 308-as brojler naposcsibe vett részt, amelyek azonos szülőpár állománytól származtak. A 40 kontroll csibe nagyüzemi keltetőgépben (Pas Reform SmartSetPro™ és SmartHatchPro™) kelt a Pas Reform ajánlása szerint. A 40 HC csibe a Pas Reform SmartPro™ Combi keltetőgépében kelt, ahol az embrionális kor 18-19-20. napján, naponta 4 órán keresztül, a kontrollhoz képest +1,7 °C-kal magasabb hőmérsékletkezelést kaptak.

A csibék jelölése napos korban egyedi szárnyjelzővel, elhelyezésük mélyalmos fülkében, egy csoportban történt, hogy a kísérleti és a kontroll egyedek tartási körülményei megegyezzenek. A telepítési sűrűség 12 madár/m<sup>2</sup> volt. A takarmányt (indító, nevelő, befejező) és az ivóvizet korlátozás nélkül fogyaszthatták.

A felnevelés során két alkalommal, 21 és 35 napos korban érte hőstressz (31-32 °C, 8-10 órán keresztül) az állatokat. A relatív páratartalmat (81-83%) is

figyelembe véve a hőérzet a 21 napos kori vizsgálatnál 42 °C-nak, a 35 napos kori vizsgálatnál 46 °C-nak felelt meg.

A testsúlyt a szárnyszámmal beazonosítva hetente mértük.

A testhőmérsékletmérésére a hőstresszt megelőző órában és a hőstressz utolsó órájában került sor. A kloaka hőmérsékletének mérése digitális állat lázmérővel (VT-801SLEW), a hát bőrének hőmérsékletének mérése, a két szárnytő között, infra-hőmérővel (Thermoval® baby) történt.

A fehérvéresejtek vizsgálatához 21 napos korban a hőstresszt megelőzően, illetve a hőstressz utolsó órájában történt mintavétel, csoportonként 5-5 egyedről EDTA-s csőbe. A vérvétel, mint stresszor, a vérvétel gyorsasága és a nyugodt kivitelezési körülmények miatt feltételezhetően nem befolyásolta a H/L arányt. Csoportonként 5 vérkenet morfológiai vizsgálata, a vérkenet abszolút etanolban történt fixálása, majd gyorsfestő készlettel (REAG-QUICK PANOPTIC, Reagens Kft) történt megfestése után, 400x illetve 1000x nagyítású fénymikroszkóppal történt. Kenetenként 100 fehérvérséjt számolása és kiértékelése történt.

Az öthetes korban alkalmazott hőstresszt követő napon került sor a vágópróba-ra, csoportonként 16-16 átlagos súlyú egyedből (8-8 kakas és 8-8 jérce). Mértük a grillsúlyt (kiszigerelt test, fej, nyak, csüd és hasúri zsír nélkül), a teljes combok súlyát (bőrrel és csonttal), valamint a mellizom súlyát.

A vágóprózával egyidejűleg került sor a húsminőség vizsgálatokra: kísérleti csoportonként 10-10 egyedből, 5-5 kakasból és 5-5 jércéből. A pH mérése a vágást követően (pH0), valamint 36 óra hűtve (4 °C) tárolást követően (pH36) a jobboldali nagy mellizomban (*m. pectoralis major*) a WTW pH330i/SET típusú készülékkel történt.

A hús színének jellemzőit (L\*, a\*, b\*) a nagy mellizom friss metszés felületén Konica Minolta CR-410 készülékkel, CIELAB színelemző módszer szerint regisztráltuk. Ennek a színmérési módszernek a háromdimenziós színtérben elhelyezett vektor koordinátái a következők: L\*: a tárgy világosságának mértéke, a\*: a vörös/zöld tengelyen elfoglalt helyzetet és b\*: a kék/sárga tengelyen elfoglalt helyzetet mutatja. A hús színének fogyasztói szemmel történő értékeléséhez az alábbi képletet használtuk:

$$\Delta E^*_{ab} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

A képlet segítségével kapott értékeket Lukács (1982) által kidolgozott rendszer alapján értékeltük (1. táblázat)

1. táblázat

**A vizuális érzékelés és a  $\Delta E^*_{ab}$  színkülönbség kapcsolata (Lukács, 1982)**

Értéktartomány (1)	Szemmel érzékelhető eltérés mértéke (2)
$\Delta E^*_{ab} \leq 0,5$	Nem észrevehető (3)
$0,5 \leq \Delta E^*_{ab} \leq 1,5$	Alig észrevehető (4)
$1,5 \leq \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$	Észrevehető (5)
$3,0 \leq \Delta E^*_{ab} \leq 6,0$	Jól észrevehető (6)
$6,0 \leq \Delta E^*_{ab}$	Nagy (7)

Table 1. Correlation between  $\Delta E^*_{ab}$ -value and visual perception (Lukács, 1982)

domain (1); degree of visual perception (2); not visible to the eye (3); inconspicuous (4); perceptible (5); noticeable (6); very noticeable (7)

A csepegési veszteség kiszámítása a 96 órán át 4 °C-on tárolt jobb oldali kis mellizomnak (*m. pectoralis minor*) a tárolás során bekövetkezett súlyvesztéséből történt, a kiindulási tömeg százalékában. A nyíróerő-próbához a minták a fagyasztva tárolt, majd a +4 °C-on felengedett, ezt követően kontakt grillsütőben 72 °C maghőmérséklet eléréséig sütött és szobahőmérsékletre lehűtött nagy mellizomból kivágott, 1x1 cm keresztmetszetű hasábok voltak (három hasáb/minta). A próbatestek teljes átvágásához szükséges erő meghatározása a Warner-Bratzler analizátorral történt.

### *Statisztikai analízis*

Az egyedileg mért alapadatokból történt az átlag, valamint a szórás (SD) értékek kiszámítása, továbbá kétmintás t-próbával a kísérleti csoportok közötti különbségek értékelése. A húsminőség adatainak értékelésénél a kezelés és az ivar hatását kétváltozós varianciaanalízissel elemeztük. Az eredményeket torzító adatok kiszűrését Dixon próbával végeztük. A számításokhoz MS Excel 7.0 programot használtunk.

## **EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK**

### *Hizlalási teljesítmény paramétereit*

A hizlalás teljes ideje alatt nem volt különbség a csoportok között (2. táblázat). 35 napos korban a csirkék átlagos súlya 2190,2 ± 169,8 g volt a kontroll és 2193,2 ± 160,1 g a hőkezelt (HC) csoportban. A nevelés során alkalmazott hőstressz sem okozott eltérő mértékű súlygyarapodást a HC és a kontroll csoportok között (2. táblázat). A fajlagos takarmány-felhasználás egységesen 1,59 kg/kg volt.

2. táblázat

**Kontroll és hőkondicionált (HC) brojler csirkék testsúlya a nevelés során (átlag±SD)**

Életkor (1)	Kontroll (2)	HC (3)
napos (4)	41,2 ± 2,6	41,8 ± 3,2
6 napos (5)	142,9 ± 12,9	145,9 ± 14,0
13 napos	443,9 ± 42,0	443,8 ± 46,6
21 napos	875,2 ± 78,7	876,6 ± 88,8
28 napos	1526,6 ± 108,3	1531,4 ± 107,8
35 napos	2190,2 ± 169,8	2193,2 ± 160,1

Table 2. Body weight of heat conditioned and control chickens during the growing period

age (1); control (2); heat conditioned (3); day old (4); 6-day old (5)

### *Vágási kihozatal*

A hőstresszt követően nem volt különbség a kontroll és a hővel kondicionált csirkék vágási kihozatalában: a grillsúly élőszúlyhoz való arányában, a mellhús és a combok élőszúlyhoz viszonyított arányában (3. táblázat). A vágópróba eredményei hasonlóak *Fernandes és mtsai* (2016) valamint *Tzschentke és Halle* (2009) eredményeihez, akik nem találtak különbséget a grill-, a comb- és a mellhús-ki-

hozatalban ellentétben *Piestun és mtsai* (2009) eredményével, akik az izomrostok számának és átmérőjének növekedését tapasztalták. Megfigyelhető mind a két ivarban az a tendencia, hogy a grill tömeghez képest a hőkezelt csoport csirkéinek combja nagyobb, mellhúsa viszont kisebb, mint a kontroll csirkéké. Az ivar hatása azonban, a keltetési hőmérséklettől függetlenül, jól érvényesült a vizsgálatban. Az élősúlyhoz viszonyítva a jércék grill- valamint a mellizom-aránya szignifikánsan ( $p < 0,05$ ) nagyobb volt, mint a kakasoké (4. táblázat).

3. táblázat

**Kontroll és hőkondicionált (HC) brojler csirkék értékes testrészeinek aránya 35 napos korban (átlag±SD)**

	Grillsúly g (1)	Comb súlya g (2)	Mellizom súlya g (3)	Grillsúly az élősúly %-ában (4)	Comb súlya az élősúly %-ában (5)	Mellizom súlya az élősúly %-ában (6)
<b>Kakas (7)</b>						
Kontroll (9) n=8	1766,1±98,2	539,0±39,2	498,3±51,6	67,7±2,1	20,7±1,1	19,1±1,5
HC (10) n=8	1762,1±91,8	543,0±29,2	486,3±55,3	67,7±1,2	20,9 ±0,6	18,8±1,7
p-érték (11)	0,47	0,41	0,33	0,49	0,27	0,35
<b>Jérce (8)</b>						
Kontroll n=8	1773,5±69,6	524,0±19,8	520,5±26,7	69,2±2,4	20,5±0,7	20,3±0,6
HC n=8	1731,9±92,8	519,3±27,1	506,8±57,3	68,9±1,2	20,6±0,6	20,1±2,1
p-érték	0,16	0,37	0,27	0,37	0,28	0,43

Table 3. Carcass and prime parts yield of HC and control chickens at day 35 (mean±SD)

carcass weight (1); leg weight (2); breast muscle weight (3); carcass weight/body weight (BW) (4); leg weight/BW (5); breast muscle weight/BW (6); male (7); female (8); control (9); HC (heat conditioned) (10); p-value (11)

4. táblázat

**Ivar hatása a brojler csirkék értékes testrészeinek arányára 35 napos korban**

	Grill súlya az élősúly %-ában (1)	Comb súlya az élősúly %-ában (2)	Mellizom súlya az élősúly %-ában (3)
Kakas (4) n=16	67,7±1,7	20,8±0,9	18,9±1,6
Jérce (5) n=16	69,0±1,8	20,6±0,6	20,2±1,5
p-érték (6)	0,021	0,180	0,014

Table 4. Influence of sex on carcass and prime parts yield of chickens at day 35

carcass weight/BW (1); leg weight/BW (2); breast muscle weight/BW (3); male (4); female (5); p-value (6); BW=body weight

*Húsminőség*

A mellizom minták pH értékében nem található szignifikáns eltérés a két csoport között (5. táblázat). Mind a két csoportban már az első mérési időpontban



is a kívánatos 6,0 alatti pH-t mértünk, a hűtve tárolás során is tapasztaltunk minimális csökkenést.

A csepegési veszteséget és a mellizom-minták átvágásához szükséges erőt vizsgálva, sincs szignifikáns különbség a kontroll, és az embrionális korban hővel kondicionált csirkék között (5. táblázat)

5. táblázat

**Vágás előtt hőstressznek kitett kontroll és hőkondicionált (HC) brojler csirkék húsminősége (átlag±SD)**

	Kontroll (1)	HC (2)	p-érték (3)
n	10	10	
pH0	5,73±0,07	5,75±0,07	0,501
pH36	5,53±0,07	5,53±0,07	1,00
Csepegési veszteség (4) %	1,69±0,63	1,54±0,66	0,64
Nyíróerő (5) (kg)	2,68±0,52	2,36±0,57	0,210
L* (6)	50,44±1,48	49,49±1,56	0,181
a* (7)	2,97±0,40	3,52±0,37	0,334
b* (8)	5,67±0,63	5,70±0,48	0,886

Table 5. Effect of embryonic heat condition (HC) on the meat quality of chickens submitted to pre-slaughter thermal stress (mean±SD)

control (1); heat conditioned (2); p-value (3); drip loss (4); Warner-Bratzler shear force (5); lightness (6); redness (7); yellowness (8)

A hússzín paraméterek (L\*, a\*, b\*) tekintetében statisztikailag is igazolható különbségeket nem tapasztaltunk a csoportok között. Azonban, ha e három paraméter felhasználásával fogyasztói szempontból értékeljük a mellizmok színét, akkor már adattal alátámasztott, szemmel érzékelhető különbség figyelhető meg a két csoport között. A két csoport L\*, a\*, b\* értékeiből számított  $\Delta E^*_{ab} = 2,6$  volt, ami Lukács (1982) által kidolgozott vizuális érzékelés és a  $\Delta E^*_{ab}$  színkülönbség kapcsolata szerint az „észrevehető” kategóriába esett ( $1,5 \leq \Delta E^*_{ab} \leq 3,0$ ). Ez abból adódott, hogy a kontroll csirkék húsmintái világosabbak voltak, valamint gyengébb vörös és sárga intenzitást mutattak. Tehát az alkalmazott hőkondicionálás hatására a vágás előtti erős hőstressz következtében a HC csirkék húsa jobban megtartotta a színét.

Az ivar jobban befolyásolta a hús minőségi jellemzőit, mint a keltetés hőmérséklete, a hőkondicionálás (6. táblázat). A keltetési hőmérséklettől függetlenül (7. táblázat) a mellizom színe sötétebb és a vörös irányába jobban elmozdult a kakasokban ( $p < 0,05$ ), míg a sárga irányba történő eltolódás a jércéket jobban jellemezte ( $p < 0,05$ ). Tasoniero és mtsai (2018) hasonló ivari hatásról számoltak be munkájukban.

### Testhőmérséklet

Adataink (8. táblázat) alapján megállapítható, hogy a háromhetes korban alkalmazott hőstressz egyik csoportban sem okozott lényeges változást a kloaka hőmérsékletében, azonban a HC csirkék hát bőrének hőmérséklete szignifikánsan

6. táblázat

**Ivar hatása a vágás előtt hőstressznek kitett hím-, és nőivarú brojler csirkék húsmínőségére (átlag±SD)**

	Kakas (1)	Jérce (2)	p-érték (3)
n	10	10	
pH0	5,72±0,08	5,76±0,05	0,200
pH36	5,52±0,06	5,54±0,07	0,608
Csepegési veszteség (4)%	1,68±0,70	1,55±0,56	0,67
Nyíróerő (5) (kg)	2,27±0,57	2,74±0,47	0,062
L* (6)	49,11±1,35	50,39±1,58	0,033
a* (7)	3,32±0,22	2,88±0,40	0,043
b* (8)	5,48±0,4	5,92±0,47	0,035

Table 6. Effect of sex on the meat quality of chickens submitted to pre-slaughter thermal stress (mean±SD)

male (1); female (2); p-value (3); drip loss (4); Warner-Bratzler shear force (5); lightness (6); redness (7); yellowness (8)

7. táblázat

**Az ivar és a keltetési hőmérséklet együttes hatása a vágás előtt hőstressznek kitett brojler csirkék hússzínére (p-értékek)**

p-érték (1)	L* (2)	a* (3)	b* (4)
keltetési hőmérséklet (5)	0,181	0,334	0,886
ivar (6)	0,033	0,043	0,035
keltetési hőmérséklet x ivar (7)	0,577	0,528	0,917

Table 7. Effect of sex and incubation temperature interaction on the meat colour chickens submitted to pre-slaughter thermal stress (p values)

p value (1); lightness (2); redness (3); yellowness (4); incubation temperature (5); sex (6); incubation temperature x sex (7)

nagyobb lett. Az öthetes korban történt mérésből az látható, hogy a HC csirkék hátbőrének hőmérséklete alacsonyabb volt ( $p < 0,05$ ), hőstressz előtt és alatt is. A maghőmérsékletben (kloaka) nem volt a kezelésre visszavezethető különbség.

A keltetési hőmérséklet megváltoztatásának testhőmérsékletre gyakorolt hatásával kapcsolatban eltérő eredményekről olvashatunk. *Yahav és mtsai* (2004) széleskörű vizsgálatukban azt tapasztalták, hogy a keltetés különböző fázisában (8-10. vagy 16-18. embrionális korban) megemelt keltetési hőmérséklet (naponta három órán keresztül 39,5 vagy 41 °C-on) hatására eltérően változik meg a hőstressznek kitett, 4 napos csibék testhőmérséklete, azonban abban megegyeztek a HC csoportok, hogy a kloaka hőmérséklete nem emelkedett meg ezekben olyan mértékben, mint a kontroll csirkékben. *Yalcin és mtsai* 2005-ben publikált írásukban a keltetés során hőkezelt (10-18. keltetési napon, 39,6°C-on 6 órán keresztül), csibék kloakahőmérséklete nem különbözött a kontroll keltetőben kelt csirkék hőmérsékletétől. Későbbi vizsgálatukban, *Yalcin és mtsai* (2008) azt tapasztalták, hogy hőstressz idején a kontroll csirkék kloaka hőmérséklete nagyobb volt, mint a tojásban hőkezeltéké, akik a 10-18. embrionális napok között, naponta 6 órán keresztül 38,5 °C-os hőkondicionálást kaptak.

8. táblázat

**Kelés előtt hőkondicionált (HC) és kontroll csirkék testhőmérsékletének változása a hőstressz hatására három és öt hetes korban (n=10/csoport) (átlag±SD)**

Életkor (3)	Testrész (4)	Kontroll (1)		HC (2)	
		Hőstressz előtt (5)	Hőstressz alatt (6)	Hőstressz előtt	Hőstressz alatt
3 hetes (7)	Kloaka (8)	41,39±0,23 <sup>a</sup>	41,39±0,24 <sup>a</sup>	41,31±0,28 <sup>a</sup>	41,40±0,28 <sup>a</sup>
	Hát bőr (9)	39,35±1,2 <sup>a</sup>	40,32±0,78 <sup>a</sup>	39,49±1,04 <sup>a</sup>	41,48±1,00 <sup>b</sup>
5 hetes	Kloaka	41,42±0,20 <sup>a</sup>	41,85±0,55 <sup>b</sup>	40,93±0,55 <sup>a</sup>	41,63±0,52 <sup>b</sup>
	Hát bőr	38,39±0,81 <sup>bc</sup>	38,72±0,39 <sup>c</sup>	37,82±0,52 <sup>a</sup>	38,13±0,72 <sup>b</sup>

Azonos sorban különböző betűvel (abc) jelölt értékek között szignifikáns ( $p < 0,05$ ) eltérés van (10)

Table 8. The effects of acute heat exposure on body temperature in prenatal heat conditioned (HC) and control chickens at 3 and 5 weeks old of age (n=10 chickens/treatment) (mean±SD)

control (1), heat conditioned (2), age (3), body part (4), before heat stress (5), under heat stress (6), 3 weeks old (7), cloaca (8), back skin (9), different superscripts (abc) show significant differences ( $p < 0.05$ ) in each row (10)

**Fehérvérsejtek összetételének változása**

A heterofil granulociták és a limfociták arányát tekintve nyugalmi állapotban nem volt statisztikailag kimutatható különbség a kontroll és az embrionális korban hőkezelt csirkék között (9. táblázat). A nevelés harmadik élethetében a hőstressz (31,1 °C, 83%-os RH, 8 órán keresztül) a szakirodalomban leírtak szerint (Gross és Siegel, 1983, Maxwell és Robertson, 1998) változtatta meg ( $p < 0,05$ ) mindkét csoportban a csirkék vérében a heterofil granulociták és limfociták mennyiségét: a heterofil granulociták aránya jelentős mértékben megnőtt, a limfocitáké lecsökkent. Hőstressz hatására a változás mértéke a HC csirkékben nagyobb mértékű volt, mint a kontroll csoportban. Különösen a limfociták arányának drasztikus csökkenését ( $p = 0,001$ ) szükséges kiemelni, ami a vizsgálatban 48 %-os volt. Honda és mtsai (2015) vizsgálatukban azt találták, hogy hőstressz során főként a humorális immunitásért felelős B-limfociták száma csökken erőteljesen.

9. táblázat

**Hőstressz hatása a fehérvérsejtek arányára a keltetéskor hőkondicionált (HC) és kontroll csirkékben háromhetes korban (átlag±SD)**

	Kontroll (1)		HC (2)	
	Hőstressz előtt (3)	Hőstressz után (4)	Hőstressz előtt	Hőstressz után
Heterofil granulociták (%) (5)	34,25±12,7 <sup>a</sup>	55,00±6,6 <sup>b</sup>	37,08±11,0 <sup>a</sup>	59,75±7,1 <sup>b</sup>
Limfociták (%) (6)	45,52±16,7 <sup>a</sup>	37,0±11,0 <sup>a</sup>	48,25±6,55 <sup>a</sup>	25,50±5,19 <sup>b</sup>
H/L arány	0,88	1,50	0,55	2,97

Azonos sorban különböző betűvel (ab) jelölt értékek között szignifikáns ( $p < 0,05$ ) eltérés van (7)

Table 9. The effects of acute heat exposure on proportion of leukocyte cells of control and prenatal thermal conditioned chickens at 3 weeks of age (mean±SD)

control (1); heat conditioned (2); before heat stress (3); after heat stress (4); heterophil granulocytes (5); lymphocytes (6); different superscripts (ab) show significant differences in each row ( $p < 0.05$ ) (7)

A heterofil granulociták és a limfociták számában végbement változás alapján elmondható, hogy a 8 órán keresztül tartó magas teremhőmérséklet komoly stresszt váltott ki a madarakban és a stressz mértéke a hővel kezelt csirkékben erősebb volt.

## KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Az általunk alkalmazott hőkondicionálás technika nem befolyásolta lényegesen a csirkék testsúlyát a teljes nevelési időszakban, hasonlóan *Fernandes és mtsai* (2016), és ellentétben *Tzschentke és Halle* (2009) eredményével. A keltetés végi hőkezelés nem javította jelentősen hőstressz idején a súlygyarapodást sem, ellentétben *Yalcin és mtsai* (2005) véleményével, akik nagyobb súlynövekedést kaptak, igaz ők más embrionális korban végezték a hőkondicionálást.

A húshibridnek megfelelő nevelési körülményekről tanúskodik, hogy a csirkék átlagos súlya 35 napos korban 2,19 kg, a fajlagos takarmány-felhasználás 1,59 volt.

A csirkék grilltömegének aránya az élősúlyhoz képest 68-69 % volt. A tojásban történt hőkezelés nem változtatta meg a vágási kihozatalt. Megfigyelhettük azonban, hogy az élősúlyhoz viszonyítva a hőkezelt csirkékben a comb aránya nagyobb, mellhús-kihozatala kisebb volt, mint a kontroll egyedekben. A keltetés utolsó négy napjában alkalmazott hő-kondicionálás nem eredményezett „robustusabb” csirkéket, mint ahogyan azt *Halle* (2016) leírta.

Több tekintetben is vizsgáltuk, hogy az általunk alkalmazott hő-kondicionálás javítja-e a hőtűrőképességet, abban az esetben ha hőstressz éri a madarakat életük későbbi szakaszában. Ehhez három „indikátort” választottunk: 1. a testhőmérséklet változását. Elképzelésünk szerint, akkor tolerálja jobban a magas hőmérsékletet egy állat, ha nagy külső hőmérséklet idején kevésbé melegszik fel a teste. A 2. indikátornak azt vettük, hogy hőstressz hatására milyen mértékben változik a hús minősége. Jobb hőstressztűrőnek tekinthető az a madár, amelynek húsa jobban megtartja színét, textúráját a vágás előtt elszenvedett hőstressz ellenére. A 3. indikátornak a vér heterofil granulocita és limfocita számának, illetve arányának megváltozását tekintettük. Azt feltételeztük, hogy a stresszt jobban tűró csirke vérében ezen fehérvérsejtek száma és aránya nem, vagy csak kevésbé változik meg stressz hatására.

1.) A testhőmérsékletet mérve azt tapasztaltuk, hogy a csirkék kloaka hőmérsékletében nem volt számottevő különbség a két kísérleti csoport között. A hát hőmérsékletében lévő változás sem jelzi a hőtűrőképesség javulását, mert hőstressz következtében háromhetes korban a kontroll, míg öthetes korban a HC csirkék hátbőr hőmérséklete volt alacsonyabb.

2.) A húsminőség vizsgálatból arra lehet következtetni, hogy az alkalmazott hőkondicionálás nem változtatta meg számottevően a húsminőség több paraméterét: a pH-t, a csepegési veszteséget és a nyíróerőt. A hús színében eredményezett szemmel érzékelhető pozitív változást, mivel a hús kevésbé volt világos összehasonlítva a kontroll mintákkal.

3.) A fehérvérsejtek összetételét vizsgálva azt láttuk, hogy a nevelés harmadik élethetében a terem felfűtése hőstresszt váltott ki mind a HC, mind a kontroll csoportban, amit az is jelez, hogy a heterofil granulociták aránya megnőtt, limfociták aránya csökkent a vérben. A hőkezelt csoportban a változások mértéke nagyobb

volt. Ezért azt gondolhatjuk, hogy a tojásban történt hőkezelés nem javította a csirkék magas hőmérséklettel szembeni hőtűrőképességét.

Eredményeink összegzéseként elmondható, hogy a hőtűrőképesség kimutására több tényezőt is figyelembe kell venni, nem elegendő csak a testhőmérséklettel számolni. Adatainkból azt feltételezhetjük, hogy az általunk alkalmazott hőkondicionálás nem javítja egyértelműen a csirkék hőstressztűrő-képességét. Hőstressz hatására a fehérvérsejtek arányában jelentkező változásból arra is következtethetünk, hogy megváltozhat a baromfi kórokozók elleni védekező-képessége. A keltetési hőmérséklet változása, ha az arra érzékeny embrionális korban történt, negatívan befolyásolhatja a keléskor elsőosztályúnak minősített és később is megfelelően gyarapodó csirkék védekező-képességét.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A Bro-Ker-Bét Kft-nek a kísérlethez nyújtott keltetői tojásokért és a napos csibékért, a Bonafarm-Bábolna Takarmány Kft-nek a kísérlethez adott takarmányért és Szabára Lászlónak a kísérlet lefolytatásában nyújtott technikai segítségért.

## IRODALOMJEGYZÉK

- Aksit, M. - Yalcin, S. - Özkan, S. - Metin, K. - Özdemir, D. (2006): Effects of temperature during rearing and crating on stress parameters and meat quality of broilers. *Poultry Sci.*, 85. 1867-1874.
- Al-Murrani, W. K. - Kassab, A. - Al-Sam, H. Z. - Al-Athari, A. M. K. (1997): Herterophil/ lymphocyte ratio as a selection criterion for heat resistance in domestic fowls. *Br. Poultry Sci.*, 38. 159-163.
- Barnett, J. L. - Hemsworth, P. H. (1990): The validity of physiological and behavioural measures of animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 25. 177-187.
- Boulant, J. (2000): Role of the preoptic-anterior hypothalamus in thermoregulation and fever. *Clin. Infect. Dis. CID 31 (Suppl. 5)*, 157-161.
- Collin, A. - Berri, C. - Tesseraud, S. - Requena Rodin, F. E. - Skiba-Cassy, S. - Crochet, S. (2007): The effects of thermal manipulation during early and late embryogenesis on thermotolerance and breast muscle characteristics in broiler chickens. *Poultry Sci.*, 86. 795-800.
- Fernandes, J. I. M. - Santos, T. C. - Kaneko, I. N. - Horn, D. - Leyter, J. R. - Pasa, C. L. B. (2016): Effect of thermal embryonic manipulation on the quality of male and female broiler meat submitted to thermal stress pre-slaughter. *Revista Brasil. Cienc. Avic.*, 18. 2.
- Gross, W. B. - Siegel, H. S. (1983): Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Dis.*, 27. 972-979.
- Halle, I. (2016): Improvement of robustness and performance in meat-type chickens and ducks by short-term temperature training in the hatcher. *Lohmann Information*, 50. 30-35.
- Honda, B. T. B. - Calefi, A. S. - Costola-de-SouzaWanderley, C. - Quinteiro-Filho, M. W. - Garcia da Silva, F. J. - Ferraz de Paula, V. - Palermo-Neto, J. (2015): Effects of heat stress on peripheral T and B lymphocyte profiles and IgG and IgM serum levels in broiler chickens vaccinated for Newcastle disease virus. *Poultry Sci.*, 94. 2375-2381.
- Jávor, A. - Szigeti, J. (2011): Termékminősítés és termékhygiéna [https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010\\_1A\\_Book\\_17\\_Termekminosites\\_es\\_termekhygienia/ch08s08.html](https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0010_1A_Book_17_Termekminosites_es_termekhygienia/ch08s08.html)
- Kőrösi-Molnár, A. - Varga, S. - Karsai-Kovács, M. - Varga-Spiller, Sz. (2004): Effect of early age heat exposure on growth rate and fatty liver production of geese. XXII. World's Poultry Congr., Turkey, Istanbul, 297.

- Kőrösiné Molnár, A. - Nógrádi, J. - Varga, S. - Podmaniczky, B. - Gerendai, D. - Szabó, Zs.* (2005): Madarak hőtűrő-képességének javítása és a hőstressz csökkentésének lehetőségei a baromfitartásban. AGRO-21 füzetek, MTA VAHAVA project, 67-80.
- Kőrösi Molnár, A. - Szabó, Zs. - Varga, S. - Végi, B. - Barna, J.* (2010): Influence of early age thermal manipulation on the acclimatization and the reproduction of geese. XIII. European Poultry Conference, Tours, France, World. Poultry Sci. J., 66. 745.
- Liptói, K. - Szabó, Zs. - Végi, B. - Váradi, É. - Kőrösiné Molnár, A. - Varga, S. - Barna, J.* (2011): A fiatal-kori hőkezelés hatása a lúd szaporaságára a nyári termelési ciklus során Magy. Allatorvosok, 133. 18-23.
- Lu, Q. - Wen, J. - Zhang, H.* (2007): Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. Poultry Sci., 86. 1059–1064
- Lukács, Gy.* (1982): Színmérés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- McKee, S. R. - Sam, A. R.* (1997): The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale, exudative turkey meat. Poultry Sci., 76. 1616-1620.
- Maxwell, M. H.* (1993): Avian leucocyte responses to stress. World. Poultry Sci. J., 49. 34-43.
- Maxwell, M. H. - Robertson, G. W.* (1998): The avian heterophil leucocyte: a review. World. Poultry Sci. J., 54. 155-178.
- Maxwell, M. H. - Robertson, G.W. - Mitchell, M. A. - Carlisle, A. J.* (1992): The fine structure of broiler chicken blood cells, with particular reference to basophils, after severe heat stress. Comp. Hematol. Internat., 2. 190-200.
- Molnár, A.* (1990/a): The influence of elevated temperature on food-intake, transformation and requirement of geese during the laying period. Bulletin of the Univ. of Agricult. Sci. Gödöllő, 105-111.
- Molnár, A.* (1990/b): Egg production and hatchability of geese kept under warm and temperate conditions. 8th European Poultry Conference, Barcelona, 2. 611-615.
- Molnár, A.* (1994): The influence of air temperature and humidity on the metabolic rate and the body temperature of geese. 9th European Poultry Conference, Glasgow, 1.129-130.
- Nichelmann, M.* (2004): Perinatal epigenetic temperature adaptation in avian species: comparison of turkey and Muscovy duck. J. Thermal Biol., 29. 613-619.
- Nichelmann, M. - Tzschentke, B.* (1997): Ontogeny of thermoregulation during the prenatal period in birds. Ann. Ny. Acad. Sci., 813. 78-86.
- Olfati, A. - Mojtahedi, A. - Sadeghi, T. - Akbari, M. - Martínez-Pastor, F.* (2018): Comparison of growth performance and immune responses of broiler chicks reared under heat stress, cold stress and thermoneutral condition. Span. J. Agric. Res., 16. DOI:10.5424/sjar/2018162-12753
- Piestun, Y. - Harel, M. - Barak, M. - Yahav, S. - Haley, O.* (2009): Thermal manipulations in late-term chick embryos have immediate and longer term effects on myoblast proliferation and skeletal muscle hypertrophy. J. Appl. Physiol., 106. 233-240.
- Piestun, Y. - Druyan, S. - Brake, J. - Yahav, S.* (2013): Thermal manipulations during broiler incubation alter performance of broilers to 70 days of age. Poultry Sci., 92. 1155–1163.
- Quintero-Filho, W. M. - Ribeiro, A. - Ferraz-de-Paula, V. - Pinheiro, M. L. - Sakai, M. - Sá, L. R. M. - Ferreira, A. J. P. - Palermo-Neto, J.* (2010): Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. Poultry Sci., 89. 1905-1914.
- Shini, S. - Huff, G. R. - Shini, A. - Kaiser, P.* (2010): Understanding stress-induced immunosuppression: Exploration of cytokine and chemokine gene profiles in chicken peripheral leukocytes. Poultry Sci., 89. 841-851.
- Szabó, Zs. - Kőrösiné Molnár, A. - Podmaniczky, B. - Végi, B. - Horel, K.* (2009): Effect of postnatal heat condition on weight gain, FCR and meat quality of broiler chickens (In Hungarian with English summary) , Állattenyésztés és Takarmányozás, 58. 173-191.
- Szabó, Zs. - Kőrösiné Molnár, A. - Podmaniczky, B. - Liptói, K. - Végi, B.* (2010): Effect of early age heat treatment to egg production and egg quality of hens. XIII. European Poultry Conference, Tours, France 23-27. World. Poultry Sci. J., 66. 755.

- Yahav, S.* (2001): Different strategies to alleviate climatic stress in poultry production. 13th European Symposium Poultry Nutrition, Blankenberge, Belgium. Proc., 233-236.
- Yahav, S. - Hurwitz, S.* (1996): Introduction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning at an early age. Poultry Sci., 75. 402-406.
- Yahav, S. - Collin, A. - Shinder, D. - Picard, M.* (2004): Thermal manipulations during broiler chick embryogenesis: Effects of timing and temperature. Poultry Sci., 83. 1959-1963.
- Yalcin, S. - Özkan, S. - Cabuk, M. - Buyse, J. - Decuyper, E. - Siegel, P. B.* (2005): Pre- and postnatal conditioning induced thermotolerance on body weight, physiological responses and relative asymmetry of broilers originated from young and old breeder flocks. Poultry Sci., 84. 967-976.
- Yalcin, S. - Cabuk, M. - Bruggeman, V. - Babacano-Ölu, E. - Buyse, J. - Decuyper, E. - Siegel, P. B.* (2008): Acclimation to heat during incubation: 3. Body weight, cloacal temperatures, and blood acid-base balance in broilers exposed to daily high temperatures. Poultry Sci., 87. 2671-2677.
- Tao, X. - Xin, H.* (2003): Temperature-humidity-velocity index for market-size broilers. ASAE Internat. Meeting, Las Vegas, USA, doi:10.13031/2013.14094
- Tasoniero, J. - Cullere, M. - Baldan, G. - Dalle Zotte, A.* (2018): Productive performances and carcass quality of male and female Italian Padovana and Polverara slow-growing chicken breeds. Italian J. Anim. Sci., 17. 530-539.
- Tzschentke, B.* (2007): Attainment of thermoregulation as affected by environmental factors. Poultry Sci., 86. 1025-1036.
- Tzschentke, B. - Halle, I.* (2009): Influence of temperature stimulation during the last 4 days of incubation on secondary sex ratio and later performance in male and female broiler chicks. Brit. Poultry Sci., 50. 634-640.
- Zulkifli, I. - Dunnington, E. A. - Gross, W. B. - Siegel, P. B.* (1994): Food restriction early and later in life and its effect on adaptability, disease resistance and immunocompetence of heat-stressed dwarf and nondwarf chickens. Brit. Poultry Sci., 35. 203-214.

Érkezett: 2020. szeptember

*Szerzők címe:* Kőrösiné Molnár A. - Kőrösi L.  
AgriAL Tanácsadó és Szolgáltató Bt

*Authors' address:* AgriAL LP  
H-2100 Gödöllő, Béni Balogh Á. u. 42.  
korosimolnar.andrea@gmail.com

*Balázs B. - Gáspárdy A.*  
Állatorvostudományi Egyetem  
University of Veterinary Medicine  
H-1078 Budapest, István u. 2.

*Balláné Erdélyi M.*  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem  
Hungarian University of Agriculture and Life Sciences  
H-2100 Gödöllő, Páter K.u.1.

*Sjerps A. - Bodnár B.*  
Gödöllői Református Líceum Gimnázium  
Reformed Church Secondary School  
H-2100 Gödöllő, Szabadság tér 9.

## EVALUATION OF SELECTED PARAMETERS OF CARCASS QUALITY OF INTENSIVELY FATTENED HUNGARIAN MERINO AND GERMAN MUTTON MERINO LAMBS

ABAYNÉ HAMAR ENIKŐ – BOKOR BEÁTA – SZABÓ RUBINA TÜNDE –  
KOVÁCS-WEBER MÁRIA – PAJOR FERENC – PÓTI PÉTER

### SUMMARY

In the Hungarian sheep sector most of the lambs produced belong to the Hungarian Merino (HM) breed. This breed has relatively weak meat production compared to other meat type merino breeds, such as German Mutton Merino (GMM) breeds. The authors' aim was to evaluate the carcass traits (slaughter weight, warm and cold carcass weights, dressing percentage), nutritive value (dry matter, protein and fat %), and meat quality (pH, colour, drip and cooking loss, and tenderness) of eight HM and eight GMM intensive fattened lambs. To compare meat quality and nutritive value *m. longissimus dorsi* from each slaughtered lamb were extracted. The average live weight at slaughter was 28.1 kg for HM and 31.4 kg for GMM lambs. The average warm carcass weight and dressing percentage of GMM lambs were 19.2% and 20.6% higher compared to HM lambs. In this study, there was no difference between the nutritive parameters (dry matter, fat and protein content) of the examined breeds. In contrast, shear force (2.11 kg) and L\* (lightness) values (45.6) were more favourable in HM lambs compared to GMM lambs (2.73 kg and 41.6). In addition, the total colour difference ( $\Delta E^*_{ab}$ ) between HM and GMM lambs' meat samples was evaluated. The  $\Delta E^*_{ab}$  value was 4.28, which was well perceptible for consumers. These meat quality information may be important for potential lamb meat consumers.

### ÖSSZEFOGLALÁS

Abayné, H. E. – Bokor, B. – Szabó, R. T – Kovács-Weber, M. – Pajor, F. – Póti, P: INTENZÍVEN HIZLALT MAGYAR MERINÓ ÉS NÉMET HÚSMERINÓ BÁRÁNYOK EGYES VÁGÁSI TULAJDONSÁGAINAK ÉRTÉKELÉSE

A magyar juhágazatban a piacra értékesített bárányok többsége a magyar merinó fajtához tartozott. Ennek a fajtának viszonylag gyenge a hústermelése más hústípusú merinó fajtákhoz, például a német húsmerinó fajtába tartozó bárányokéhoz képest. A szerzők célja nyolc magyar merinó és nyolc német húsmerinó fajtájú intenzíven hizlalt bárány vágási tulajdonságainak (vágási súly, meleg és hűtött nyakalt törzs súlya, vágási százalék), hús összetételének (szárazanyag-, fehérje- és zsírtartalom), valamint a hús minőségének (pH, szín, csepegési és főzési veszteség, valamint porhanyósság) értékelése volt. A húsminőség és a hús összetétel összehasonlításához a bárányok *m. longissimus dorsi*-ból vett mintáit használták fel. A magyar merinó és a német húsmerinó bárányok átlagos élősúlya vágáskor 28,1 kg és 31,4 kg volt. A német húsmerinó bárányok átlagos meleg nyakalt törzs súlya 19,2% -kal és a vágási százaléka 20,6% -kal volt nagyobb a magyar merinó bárányokhoz képest. A vizsgálat során nem volt különbség a vizsgált fajták húsmintáinak kémiai összetétele (szárazanyag, zsír és fehérje) között. Ezzel szemben a nyíróerő (2,11 kg) és az L\* (45,6) értékek kedvezőbbek voltak a magyar merinó bárányoknál a német húsmerinó bárányokhoz viszonyítva (2,73 kg és 41,6). A két fajtába tartozó bárányok húsmintáinak színértékei összehasonlítására a  $\Delta E^*_{ab}$  értéket határozták meg. A  $\Delta E^*_{ab}$  érték 4,28 volt, azaz jelentős, a fogyasztók számára is jól észrevehető színínger különbséget mutatott a két csoport mintái között. A húsminőségre vonatkozó információk fontosak lehetnek a potenciális bárányhúst fogyasztók számára.



## INTRODUCTION

Sheep farming in Hungary has changed essentially in the past thirty years. Earlier, wool production was the main purpose of keeping sheep stocks. Nowadays, the lamb meat production has become the most important production goal. In the Hungarian sheep sector most (90%) of the sheep bred for the market belong to the Hungarian Merino breed. The other merino breed is German Mutton Merino. The main selection objective in German Mutton Merino is meat production and, while in Hungarian Merino presently meat plays a secondary role, earlier it was selected for wool production. The lambs are predominantly sold at South European markets as suckling lambs at a live weight of 16-22 kilograms. Most of the lambs are exported at Easter, Christmas and at Ferragosto, while domestic lamb consumption is negligible (0.3 kg/capita/year). On the other hand, western European markets demand heavy lambs (30 kg<) with large muscle weight. Most of the Hungarian Merino populations are not suitable for large weight lamb production due to their unfavourable muscle conformation and relatively high fat content. Hungarian Merino meat production is often improved by crossbreeding with meat type breeds (*Molnár and Jávör, 2001; Várszegi and Jávör, 2001; Pajor et al., 2009*). Also selection for meat production within Hungarian Merino may successfully improve meat quality.

Meat quality is determined by various factors. From the consumers' point of view, meat colour and tenderness are the most important attributes. Consumers predominantly judge meat quality by its colour (*Khlijji et al., 2010*). The colour of sheep meat depends on its myoglobin content and not on the quantity of blood retained after bleeding (*Suman and Joseph, 2013*). The colour is influenced also by additional factors. Tenderness means gauging how easily the meat is chewed. The majority of studies evaluated Hungarian Merino weight gain (*Polgár et al., 2012, 2016; Rádli et al., 2012; Bene et al., 2017*), slaughter value and S/EUROP qualification (*Toldi et al., 1999; Pajor et al., 2009*). Dressing percentage of German Mutton Merino lambs was higher than findings by *Arslan et al. (2018)* (48.5%) for heavy German Mutton Merino lambs (30kg<) under intensive fattening.

However, the meat quality traits (such as meat colour and tenderness) of lambs during intensive fattening are not well studied. The colour of the meat is important of the consumers, the thresholds of fresh category of meat is 34-35 for L\* value and below 19 for redness (a\*) value measured by Minolta Chroma Meter (*Hopkins, 1996; Khlijji et al., 2010*). Furthermore, chemical composition is one of the main components of meat quality. The near-infrared (NIR) spectra reveal useful information on the composition of the examined material, therefore NIR spectroscopy is one of the most promising solvent free analysing methods. Near infrared spectroscopy is increasingly used in quality control of agricultural and food products. It has been reported that the chemical composition of lamb meat is approximately 75% water and 25% dry matter, of which 18-20% is protein, 3-5% is fat, 1-1% are minerals and vitamins (*Vadáné, 2002; Zapletal et al., 2010*).

Furthermore, there is no available literature data which meat quality traits are advantageous to Hungarian Merino lambs during intensive fattening compared to meat type merino breeds. These are will be interesting in later selection programs for meat production of Hungarian Merino.

In this study we compared the slaughter traits and meat quality of the Hungarian Merino and German Mutton Merinos.

## MATERIALS AND METHODS

### *Experimental design*

The study was carried out in a nucleus sheep herd in Törtel, Pest County of Hungary. Hungarian Merino (n=15) and German Mutton Merino (n=15) ram lambs were taken into fattening test. The placement of the lambs (keeping in small groups, sexes separated) and their feeding regime followed the recommendations of the Sheep Breeding Codex of the Hungarian Sheep and Goat Breeder's Association. The lambs' age at the beginning of the test was 56 days. During the fattening test, all lambs were fed *ad libitum* water and concentrate mix (150 g/kg DM crude protein and 7.20 MJ/kg DM and 4.80 MJ/kg DM net energy (NEM and NEg). The fattening test lasted 40 days. At the end of fattening performance period, from the pool of lambs (n=15-15), 8 Hungarian Merino and 8 German Mutton Merino lambs were randomly selected, than slaughtered and examined. Slaughtering and examination were carried out at the slaughterhouse of Kapos Ternero Ltd., Hetes, Hungary.

After slaughter, the slaughter weight and the warm and cold carcass weight were measured and then the dressing percentage was calculated. The pH value was measured at the 45th minute and 24h after slaughtering, using a pH-value measuring device with pointed electrode (pH-STAR, Firma Matthäus, Germany).

After chilling, the *m. longissimus dorsi* muscle samples from the 12th-13th ribs, from the right half carcass was removed. Laboratory examinations were carried out at the Institute of Animal Husbandry of Hungarian University of Agricultural and Life Sciences, Gödöllő, Hungary.

The colour was expressed with the CIE Laboratory according to CIE system, measuring colour coordinates: lightness (L\*), redness (a\*) and yellowness (b\*) by Minolta Chroma Meter CR 410. Values of L\*, a\*, b\* represent lightness (ranging from 0=black to 99=white), redness (ranging from +=red to -=green) and yellowness (ranging from +=yellow to -=blue) respectively. The spectrophotometer was calibrated against a white calibration plate before the reading was taken. The total colour difference ( $\Delta E_{ab}^*$ ) between Hungarian Merino and German Mutton Merino lamb meat samples was calculated by the following formula:

$$\Delta E_{ab}^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2} \text{ (Ohta and Robertson, 2005).}$$

The total colour difference ( $\Delta E_{ab}^*$ ) was evaluated by visual perceptibility scale of Lukács (1982), where  $\Delta E_{ab}^*$  less than 1.5 – not perceptible;  $\Delta E_{ab}^*$  from 1.5 to 3 – perceptible;  $\Delta E_{ab}^*$  from 3 to 6 – well perceptible;  $\Delta E_{ab}^*$  more than 6 – great perceptibility.

Drip loss was measured as follows, meat samples were suspended on plastic hooks and then placed into a refrigerator at 4°C. The initial weight of the sample and the weight after 24 hours were measured.

The meat samples were placed in vacuum sealed plastic bags and stored

frozen for one month. Following this period, the samples were defrosted at room temperature, wiped dry and then heated to 72 °C in a Cucina HD 2430 contact grill (Philips, Germany). Temperature was measured in the centre of the meat with a TESTO 926 food temperature measuring instrument (TESTO AG., Germany). After the heat treatment the samples were weighted again to obtain the cooking loss.

From the heat treated steaks cooled to room temperature two elongate cores with 8x8 mm bases were removed and the crust created by the roasting was also cleared off. Five incisions were made on each core. The measurements were made with TA.XT Plus texture analyser equipped with a Warner Bratzler blade (60° angle, one mm thick, shearing speed: 250 mm/minute). Shear force was calculated on the basis of force per unit time (kg) diagram using Texture Exponent 32 software.

The nutritive components (percentage of dry matter, protein and fat content) of the meat (100 g of each samples) were determined by INSTALAB® 700 NIR analyser. The samples were homogenized with a blender, and the targeted parameters were measured in the NIR analyser.

### *Statistical analysis*

Statistical analyses were performed with SPSS 23.0. Data distribution was tested by Kolmogorov-Smirnov test, which showed normal distribution, therefore parametric tests were carried out. F-test was used to check for homogeneity in the data. Sample means of the two breeds were compared with two-tailed T-test. Alpha was set at 0.05.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

Fattening and slaughter traits for the Hungarian Merino and German Mutton Merino ram lambs are shown in *Table 1*.

The live weight at weaning for Hungarian Merino ram lambs was 17.98 kg, and for German Mutton Merino ram lambs was 18.84 kg. Concerning the average daily weight gain, Hungarian Merino lambs were 15.5 % overdone by German Mutton Merino. The average daily weight gain in the present study were correspondent with the range of the results of Hungarian Merino (285-336 g/day) and German Mutton Merino (336-378 g/day) ram lambs during intensive feeding by previous reports (*Kukovics, 1999; Székely and Domanovszky, 1999; Székely et al., 2004; Póti et al., 2005; Nagy and Domanovszky, 2006; Arslan et al., 2018*).

It is well known that the value of the end-product is determined by the slaughter percentage, the slaughter weight and meat-quality. Concerning the warm carcass weight and dressing percentage, Hungarian Merinos lambs were 19.2% and 20.6% lower compared to German Mutton Merino. The dressing percentage of Hungarian Merino (51.26 %) in the present study was higher as compared to earlier studies: 48.64–49.9 % in *Pajor et al.* (2004, 2009) and 44-48 % in *Jávor et al.* (2006). In this study the dressing percentage of German Mutton Merino lambs was 54.8%. This value was higher than findings by *Arslan et al.* (2018) (48.5%) for heavy German Mutton Merino lambs (30kg<) under intensive fattening. The pH values obtained from the current study were within the acceptable range (*Teixeira et al., 2005; Komprda et al., 2012*). The final pH value and its decrease are

Table 1.

**Fattening and slaughter traits of Hungarian Merino and German Mutton Merino lambs**

Traits (1)	Hungarian Merino (n=8) (11)	German Mutton Merino (n=8) (12)	p-value (13)
Average weaning weight, kg (2)	17.98±1.89	18.84±1.74	N.S.
Average weight at the end of fattening, kg (3)	30.13±2.01	32.88±1.55	<0.05
Average weight gain, g/d (4)	303.75±56.40	350.94±57.29	N.S.
Average slaughter weight, kg (5)	28.13±2.70	31.38±2.13	<0.05
Average warm carcass weight, kg (6)	14.45±2.42	17.23±1.94	<0.05
Dressing percentage, % (7)	51.26±3.40	54.79±3.20	<0.05
pH at the 45th minute (8)	6.18±0.24	6.32±0.21	N.S.
pH at the 24 h (9)	5.76±0.08	5.77±0.07	N.S.
Average cold carcass weight, kg (10)	13.98±2.40	16.85±1.89	<0.05

N.S. no significant difference (13)

1. táblázat A magyar merinó és a német húsmerinó bárányok hizlalási és vágási tulajdonságai

tulajdonságok (1); átlagos választási súly (2); átlagos hizlalási súly (3); átlagos súlygyarapodás, g/nap (4); átlagos vágási súly (5); átlagos meleg nyakalt törzs súlya (6); vágási % (7); pH vágás után 45 perccel (8); pH vágás után 24 órával (9); átlagos hideg nyakalt törzs súlya (10); magyar merinó (11); német húsmerinó (12), p-érték (13); nincs szignifikáns különbség (13)

important for tenderness of meat (*Lambe et al., 2009*). In this study, warm and cold carcass weights of Hungarian Merino and German Mutton Merino lambs were statistically significant ( $p<0.05$ ) in favour of German Mutton Merino lambs.

Meat quality parameters by breed are summarised in *Table 2*.

In this study we found no difference in drip loss (water loss due to gravity) and cooking loss between the two breeds (*Table 2*). The average values of drip loss and cooking loss were 8.70% and 7.77%, 17.43% and 17.04% in Hungarian Merino and German Mutton Merino lambs, respectively. This is in concordance with earlier reports (*Schmidt et al., 2013*), but other authors found higher values (*Teixeira et al., 2005*). In the case of sheep meat, water holding capacity is not an important factor because its industrial use is negligible.

Hungarian Merino lamb meat had more lightness (45.6) compared with German Mutton Merino lambs (41.6). Lamb meat  $a^*$  (redness) values were similar between Merino breeds in this investigation. Nevertheless, there was significant difference in the  $b^*$  of the investigated lambs. The colour of meat is an important factor for consumers' shopping habit. During this decision, consumers evaluate the freshness and quality of meat visually (*Faustman and Cassens, 1990*). The thresholds of fresh category of meat is 34-35 for  $L^*$  value and below 19 for redness ( $a^*$ ) value measured by Minolta Chroma Meter (*Hopkins, 1996; Khlijji et al., 2010*). The high  $L^*$  and  $a^*$  values in the present study are in keeping with the threshold limit of fresh meat category, consumers will consider Merino-meat colour as acceptable. Moreover, the total colour difference ( $\Delta E^*_{ab}$ ) between Hungarian

Table 2.

**Meat quality parameters of Hungarian Merino and  
German Mutton Merino lambs**

Traits (1)	Hungarian Merino (n=8) (8)	German Mutton Merino (n=8) (9)	p-value (10)
Drip loss, % (2)	8.70±1.34	7.77±0.93	N.S.
Cooking loss, % (3)	17.43±0.62	17.04±0.69	N.S.
L*	45.63±1.82	41.56±1.02	<0.001
a*	15.25±1.26	15.15±1.20	N.S.
b*	6.89±0.68	5.59±0.67	<0.01
Dry matter, % (4)	26.49±4.03	26.25±3.40	N.S.
Protein, % (5)	18.18±3.11	17.92±2.94	N.S.
Fat, % (6)	6.03±0.53	6.00±0.50	N.S.
Shear force, kg (7)	2.11±0.46	2.73±0.55	<0.05

N.S. no significant difference (11)

2. táblázat A magyar merinó és a német húsmerinó bárányok húsminőségi tulajdonságai

tulajdonságok (1); csepegési veszteség (2); főzési veszteség (3); szárazanyag (4); fehérje (5); zsír (6); nyíróerő (7); magyar merinó (8); német húsmerinó (9), p-érték (10); nincs szignifikáns különbség (11)

Merino and German Mutton Merino lambs' meat samples was 4.28. This value was well perceptible for consumers according to the visual perceptibility scale of Lukács (1982).

Values of dry matter, protein and intramuscular fat content are within the normal ranges for lamb meats reported by other authors (Komprda et al., 2012; Kuchtik et al., 2012; Mashele et al., 2017). This attribute is mainly influenced by the feeding regime, while the genetic influence is minimal (Kupai and Lengyel, 2005). There was no difference between the nutritive parameters of the examined breeds. In the present study, the intramuscular fat content was higher than in other reports, such as Ugurlu et al. (2017), but these reports suggested that intramuscular fat is necessary for meat tenderness. Mashele et al. (2017) suggested that the higher intramuscular fat content is a possible reason for higher lightness and higher yellowness values of meat measured by chromameter. Moreover, other authors reported that intramuscular fat could reduce the shear force values of meat samples (Blumer, 1963; Wood, 1985).

The tenderness is a major factor for consumer acceptability of meat, which is in concordance with Bunch et al. (2004). In our study, meat of the Hungarian Merino lambs was more tender (2.11 kg) than German Mutton Merino (2.73 kg), but both shear force results of examined genotypes were favourable compared to others. In this study, average shear force value was 2.42 kg, this was in concordance with the earlier reports of Schmidt et al. (2013) they found 2.31-2.75 kg shear force value, while Teixeira et al. (2005) reported that the meat tenderness values of Bragançano and Mirandesa sheep genotypes were 7.8 kg and 6.8 kg. Ekiz et al. (2009) analysed the meat characteristics of 5 genotypes (Turkish Merino, Ramlic, Kivircik, Chios and Imroz) and found significant differences in shear force

(from 3.66 to 5.05 kg) among them. On the other hand, *Shackelford et al.* (1991) reported that meat with higher than 5.50 kg of shear force value is considered tough by consumers. Our results are favourable for consumers, due to preferential shear force values of the Hungarian Merino and German Mutton Merino lambs, which were lower than the admissible value. *Thompson et al.* (2006) found that the main factors responsible for the tenderness of sheep meat are muscularity characteristics, age and the activity of the calpain-calpastatin enzyme complex. This fact can be partially explained by difference in the amount of muscle fibres (*Bünger et al.*, 2009).

## CONCLUSIONS

It can be concluded that under intensive fattening, the German Mutton Merino lambs had higher warm and cold carcass weight and dressing percentage than Hungarian Merino lambs. However, the colour and tenderness of the Hungarian Merino lambs' meat were more favourable compared to German Mutton Merino lambs. Further research is needed to substantiate the feed requirements, sale figures and the profitability of the two breeds.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work is supported by EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund.

## REFERENCES

- Arslan, M. - Yilmaz, O - Denk, H.* (2018): A study on comparison of fattening performances and some slaughter characteristics of Suffolk and German Mutton Merino lambs under intensive fattening conditions. *Indian J. Anim. Res.*, 52. 1253-1256.
- Bene, Sz. - Rádlí, A. - Wágner, L. - Wagenhoffer, Zs. - Polgár, J. P.* (2017): Néhány tényező hatása különböző genotípusú bárányok hosszú hátizmának intramuszkuláris zsírsavösszetételére. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 66. 87-105.
- Blumer, T.* (1963): Relationship of marbling to the palatability of beef. *J. Anim. Sci.*, 22. 771-778.
- Bunch, T. D. - Evans, R. C. - Wang, S. - Brennand, C. P. - Whittier, D. R. - Taylor, B. J.* (2004): Feed efficiency, growth rates, carcass evaluation, cholesterol level and sensory evaluation of lambs of various hair and wool sheep and their crosses. *Small Rumin. Res.*, 52. 239-245.
- Bünger, L. - Navajas, E. A. - Stevenson, L. - Lambe, N. R. - Maltin, C. A - Simm, G. - Fisher, A. V. - Chang, K. C.* (2009): Muscle fiber characteristics of two contrasting sheep breeds: Scottish Blackface and Texel. *Meat Sci.*, 81. 372-381.
- Ekiz, B. - Yilmaz, A. - Ozcan, M. - Kaptanc, H. - Erdogan, I. - Yalcintan, H.* (2009): Carcass measurements and meat quality of Turkish Merino, Ramlic, Kivircik, Chios and Imroz lambs raised under an intensive production system. *Meat Sci.*, 82. 64-70.
- Faustman, C. - Cassens, R. G.* (1990): The biochemical basis for discoloration in fresh meat: A Review. *J. Muscle Foods*, 1. 217-243.
- Hopkins, D. L.* (1996): Assessment of lamb meat colour. *Meat Focus Intern. J.*, 5. (Part 11) 400-401.
- Jávor, A. - Kukovics, S. - Molnár, Gy.* (2006): *Juhtenyésztés A-tól Z-ig.* Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Khlijji, S. - Ven, van de V. - Lamb, T. A. - Lanza, M. - Hopkins, D.-L.* (2010): Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. *Meat Sci.*, 85. 224-229.

- Komprda, T. - Kuchtík, J. - Jarošová, A. - Dračková, E. - Zemánek, L. - Filipčík, B. (2012): Meat quality characteristics of lambs of three organically raised breeds. *Meat Sci.*, 91. 499–505.
- Kuchtík, J. - Zapletal, D. - Šustová, K. (2012): Chemical and physical characteristics of lamb meat related to crossbreeding of Romanov ewes with Suffolk and Charollais sires. *Meat Sci.*, 90. 426-430.
- Kukovics, S. (1999): A húsmínőség javítása és a szaporaság fejlesztése Dr. Mihálka Tibor életpályáján. Az alapanyag és a termék minőségének hatása a juhágazat gazdaságosságára. In: *Jávor A. - Fésűs L. (szerk.): Tenyésztési- és fajtahasználati útmutató.* 118.
- Kupai, T. - Lengyel, A. (2005): A juh növekedése. I. A hústermelés általános jellemzése. (Irodalmi áttekintés) *Acta Agr. Kapos.*, 9. 31–40.
- Lambe, N. R. - Navajas, E. A. - Fisher A. V. - Simm, G. - Roehe, R. - Bünger, L. (2009): Prediction of lamb meat eating quality in two divergent breeds using various live animal and carcass measurements. *Meat Sci.*, 83. 366-375.
- Lukács, Gy. (1982): Színmérés. Műszaki Kiadó, Budapest, 341.
- Mashele, G. A. - Parker, M. E. - Schreurs, N. M. (2017): Effect of slaughter age between 5 to 14 months of age on the quality of sheep meat. *Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod.*, 77. 177-180.
- Molnár, Gy. - Jávor, A. (2001): Lamb meat quality of different genotypes in Hungary. *Scient. Pap. Anim. Sci. Biotechnol.*, 49. 243-248.
- Nagy, L. - Domanivszky, Á. (2006): Results of sheep performance test. National Institute for Agricultural Quality Control., 1-41.
- Ohta, N. - Robertson, A. R. (2005): Colorimetry: Fundamentals and applications. John Wiley and Sons, Chichester, 334.
- Pajor, F. - Póti, P. - Láczo, E. (2004): Comparison of slaughter performance of Hungarian Merino, German Mutton Merino and German Blackheaded lambs. *Acta Agr. Óvár.*, 46. 77–83.
- Pajor, F. - Láczo, E. - Erdős, O. - Póti, P. (2009): Effects of crossbreeding Hungarian Merino sheep with Suffolk and Ile de France on carcass traits. *Arch. Tierz.*, 52. 169-176.
- Polgár, J. P. - Rádlí, A. - Eszterhai, Cs. - Bene, Sz. (2012): Hazai tenyésztésű és import német húsmérinó kosok ivadékainak gyarapodása. *Anim. Welf. Etol. Tartástechn.*, 8. 75-87.
- Polgár, J. P. - Vigh, Z. - Kecskés, B. - Márton, A. - Rádlí, A. - Bene, Sz. (2016): Néhány tényező hatása különböző genotípusú bárányok növekedési és vágási tulajdonságaira. 2. közlemény: Hízalási és vágási eredmények. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 65. 37-50.
- Póti, P. - Pajor, F. - Láczo, E. (2005): Magyar merinó, ile de france F1 és suffolk F1 bárányok hizlalási és vágási teljesítményének vizsgálata. *Acta Agr. Debreceniensis*, 18. 16-23.
- Rádlí, A. - Bene, Sz. - Polgár J. P. (2012): Néhány tényező hatása a bárányok születési és választási súlyára, valamint elhullási mutatóira. *Állattenyésztés és Takarmányozás*, 61. 364-374.
- Schmidt, H. - Scheier, R. - Hopkins, D. L. (2013) Preliminary investigation on the relationship of Raman spectra of sheep meat with shear force and cooking loss. *Meat Sci.*, 93. 138-143.
- Shackelford, S. D. - Morgan, J. B. - Cross, H. R. - Sawell, J. W. (1991): Identification of threshold levels for Warner-Bratzler shear force in beef top loin steaks. *J. Muscle Foods*, 2. 289-296.
- Suman, S. P. - Joseph, P. (2013): Myoglobin chemistry and meat color. *Annu. Rev. Food. Sci. Technol.*, 4. 79-99.
- Székely, P. - Domanovszky, Á. (1999): Juhok hizékonysági és vágási tesztje a fajtaérték vizsgálatában. Kitorési pontok a Magyar Állattenyésztésben. Tudományos Konferencia, Állattenyésztés és Takarmányozás, Különszám, 48. 698.
- Székely, P. - Domanovszky, Á. - Nagy, L. (2004): Juhtenyésztés 2003. évi eredményei. Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet, Budapest, 24.
- Teixeira, A. - Batista, S. - Delfa, R. (2005): Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Sci.*, 71. 530-536.
- Thompson, J.M. - Perry, D. - Daly, B. - Gardner, G. E. - Johnston, D. J. - Pethick, D. W. (2006): Genetic and environmental effects on the muscle structure response post-mortem. *Meat Sci.*, 74. 59-65.

- Toldi, Gy. - Mezőszentgyörgyi, D. - Lengyel, A. (1999): Connection between sheep carcasses' S/ EUROP qualification and several cutting parameters. Acta Agr. Kapos., 3. 25-34.
- Ugurlu, M. – Ekiz, B. – Teke, B. – Salman, M. – Akdag, F. – Kaya, I. (2017): Meat quality traits of male Herik lambs raised under an intensive fattening system. Turkish J. Vet. Anim. Sci., 41. 425–430.
- Vadáné Kovács, M. (2002): A húsminőséget befolyásoló tényezők. In: Vágóállat és húsminőség. (szerk.: Szűcs E.) Szaktudás Kiadó Ház, Budapest, 97-169.
- Várszegi, Zs. - Jávor, A. (2001): The quality of different sheep genotypes in Hungary. Scient. Pap. Anim. Sci. Biotechnol., 49. 256-260.
- Wood, J. (1985): Consequences of changes in carcass composition on meat quality. In *Haresign, W. and Cole, D. J. A. (Eds.) Recent Advances in Animal Nutrition*, Cornwall, UK, Robert Hartnoll Ltd., 157-166.
- Zapletal, D. - Kuchtík, J. - Dobeš, I. (2010): The effect of genotype on the chemical and fatty acid compositions of the Quadriceps femoris muscle in extensively fattened lambs. Arch. Tierz., 53. 589-599.

Érkezett: 2020. november

*A szerzők címe:* Abayné H. E. – Bokor B. – Szabó R. T. – Kovács-Weber M. – Pajor F. – Póti P.  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Állattenyésztési Tudományok Intézet

*Authors' address:* Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,  
Institute of Animal Husbandry  
H-2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.  
pajor.ferenc@uni-mate.hu



## 2020-BAN SIKERESEN MEGVÉDETT MTA DOKTORI ÉRTKEZÉSEK ÖSSZEFOGLALÓI – SUMMARIES OF DSC DISSERTATIONS IN THE YEAR OF 2020

HORVÁTH ÁKOS

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,  
Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet, Halgazdálkodási Tanszék,  
Szent István Campus, Gödöllő

Értekezésemben 11 év munkáját foglaltam össze, amelynek fő célja a halsperma-mélyhűtés módszereinek előkészítése a génbanki alkalmazásra, illetve a tényleges génbanki munka végrehajtása. A génbanki tevékenység fontosságát az állattenyésztésben és a természeti értékek védelmében nem lehet túlhangsúlyozni. Az egyre intenzívebb mezőgazdasági termelés egyik velejárója a gyorsabban növekvő, nagyobb hozamot hozó fajták, változatok előnyben részesítése, ami viszont elkerülhetetlenül a biológiai és genetikai sokféleség csökkenésével jár. Ennek megőrzése mindannyiunk kötelessége, amit több nemzetközi egyezmény, illetve hazánk Alaptörvénye is garantál.

Így van ez a különböző halfajokban is, amelyek esetében több tényező is árnyalja a kérdést. Az édesvízi halfajok élőhelye korlátozott és az egymástól elkülönülő víztetek miatt a fajon belüli izolált populációk kialakulásának az esélye nagy. A halgazdálkodásban a tenyésztett és természetes populációk közti különbség sokszor nem különíthető el élesen. A keltetőházi szaporítás és ivadéknevelés módszereit (ami alapvetően állattenyésztési tevékenység) gyakran használják természetes populációk utánpótlás-nevelésére is. A szaporítási módszerek egyik kiegészítő tevékenysége az ivarsejtek és embriók mélyhűtése, amiből halak esetében kizárólag a sperma mélyhűtése lehetséges. A spermamélyhűtés ugyanakkor nem csak a szaporítási tevékenység kiegészítésére alkalmas, hanem a genetikai tartalékok megőrzésének is egy hatékony módja. Munkám során tehát nem csak arra a kérdésre kerestem a választ, hogy az egyes spermamélyhűtési módszereket hogyan tudjuk hatékonyabbá tenni, hanem arra is, hogy ezeket hogyan lehet átültetni a halgazdálkodás és a természetvédelem gyakorlatába, valódi génbanki munka megvalósításával.

Az értekezésben leírt vizsgálataimat három rendszertani csoportba tartozó fajokban végeztem. A tokalakúak (*Acipenseriformes* rend tagjai) élő kövületek, mára mindössze huszonhét (sőt, valószínűleg már csak huszonhat) fajuk maradt fenn. Gazdasági értéküket a kaviárként felhasznált petesejtjeik jelentik. A természetes vizekben élő populációik jelentős része súlyosan veszélyeztetett, ezért több országban is komoly erőfeszítéseket tesznek a megmentésükre. A ponty (*Cyprinus carpio*) a világ egyik legnagyobb tömegben tenyésztett halfaja. A tógazdasági haltenyésztés révén a magyar halgazdálkodásban egyértelmű vezető szerepet tölt be. Számos fajtáját-tájfajtáját tenyésztik és tartják fenn hazánkban és szerte a világon. A lazacfélék (*Salmonidae* család tagjai) számos fajtát tenyésztik (így az atlanti lazacot, vagy a szivárványos pisztrángot), ugyanakkor több faj populációi veszélyeztetettek is. A családra jellemző a fajokon belüli populációk izolációja és jelentős változatossága.

A tokalakúak közül három fajban végeztem kutatómunkát, rövidorrú tokban (*Acipenser brevirostrum*), sápadt tokban (*Scaphirhynchus albus*) és lapátorrú tokban (*Polyodon spathula*). Mindhárom halfaj az észak-amerikai kontinens folyóiban őshonos. Az említett fajokban elsősorban módszertani fejlesztést végeztem, azaz a különböző hígítók, védőanyagok és ezek koncentrációinak hatását vizsgáltam a mélyhűtött sperma felolvasztás utáni motilitására és termékenyítő képességére. Mindhárom fajban egy korábban kifejlesztett hígító (módosított Tsvetkova-féle hígító), illetve a metanol védőanyag 5 vagy 10%-os koncentrációjával kaptam a legmagasabb motilitási és termékenyülési eredményeket a felolvasztást követően. A rövidorrú tok spermája érzékenyebben reagált a mélyhűtésre, ezért ebben a fajban gyengébb eredményeket ( $40 \pm 15\%$  termékenyülés és  $31 \pm 15\%$  kelés) kaptam, mint a másik két fajban (sápadt tok:  $88 \pm 6\%$  termékenyülés, lapátorrú tok:  $80 \pm 3\%$  termékenyülés). Vizsgáltam a felolvasztott sperma életképességét is fluoreszcens élő-halott festéssel, azonban nem találtam egyértelmű összefüggést az életképesség és a termékenyítő képesség között. Megállapítottam, hogy a metanol védőanyag használata mindhárom faj esetében magasabb termékenyítő képességet eredményezett, mint a dimetil-szulfoxid (DMSO), illetve, hogy a két védőanyag eltérő mértékben változtatta meg a hűtőmedium párányomásozométerrel mért ozmolalitását. A DMSO védőanyag koncentrációjától függően jelentősen növelte a mért ozmolalitást, míg a metanol nem változtatott rajta. Végül sikeresen alkalmaztam a nagyméretű, 5 ml-es műszalmákat a lapátorrú tok spermájának mélyhűtésére.

A pontyban végzett kutatómunkát szintén módszertani kísérletekkel kezdtem. Az általánosan elterjedt 0,5 ml-es műszalmák mellett vizsgáltam a nagyobb térfogatú 1,2, illetve 5 ml-es műszalmák használhatóságát, illetve az ezekhez tartozó hűtési időket. A hűtési időnek csak az 5 ml-es műszalmák használatakor volt szignifikáns hatása a mélyhűtött sperma termékenyítő képességére, míg az 1,2 ml-es műszalmák esetében nem. Egy későbbi kísérletben a különböző spermáikra arányok hatását vizsgáltam a mélyhűtött sperma termékenyítő képességére. Az 1,2 ml-es műszalmák használatakor igen magas kelési eredményt ( $86 \pm 12\%$ ) értem el, azonban az adott keretek között alkalmazott spermáikra arányok között szignifikáns különbséget nem találtam. Az 5 ml-es műszalmákban mélyhűtött pontysperma termékenyítő képessége elmaradt az 1,2 ml-esektől (maximum  $65 \pm 18\%$  kelés), és a különböző spermáikra arányokkal kapott termékenyülési eredmények között szignifikáns különbség volt.

Szintén pontyban vizsgáltam a mélyhűtött spermával végzett termékenyítés hatását a lárvakori torzulásokra. Mivel a legtöbb torz ivadékot a frissen fejt spermával termékenyített kontroll csoportban találtam, a lárvakori torzulás kialakulását nem lehet a mélyhűtött sperma használatának számlájára írni. Ugyanakkor a mélyhűtött sperma használatakor kialakult torz lárvák között kromoszómavizsgálatot követően igen alacsony arányban (a torz lárvák 2-6%-a) haploid egyedeket találtam. Mivel a kontroll csoportban haploid lárvákat nem fedeztem fel, ezek kialakulása a spermamélyhűtés eredménye. Elméletem szerint, mélyhűtés és felolvasztás során a spermiumok egy részének genomja irreverzibilis károsodást szenvedett, ami miatt a spermiumok ugyan megőrizték funkciójukat, azaz képesek voltak megtermékenyíteni az ikraszemet, azonban genomjuk nem járult hozzá a fejlődő embrió genomjához, azaz haploid embrió alakult ki. Miután ezek

képződésének valószínűsége igen alacsony, a spermamélyhűtés nem tekinthető kockázatos technikának.

A lazacféle halfajok közül sebes pisztrángban (*Salmo trutta m. fario*), márványpisztrángban (*Salmo marmoratus*), szivárványos pisztrángban (*Oncorhynchus mykiss*), illetve az adriai pénzes pérben (*Thymallus æliani*, korábban *Thymallus thymallus*) végeztem kísérleteket Magyarországon, Franciaországban és Szlovéniában. A kísérletek elsősorban annak felderítésére irányultak, hogy a felolvasztás után eltelt időnek van-e lényeges hatása a mélyhűtött sperma termékenyítő képességére. Sikerült megcáfolni azt az általánosan elterjedt nézetet, miszerint a felolvasztás után a sperma termékenyítő képessége rohamosan romlik és már 30 másodperc is jelentős csökkenést okozhat a termékenyítés sikerében. A szivárványos pisztrángban és a márványpisztrángban 10 perc, míg sebes pisztrángban és adriai pénzes pérben 60 perc felolvasztás utáni tárolás sem okozott jelentős csökkenést a sperma termékenyítő képességében. E mellett márványpisztrángban és szivárványos pisztrángban a metanol védőanyag használata egyértelműen jobb termékenyülést eredményezett, mint a DMSO védőanyag.

Az adriai pénzes pérben vizsgáltam továbbá a sperma-ikra arány hatását a sperma termékenyítő képességére. Az eredmények alapján az  $5 \times 10^4$  spermium/ikraszem arány a friss spermával termékenyített kontroll csoporttal megegyező termékenyülést eredményezett. Ez jóval kedvezőbb a pénzes pérrel kapcsolatos szakirodalomban eddig leírtaknál és lehetővé teszi, hogy akár több, mint egy kg ikrát is meg lehessen termékenyíteni egyetlen darab 0,5 ml-es műszalma tartalmával. E mellett figyelemre méltó, hogy még a legalacsonyabb sperma-ikra arány (1000 spermium/ikraszem) mellett is kaptunk termékenyült ikrát és kikelő embriókat.

A módszertani fejlesztéseknél is fontosabb ugyanakkor a létrehozott metodikák gyakorlati alkalmazása. A ponty fajban kifejlesztett módszert használtuk fel 2005-ben és 2007-ben a Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ, Halászati Kutatóintézet (NAIK-HAKI, 2021 februárja óta a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Akvakultúra és Környezetbiztonsági Intézet – MATE-AKI) pontyfajta génbankjának kialakítására. A 2005-ben végzett munka során 17 hazai és 8 külföldi fajta 187 egyedétől mélyhűtöttünk spermát és tároltuk el a HAKI tárolóedényeiben. Ehhez jött még 2007-ben 25 további egyed spermájának mélyhűtése. A génbankban eltárolt mintákat a HAKI munkatársai 2013-ban használták fel a Szarvasi P22 fajta szaporításakor és a kikelt ivadékokat tenyészállomány-jelöltként nevelték fel. A többi minta jelenleg is a HAKI mélyhűtött génbankját képezi.

A lazacfélékben kidolgozott módszertant a szlovéniai Tolmin Horgászegyesület használta fel az általa gondozott fajok szaporításában. Az egyesület egyik célja az adriai pénzes pér és a márványpisztráng fajazonos populációinak helyreállítása, illetve fenntartása. Ezeket a populációkat károsan befolyásolta a 20. században a pénzes pér, illetve a sebes pisztráng betelepítése élőhelyükre, ahol a rokon fajok között introgresszív hibridizáció alakult ki. Amíg a márványpisztráng esetében fennmaradtak fajazonos populációk, addig az adriai pénzes pérnek kizárólag hibrid populáció létezik, amelyek egyedei magasabb vagy alacsonyabb hányadban hordozzák az eredeti adriai genotípust. Ennek megfelelően a két fajban eltérő fajmegőrzési stratégiát alkalmaztak az egyesület munkatársai.

Márványpisztráng esetében a fennmaradt 7 fajazonos populációból egyedeket

begyűjtve egyrészt tenyészállományokat hoztak létre a saját halgazdaságukban, másrészt ezek utódait u.n. menedékpatakokba helyezték ki, amelyekről tudták, hogy az invazív fajok egyedei nem lelhetők fel bennük. Munkánk során az egyik ilyen populáció hím egyedektől mélyhűtöttünk spermát, amelyet utána az egyesület munkatársai használtak fel a szaporítás során az azonos populációtól származó, de a halgazdaságban fenntartott tenyészállomány ikrájának megtermékenyítésére. A szempontos ikrát végül az egyik kialakított menedékpatakokba helyezték ki mesterséges ivófészkekbe.

Az adriai pénzes pér esetében az egyesület célja az eredeti adriai genotípus részarányának növelése a tenyészállományban, majd az ezektől származó utódok kihelyezése a természetes vizekbe. Ebben az esetben szintén természetes vízből származó hím egyedektől nyertünk ki spermát, illetve vettünk úszómintát. Az úszómintákból izolált DNS vizsgálatát a Ljubljana Egyetem munkatársai végezték, akik az adriai pénzes pérre jellemző markerek arányát elemezték. Az egyesület munkatársai ennek eredménye alapján választották ki azon tejesek mélyhűtött spermáját, amelyek a legmagasabb arányban tartalmazzák az őshonos genotípusra jellemző allélokot. Az elvégzett termékenyítésből származó egyedeket tenyészállományként nevelték fel. Az együttműködés eredményeként 2017-re az egyesület tenyészállománya gyakorlatilag már kizárólag az így válogatott tejes egyedek mélyhűtött spermájával végzett termékenyítésből származott.

## **ROLE OF SPERM CRYOPRESERVATION IN THE PRESERVATION OF GENETIC RESOURCES OF FISH SPECIES FOR CONSERVATION AND AQUACULTURE**

ÁKOS HORVÁTH

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,  
Institute of Aquaculture and Environmental Safety, Department of Aquaculture,  
Szent István Campus, Gödöllő

This dissertation summarizes 11 years of work whose main objective was the preparation of fish sperm cryopreservation methods for application in gene banking and the implementation of actual gene banking. The importance of gene banks in animal farming, as well as conservation, cannot be overemphasized. Intensive agricultural production is accompanied by the prioritization of fast-growing varieties, breeds with greater yield, resulting in the inevitable decrease of biological and genetic diversity. Preservation of this diversity is the duty of all, guaranteed by several international agreements and the Constitution of Hungary.

This is true for fish, as well, where several factors further complicate this question. The habitat of freshwater fish is limited, and the probability of the formation of isolated populations is very high. In many cases, the distinction between cultured and wild populations is not clear. Methods of induced spawning and fingerling rearing (which are practically farming activities) are often used to resupply wild populations. Cryopreservation of gametes and embryos is an assisted reproductive technology of which only sperm cryopreservation is possible in fish. Sperm

cryopreservation, however, is not only an accessory reproductive technology but also a powerful tool for the conservation of genetic resources. Thus, in addition to a methodical improvement of sperm cryopreservation protocols, I also attempted to apply them to species conservation and aquaculture by conducting gene banking.

The work was carried out on fish species belonging to three taxa. Sturgeons (members of the order Acipenseriformes) are living fossils with only 27 (or more probably 26) surviving species. Their roe processed as caviar is the main reason for their culture. The majority of their populations living in the wild are critically endangered, and serious efforts are made in several countries for their preservation. The common carp (*Cyprinus carpio*) is one of the most common cultured fish species in the world. It is also the leading species in Hungarian aquaculture due to its role in pond fish farming. Several breeds and landraces are cultured and maintained in Hungary and throughout the world. Regarding salmonids, several species are cultured in significant volumes (including the Atlantic salmon and the rainbow trout); however, many of their populations are threatened or endangered. The family is characterized by the presence of isolated populations and significant diversity within species.

The research was conducted in three Acipenseriform species, the shortnose sturgeon (*Acipenser brevirostrum*), the pallid sturgeon (*Scaphirhynchus albus*), as well as the American paddlefish (*Polyodon spathula*). All three species inhabit North American rivers. In these species, primarily methodical improvements were carried out investigating the effects of various extenders, cryoprotectants, and their concentrations on the post-thaw motility and fertilizing capacity of cryopreserved sperm. The highest post-thaw motility and fertilization results were observed using a previously developed extender (modified Tsvetkova's) combined with 5 or 10% methanol as a cryoprotectant in all three species. The sperm of shortnose sturgeon was found to be more sensitive to cryopreservation ( $40 \pm 15\%$  fertilization and  $31 \pm 15\%$  hatch) than that of the other two species (pallid sturgeon:  $88 \pm 6\%$  fertilization, paddlefish:  $80 \pm 3\%$  fertilization). The viability of cryopreserved sperm was also investigated using fluorescent live-dead staining; however, no coherent correlation was detected between viability and fertilizing capacity. The cryoprotectant methanol resulted in a higher fertilizing capacity in all three species than the cryoprotectant dimethyl-sulfoxide (DMSO). The two cryoprotectants had a specific effect on the osmolality of the cryomedium measured by a vapor pressure osmometer. The use of DMSO significantly increased osmolality in a concentration-dependent manner, while methanol induced no change in osmolality. Finally, large 5-ml straws were successfully applied to the cryopreservation of paddlefish sperm.

Research in the common carp was also started with methodical improvement. In addition to the commonly used 0.5-ml straws, the larger 1.2-ml and 5-ml straws and various cooling times were also tested. The cooling time had a significant main effect on the fertilizing capacity of cryopreserved sperm only in the case of 5-ml straws. In a later experiment, the effect of various sperm-egg ratios was also investigated. The use of 1.2-ml straws resulted in high hatch rates ( $86 \pm 12\%$ ); however, the various sperm-egg ratios did not significantly affect the fertilization results. The fertilizing capacity of common carp sperm cryopreserved in 5-ml straws was lower than that in 1.2-ml straws (maximum hatch:  $65 \pm 18\%$ ), and the tested sperm-egg ratios had a significant effect on the results.

The effect of fertilization with cryopreserved sperm on larval malformation was also investigated in the common carp. As the highest percentage of malformed larvae was detected in control fertilized with fresh sperm, the occurrence of larval malformations cannot be attributed to the use of cryopreserved sperm. Nevertheless, haploid larvae were detected in very low percentages (2-6% of all deformed larvae) using chromosome preparation following the use of cryopreserved sperm. As no haploid larvae were found in control, their appearance was the result of cryopreservation. According to my hypothesis, the genome of spermatozoa suffered irreversible damage during freezing or thawing, which allowed spermatozoa to retain their function to fertilize eggs; however, it prevented them from contributing to the genome of the developing embryo, which in turn became haploid. As the probability of haploid embryo formation is very low, cryopreservation can be considered safe technology.

Research in salmonids included that in the brown trout (*Salmo trutta m. fario*), the marble trout (*Salmo marmoratus*), the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and the Adriatic grayling (*Thymallus æliani*, earlier *Thymallus thymallus*) and was conducted in Hungary, France, and Slovenia. The research was primarily directed to investigate whether post-thaw storage time affected the fertilizing capacity of cryopreserved sperm. We managed to refute the commonly accepted view that the fertilizing capacity of cryopreserved sperm drastically decreases the following thawing, and a significant decrease in fertilization results is anticipated even after 30 seconds of post-thaw storage. In our experiments, no significant decrease in fertilization efficiency of cryopreserved sperm was detected after 10 minutes of post-thaw storage of rainbow trout and marble trout sperm and 60 minutes in brown trout and Adriatic grayling sperm. In addition, the use of the cryoprotectant methanol resulted in significantly higher fertilization percentages than that of DMSO in the marble trout and the rainbow trout.

The effect of sperm-egg ratios on the fertilizing capacity of cryopreserved sperm was investigated in the Adriatic grayling. Fertilization percentages similar to the control were observed at sperm-egg ratios of  $5 \times 10^4$  spermatozoa to one egg. This is much lower than those previously reported for the grayling and allows the fertilization of more than one kg of eggs with the contents of a single 0.5 straw of cryopreserved sperm. In addition, fertilization and hatching larvae were found even in the groups fertilized using the lowest sperm-egg ratio (1000 spermatozoa to one egg).

The application of methodologies produced is more important than their development. The protocol developed in the common carp was used in 2005 and 2007 to develop the cryopreserved gene bank of the Research Institute of Fisheries and Aquaculture of the National Agricultural Research and Innovation Centre (NAIK-HAKI, as of February 2021, the Institute of Aquaculture and Environmental Safety of the Hungarian University of Agriculture and Life Sciences – MATE-AKI). During the work conducted in 2005, sperm was cryopreserved and stored from 187 individuals of 17 Hungarian and 8 foreign breeds. In addition, sperm from a further 25 individuals were cryopreserved in 2007. The HAKI staff used the samples stored in the gene bank in 2013 in the spawning of the Szarvasi P22 breed, and the hatched fry was grown as broodstock candidates. The rest of the samples is still part of the cryopreserved gene bank of HAKI.

The Angling Club of Tolmin used the method developed in salmonids in Slovenia for the spawning of the species cultured by them. One of the priorities of the angling club is the restoration and maintenance of populations of the Adriatic grayling and the marble trout. These were negatively influenced by the stocking of non-native grayling and brown trout into their habitats resulting in an introgressive hybridization with native species. While genetically pure populations of the marble trout remained, only hybrid populations of the Adriatic grayling exist with a higher or lower share of the original Adriatic genotype. Thus, different conservation strategies were applied to the two species.

In the case of the 7 remaining pure populations of the marble trout, broodstocks of each population were created at the farm of the angling club. The progeny produced this way was stocked into so-called sanctuary streams known to be free of individuals of the introduced species. Sperm were collected and cryopreserved from wild males of one of these pure populations. The angling club staff later used this during spawning of the broodstock of the identical population maintained at the fish farm. Eyed eggs of this spawning were then stocked into artificial nests in one of the sanctuary streams.

In the case of the Adriatic grayling, the objective of the angling club was to increase the proportion of the original Adriatic genotype in the broodstock and stocking of progeny originating from these into their waters. Sperm were cryopreserved, and fin clips were collected from wild males during the spawning season. The DNA isolated from the fin clips was analyzed by the University of Ljubljana staff for markers related to the Adriatic genotype. Based on these analyses, the angling club staff selected the cryopreserved samples of males that had the highest proportion of the Adriatic genotype and used these for spawning. The progeny originating from this spawning was later grown into a broodstock. As a result of the cooperation, practically the entire Adriatic grayling broodstock of the angling club originated from cryopreserved sperm by 2017.

## **GAZDASÁGI ÁLLATOK SPERMAMINŐSÉG-ELLENŐRZÉSÉNEK AUTOMATIZÁLÁSI LEHETŐSÉGEI**

NAGY SZABOLCS TAMÁS  
Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem,  
Állattenyésztési Tudományok Intézet  
Georgikon Campus, Keszthely

A sikeres termékenyítés eléréséhez egyrészt az egyes spermiumoknak kell több szempontból is megfelelőnek lenniük (membránintegritás, akroszóma-állapot, mitokondriális aktivitás, kromatinintegritás), másfelől az adott ejakulátumnak vagy mélyhűtött-felolvasztott termékenyítő adagnak megfelelő arányban kell tartalmaznia ilyen ondósejteket. Az ideális *in vitro* fertilitási teszt egyidejűleg a lehető legtöbb tulajdonságot értékeli sejtszinten. Vizsgálataim fő célja a mesterséges termékenyítésre használt sperma sejt szerv-specifikus minőségellenőrzésének automatizálása volt flow citometria – áramlási sejtanalízis – alkalmazásával. Vizsgálataim során a plazmamembrán-destabilizáció, a mitokondriális membrán-

potenciál, az akroszóma-integritás és a kromatinstruktúra (DNS-károsodások és kromatinkondenzációs zavarok) értékelését végeztem el.

Kidolgoztam egy új fluoreszcens festékkombinációt a korai membránváltozások (plazmamembrán-destabilizáció) detektálására, a spermiumok mitokondriális membránpotenciál-változásainak (a mitokondriumok aktivitásának) mérésére. Egy általunk korábban kifejlesztett hármas fluoreszcens festékkombináció alkalmazásával (amely egyidejűleg jelzi a plazmamembrán és az akroszóma integritását, sérüléseit) felderítettem a mélyhűtést, felolvasztást és inszeminációt követő időszakban végbemenő membránváltozások kinetikáját, a plazmamembrán és az akroszóma deteriorációjának időbeli sorrendjét.

Megállapítottam, hogy a tenyészbikák kromatinintegritása nem változik az életkor előrehaladtával. A humán andrológia területén standard laboratóriumi technikának tekintett Sperm Chromatin Structure Assay (SCSA) azonban nem bizonyult elég érzékenynek a fertilis és szubfertilis tenyészbikák megkülönböztetésére. Az SCSA analízis során azonban a DNS fragmentációja mellett értékelhető a spermiumkromatin kondenzáltsági állapota is, amely citogenetikai terheltséget hordozó bikákon végzett vizsgálataink szerint alkalmas lehet a spermiumokból történő gyors citogenetikai szűrővizsgálatok elvégzésére.

Vizsgálataim eredményei arra utalnak, hogy a flow citometriára épülő spermológiai analízis hasznos eleme lehet a szaporodásbiológiai kutatólaboratóriumoknak, és a mesterséges termékenyítő állomások rutinszerű, napi spermabírálati rendszerébe is illeszthető.

A jelenleg folyó és jövőben tervezett kutatásaim egyik fő irányvonala a multiparaméteres spermológiai tesztek továbbfejlesztése, az új tesztek fertilitásra vonatkozó diagnosztikai-prognosztikai értékének megállapítása az újgenerációs citomika adatelemzési módszereinek alkalmazásával.

## **POSSIBILITIES OF THE AUTOMATION OF SPERM QUALITY CONTROL IN FARM ANIMALS**

TAMÁS SZABOLCS NAGY

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences,  
Institute of Animal Sciences  
Georgikon Campus, Keszthely

To achieve successful fertilization, individual spermatozoa should acceptable in several aspects (membrane integrity, acrosome status, mitochondrial activity, chromatin integrity), and a particular ejaculate or cryopreserved insemination dose should contain such sperm cell at a proper concentration. The ideal *in vitro* fertility test would simultaneously evaluate as many traits as possible at the cellular level. The main goal of my studies was to automate the domain-specific quality control of sperm samples used for artificial insemination using flow cytometry. I used this approach to evaluate plasma membrane destabilization, mitochondrial membrane potential, acrosome integrity, and chromatin structure (DNA damage and chromatin condensation disorders).

I developed a new fluorescent dye combination to detect early membrane changes



(plasma membrane destabilization) and for the measurement of mitochondrial membrane potential changes (mitochondrial activity) in spermatozoa. Using a triple fluorescent dye combination that we developed earlier (which simultaneously indicates damage in the plasma membrane and acrosome), I studied the kinetics of membrane changes following cryopreservation, thawing, and insemination.

I found that the chromatin integrity of breeding bulls does not change with age. However, the Sperm Chromatin Structure Assay (SCSA), considered the gold standard laboratory technique in human andrology, was not sensitive enough to distinguish fertile and subfertile breeding bulls. On the other hand, in addition to DNA fragmentation, SCSA analysis can also be used to assess the condensation status of sperm chromatin, which may be a suitable parameter for a rapid cytogenetic screening of sperm from bulls with cytogenetic abnormalities.

The results of my studies suggest that flow cytometric sperm analyses can be useful tools in reproductive biology research laboratories and can also be integrated into the routine, daily sperm evaluation protocol of artificial insemination stations.

One of the main directions of my current and future research is the development of multi-parametric spermatological tests, the determination of the diagnostic-prognostic value of new tests on fertility using the data analysis methods of new generation cytomics.

## **GENETIKAI DIVERZITÁS ÉS FILOGENETIKAI KUTATÁSOK KÖZÉP- ÉS DÉL-EURÓPÁBAN ÉLŐ DOMESZTIKÁLT ÉS VADON ÉLŐ ÁLLATFAJOKBAN**

KUSZA SZILVIA

Debreceni Egyetem, Mezőgazdaság-,

Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar, Állattudományi,  
Biotechnológiai és Természetvédelmi Intézet, Állatgenetikai Laboratórium  
Debrecen

Földünk klímaváltozása súlyos meteorológiai, biológiai, és társadalmi hatásokkal jár, ami miatt a számos újonnan megjelenő betegség, illetve az egyre növekvő emberi népesség élelmezésének problematikája is kihívásokat rejt. Az élővilág sokszínűségének megőrzése, valamint a változó környezethez sikeresen alkalmazkodó növény és vadon élő állatfajok, illetve haszonállat fajták jobb megismerése egy olyan kutatói feladat, mely egyszerre szolgálja az emberiség hosszú távú jövőjét, és ígér az állattenyésztés mindennapjaiban is hasznosítható eredményeket, így tehát az állatállomány genetikai sokféleségének fenntartása a jelen és a jövő egyik kulcskérdése. A különböző fajok és fajták genetikai összetétele és a helyi környezeti viszonyokra adott válaszaik még kevésbé ismertek, pedig olyan genetikai variánsokat tartalmazhatnak melyek a változó környezeti feltételekhez, illetve betegségekhez való adaptáció szempontjából értékesek lehetnek. Szakmai körökben ma már köztudott az őshonos fajták egyedi genetikai változatai és tulajdonságaik közötti kapcsolat, azonban számos genetikai kérdés továbbra sem tisztázott. Pedig az éghajlatváltozáshoz való alkalmazkodás kulcsát lehet sejteni ezekben a fajtákban, melyeket megfelelő tenyésztési programok

révén az intenzív termelésben használt fajtákba is át lehetne ültetni, így tehát igen fontos az őshonos fajták védelme és adaptációs tulajdonságuk vizsgálata genomikai és bioinformatikai módszerek alkalmazásával. A klímaváltozás fajokra gyakorolt hatásaival kapcsolatos vizsgálatok mellett ugyanolyan jelentőséggel bír a fajokon belüli genetikai diverzitás felmérése is, mivel ez a környezethez való alkalmazkodóképesség alapját képezi. A fenti kérdéseket vizsgálva igen értékes földrajzi egységnek számít Közép- és Dél-Európa, azon belül is a Kárpát-medence. E térség a nedves óceáni, a száraz kontinentális és a mediterrán éghajlati régiók határán helyezkedik el, így az éghajlati övek kisebb eltolódása miatt országunk és annak közvetlen földrajzi környezete átcsúszhat a három régió valamelyikének domináns hatása alá. Az ezzel foglalkozó tanulmányok állítása az, hogy az üvegházhatás erősödésével a hazai éghajlat szárazabbá és napfényben gazdagabbá fog válni a melegedés kezdeti szakaszában. A fajok genetikai szerkezetére pedig számottevően hatnak a földtörténeti közelmúlt eseményei, így a legutóbbi eljegesedés maximuma (LGM) és az azt követő felmelegedés volt az az utolsó, olyan földtörténeti esemény, amely meghatározta a különböző fajok jelenkori populációinak képét. A Kárpát-medence változatos természetföldrajzi viszonyai és mozaikossága lehetővé tette a különböző refúgiumok kialakulását, mely számos faj számára biztosította a túlélést ezekben az időkben. Ezekből a menedékekből indultak az újranépesedési folyamatok, illetve a medence jelleg, valamint a központi elhelyezkedés miatt, a Kárpát-medencében kimagasló szintet ért el a biodiverzitás, ami páratlan lehetőséget, de egyben felelősséget is jelent számunkra. A populációs szinten folytatott vizsgálatok terjedésével egyre szorosabbá vált a kapcsolat az evolúcióbiológia és az ökológia között is, így a demográfiai és a genetikai módszerek kombinációjával olyan alapvető, populációs szintű folyamatok vizsgálata vált lehetővé, mint a migráció, a génáramlás, a szelekció és a véletlenszerű génsodródás (drift), vagy a populációk túlélése, illetve kipusztulása. Ezen folyamatok megértése által tárható fel az elterjedési területeken élő állományok genetikai szerkezete és történeti-evolúciós dinamikája, melyek segítségével hatékonyan vizsgálhatóak a genetikai diverzitás mértékei. Nagyon kevés tudományos szakcikk, kutatás von be állatfajokat erről a területről, pedig az itt élő domesztikált és vadon élő állatfajok genetikai diverzitásáról szóló kutatási eredmények nemzetközi érdeklődésre is számot tartanak.

Az alábbiakban ismertetésre kerülő vizsgálatok Közép- és Dél-Európában élő domesztikált (juh, szarvasmarha, ló) és vadon élő állatfajok (vaddisznó, mezei nyúl, aranszakál, dámszarvas) genetikai sokféleségének jellemzésével (diverzitás, szerkezet, demográfiai változások) foglalkoztak.

### **Cigája, ruda, pramenka és egyéb kelet-, délkelet-európai juhfajták**

Az eredmények igazolták, hogy a fajta tulajdonképpen egy fajtacsoport, amelybe több populációt sorolnak, és közülük több értékes, ritka genetikai variációt tartalmaz. Eredményeim szerint vitatható Draganescu (2003) állítása, miszerint a cigája juhfajta a román ruda fajtából alakult ki. Az azonban bizonyítást nyert, hogy a vizsgált állományok közül a román ruda legközelebb a rozsdás cigájához állt. Országonkénti csoportosításban a heterozigóta hiány a szerb állományokban volt a legnagyobb, fajtacsoportonkénti felosztásban pedig a pramenka fajtakörben. Ugyanez az érték a horvát cigájában, illetve a cigája fajtakörbe tartozó populáci-

ókban volt a legkisebb, azaz beltenyésztettségűtől ezen populációk esetében kell tartani. Leghomogénebb az albán bardhoke és a horvát cigája volt. A genetikai szerkezetre irányuló vizsgálattal megerősítettem, hogy a vizsgált állományok genetikai szerkezete összefüggésben van azok földrajzi elhelyezkedésével.

Vizsgálataim további célja volt, hogy megállapítsam a hortobágyi racka genetikai diverzitásának szintjét, illetve, hogy pontot tegyünk egy rég vitatott kérdésre, miszerint a két színváltozat mennyire különül el egymástól. A kapott eredmények szerint a vizsgálatba vont három magyar hortobágyi racka állomány (Hortobágy, Mátranovák, Salföld) genetikai diverzitása közepes, a közöttük levő genetikai különbözőség mérsékeltnek tekinthető mind az állományok földrajzi helyei, mind pedig a színváltozatok között. A genetikai differenciáltság jelei kis mértékben, de mutatkoznak, így továbbra is a fehér és fekete színek fajtán belüli változatként való kezelését javaslom. Beltenyésztéses leromlásra utaló jeleket mutattam ki, elsődlegesen a fekete színváltozatban. Az állományok teljes genetikai varianciájának túlnyomó része az egyedek között található.

### **Szarvasmarha**

Vizsgálatunkban célul tűztük ki a román-szürke, barna, tarka és feketetarka szarvasmarhafajták genetikai diverzitásának meghatározását 11 mikroszatellit marker és az mtDNSD-loop régió alapján, különös tekintettel a veszélyeztetett román szürke fajtára, hogy információt nyerjünk a jövőbeni fajtamegőrzési tervek számára. Ezen felül elvégeztük a vizsgált fajták és a génbanki adatbázisban található 525, elsősorban podóliai típusú marha mtDNS szekvenciájának összehasonlító elemzését, azért, hogy elsőként tárjuk fel a genetikai kapcsolatokat a vizsgált és a többi szarvasmarhafajta között. Az eredmények alapján a veszélyeztetett román szürke szarvasmarha-állomány kis populációméretéhez képest, meglepően magas genetikai sokféleséget mutat. Ennek oka a szelekciós munka hiánya, illetve annak alacsony szintje lehet. Így a tenyésztési munkában azt továbbra is kerülendőnek, míg a jelenlegi fajtavédelmi programot a jelenlegi klimatikus körülmények között még megfelelőnek tartom a fajta sokféleségének megőrzése érdekében.

### **Ló**

A vizsgálatunk során a veszélyeztetett hucul lovak genetikai diverzitását határoztuk meg biparentális markerrel. A vizsgált lófajta még mindig kis létszámú, hányatott sorsú és kevés genetikai kutatás alapját képezi, pedig már többször elszenvedte a palacknyak-hatást. Mindezek ellenére, eredményeim szerint a fajta mai állománya nagy diverzitást mutat, ami valószínűleg a fajta eredetének köszönhető. Kimutatható volt múltbeli palacknyak-hatás, többes anyaági eredet, a genetikai szerkezet strukturáltságának hiánya (sem földrajzi, sem fajtabeli) és két másik primitív lótól, a konik, illetve przewalski lovaktól való genetikai különbözősége is.

### **Vaddisznó**

MtDNS vizsgálataimmal bizonyítottam, hogy a közép- és kelet-európai vaddisznók többsége az európai E1-C haplocsoportba sorolhatóak (a vizsgált egyedek 94 %-a) és csak az egyedek 5 %-a képviselte az E1-A klasztert. Vizsgálatom elvégzésekor elsőként dolgoztunk ekkora elemszámmal a régióban. Gyenge

genetikai strukturáltságot mutattam ki a vizsgálatba vont földrajzi régióban, illetve a populációk közötti, sok közös haplotípus előfordulása nem mutatott bizonyítékot arra vonatkozóan, hogy a holocén alatt és a holocén előtti időszakban erős demográfiai fluktuáció ment volna végbe. A kereskedelmi forgalomban levő 60K SNP chipet használva azt találtam, hogy a II. világháború előtti vaddisznó minták kevésbé voltak polimorfak, mint a jelenkoriak.

### **Mezei nyúl**

Kutatásunkba hét, kevésbé gyakran mintázott országot vontunk be. Eredményeim nagyrészt korábbi eredményeket, feltételezéseket erősítettem meg, azonban pontosabb képet kaptunk a mezei nyúl állomány genetikai hátteréről. Eredményeim arra utalnak, hogy az észak-, közép- és nyugat-európai mezei nyúl populációk forrása Dél- és Délkelet-Európában, a balkáni régióban található, és egy délről északra történő génáramlás történt a jégkorszak utáni újranépesülés során. Két kontaktzónát határoztam meg Közép-Kelet-Európában: az egyik Délkelet-Európában, míg a másik Északkelet-Európában van. A genetikai szerkezet és filogenetikai vizsgálatok azt mutatták, hogy a közép-, kelet-európai mezei nyúl állományok az EUR és AKK vonalba tartoznak, és több esetben kimutattam az emberi tevékenységek (áttelepítések) hatását. Magyarországon csak európai vonalba tartozó egyedeket találtam.

### **Aranysakál**

Korábbi balkáni, közép- és kelet-európai, illetve olasz aranysakálokon végzett filogeográfiai vizsgálatok eredményeit támasztottam alá kilenc polimorf mikroszatellit és mtDNSD-loop régió használatával, a legnagyobb egyedszámot magába foglaló magyar aranysakál populációra alapozva. Bizonyítottam, hogy az aranysakál létszám alacsony genetikai variabilitást és struktúrát mutat, szemben az izraeli aranysakál populációval, az expanzió délről északra történik. Nem tudtam kimutatni biztosan elkülönülő szubpopulációt a mintázott területen belül, annak ellenére, hogy Magyarország földrajzilag Európa közepén helyezkedik el. A közeljövőben mindenképpen javaslok további genetikai és genomvizsgálatokat (RADseq, GBS), a hibridizáció és a genetikai szerkezet meghatározására, ökológiai vizsgálatokkal kiegészítve.

### **Dámszarvas**

Az északkelet-magyarországi dámszarvas populációk anyai ágon végzett genetikai vizsgálatával kapott eredményeim a faj diverzitására és filogenetikai szerkezetére vonatkozóan megerősítették az eddig közép-európai populációban leírtakat, illetve a történelmi feljegyzéseken alapuló tényeket. A faj alacsony szintű diverzitással rendelkezik, ezen belül a magyar állomány is. Azonban ennek ellenére, a mintázott területen 2 új haplotípust írtam le, amiből az egyik csak Gúthon –ahonnan a legutóbbi 2 világrekord is származik–, és ott is csak egy egyedben fordult elő. Bizonyítottam, hogy még mindig létezhetnek új, eddig fel nem fedezett haplotípusok zárt populációkban, illetve az emberi áttelepítések meghatározó szerepét a faj jelenlegi genetikai struktúrájában.

## **GENETIC DIVERSITY AND PHYLOGENETIC STUDIES ON DOMESTIC ANIMAL SPECIES AND GAME IN CENTRAL AND SOUTH-EUROPE**

SZILVIA KUSZA

University of Debrecen, Faculty of Agricultural, Food Science and Environmental Management, Institute of Animal Science, Biotechnology and Conservation, Laboratory of Animal Genetics, Debrecen

The climate change unfolding on our Earth has severe meteorological, biological, and societal consequences, leading to the appearance of some new diseases and enhancing the problems of feeding the ever-increasing human population. Preserving biodiversity and gaining a better understanding of successfully adapting wild and domesticated plant and animal species are worthy research objectives that serve the future in the long run, and at the same time, also provide immediately applicable results for routine animal husbandry. Thus, the maintenance of the genetic diversity of our animal stock is one of the key issues of both the present and future. The genetic compositions of various species and breeds and their responses to changes in local environmental conditions are as yet little known. Still, these potentially contain genetic variants that might prove valuable in adaptation to diseases and/or changing environmental conditions. The relationship between the unique genetic variants of endemic varieties and their characteristic traits is already well-known in professional circles; many underlying genetics problems are still unresolved, even though these varieties may harbour the key to adaptation to climate change. Using appropriate breeding programs, their traits could be transferred to varieties suitable for intensive livestock farming; therefore, it is very important to protect endemic breeds and study their adaptive abilities using genomic and bioinformatic methods. Besides studies on the effects of climate change on species, a similarly important task is assessing intraspecific genetic diversity, which constitutes the foundation of adaptability to the environment. A highly valuable geographical region for studying the above problems is Central/Southern Europe, specifically the Carpathian basin, situated at the convergence of the borders of humid oceanic, arid continental, and Mediterranean climatic regions. Thus, even a relatively slight shift of climatic zones would push Hungary under the domination of any one of these three climatic regions. Studies on this subject claim that, due to the intensification of the greenhouse effect, in the initial phase of warming, the climate of Hungary will become sunnier and arider. The events of the recent geological past have had a profound effect on the genetic structure of species; the last geological events that determined the general appearance of the contemporary populations of various species were the last glacial maximum (LGM) and the subsequent warming. The varied physical-geographical conditions and mosaicity of the Carpathian basin allowed the formation of various refugia, ensuring the survival of numerous species in those times. It was from these refugia that repopulation started; due to the basin like character and the central location, biodiversity reached an outstanding level in the Carpathian basin, providing us with a unique opportunity and, at the same time, a great responsibility. With the spread of population-level studies, the linkage between evolutionary biology and ecology has grown increasingly close; thus, a combination of demographic and

genetic methods has made it possible to study fundamental population-level processes such as migration, gene flow, selection, and random gene drift, and the survival/extinction of populations. By understanding these processes, the genetic structure and the historical-evolutionary dynamics of the stocks populating the range of a species can be revealed, with the help of which the extent of genetic diversity can be efficiently studied. Animal species from the Carpathian basin are very rarely included in scientific research projects, even though the research results on the genetic diversity of domesticated and wild animal species deserve international interest.

The objective of the studies to be described below was to characterize the genetic diversity (diversity, structure, demographic changes) of domesticated (sheep, cattle, horse) and wild animal species (wild boar, brown hare, golden jackal, fallow deer) living in Central and Southern Europe.

### **Tsigai, Ruda, Pramenka, and other Eastern- and Southeastern-European sheep breeds**

Results have confirmed that a breed is, in fact, a group of breeds comprising several populations, some of which harbour several rare, valuable genetic variants. According to my results, it is questionable that the Tsigai breed evolved from the Romanian Ruda breed, as claimed by Draganescu (2003). However, from the stocks studied, it has been proven that the Rusty Tsigai is closest to the Romanian Ruda breed. When classified by countries, heterozygote deficiency was maximal in the Serbian stocks, and when sorted by breed groups, it was the highest in the Pramenka breed group. The same value was minimal in Croatian Tsigai and in populations belonging to the Tsigai breed group, respectively, which means that it is in these populations that inbreeding may be feared. Albanian Bardhoke and Croatian Tsigai were the most homogenous. My genetic structure study confirmed that the genetic structure of the stocks studied is correlated with their geographic location.

### **Hortobágy Racka**

The objective of this study was to determine the level of genetic diversity of Hortobágy Racka and to conclude the long-debated question of the extent of separation between the two colour variants. According to the results obtained, the three Hungarian Hortobágy Racka stocks studied (locations: Hortobágy, Mátranovák, Salföld) have medium genetic diversity, and the genetic difference can be considered moderate both between the geographical locations of the stocks and between the colour variants. Signs of genetic differentiation show that if to a small extent, I recommend continuing to handle the white and black colours as intra-variety variants. I detected signs suggesting inbreeding depression, primarily in the black colour variant. The majority of the total genetic variance of the stocks is found among the individuals.

### **Cattle**

The objective of our study was to determine the genetic diversity of Romanian Grey, Brown, Spotted and Black Spotted cattle breeds based on 11 microsatellite markers and the D-loop of mitochondrial DNA (mtDNA), with particular regard to

the endangered Romanian Grey breed, to gain information for use in future breed conservation projects. Also, we carried out a comparative analysis of the mtDNA sequences of the breeds studied and the 525 cattle breeds (mostly Podolian) contained in the gene bank database to be the first to elucidate the relationships between the breeds studied and other cattle breeds. According to our results, the endangered Romanian Grey population exhibits a surprisingly high genetic diversity for its small population size. The reason for this may be the lack or low level of selection breeding. Therefore I recommend continuing to avoid selection in future breeding. In contrast, under the present climatic conditions, I deem the existing breed protection project still appropriate for maintaining the diversity of the breed.

### **Horse**

In our study, we determined the genetic diversity of endangered Hucul horses using a biparental marker. This horse breed is still small in numbers, has a troubled history, and has been included in few genetic studies, even though it has undergone the bottleneck effect several times. Despite all these circumstances, my results show a high extent of diversity in the present population of the breed, which is probably due to its origin. We detected bottleneck effect in the past, multiple maternal origins, the lack of genetic structure (both geographical and intra-breed), and determined its genetic distinctness from two other primitive horses, Konik and Przewalski's horse.

### **Wild boar**

I proved by mtDNA analysis that most Central and Eastern European wild boars (94% of the individuals tested) belong to the European haplogroup E1-C, and only 5% of the individuals studied represented cluster E1-A. At the time of my study, we were the first in the region to work with such a high element number in the region. I showed genetically weak structure in the geographical region studied; the occurrence of many common haplotypes among the populations did not offer proof for the assumption of strong demographic fluctuation during and before the Holocene period. Using the commercially available 60K SNP chip, I found that wild boar samples from before the 2<sup>nd</sup> World War were less polymorphic than contemporary ones.

### **Brown Hare**

Our study included seven rarely sampled countries. My results mainly confirmed earlier results and hypotheses, but a more exact picture of the genetic background of the brown hare stock was also obtained. My results suggest that the source of the Northern, Central, and Western European hare populations was in Southern and Southeastern Europe, in the Balkan region, and a south-to-north gene flow took place in the course of postglacial recolonization. I determined two contact zones in Central/Eastern Europe, one in Southeastern Europe and another in Northeastern Europe. Phylogenetic studies and examinations of the genetic structure showed that Central and Eastern European brown hare populations belong to the EUR and AKK lines. Several times I traced the effect of human activities. In Hungary, I only found individuals of European line.

### **Golden jackal**

Using nine polymorphic microsatellites and the D-loop of mtDNA in a study based on the Hungarian golden jackal population with the largest number of individuals, I confirmed the results of earlier filogeographic studies on Balkan, Central/Eastern European, and Italian jackals. I proved that the number of jackals exhibits low genetic variability and structure, unlike the Israeli jackal population, and expansion proceeds from south to north. I could not identify any distinct subpopulation within the area sampled, although Hungary is situated in the geographical centre of Europe. I recommend that further genetic and genomic studies (RADseq, GBS) be carried out, by all means, to determine hybridization and genetic structure, with additional ecological studies.

### **Fallow deer**

My results obtained by maternal genetic analysis of fallow deer populations in Northeastern Hungary, addressing the diversity and phylogenetic structure of the species, confirmed what has so far been described in the Central European population and the known facts based on historical records. The species and, specifically, the Hungarian population has low-level diversity. Despite this, however, I described two new haplotypes within the area sampled, one of which only occurred at Guth (the place of origin of the two latest world records) and only in one individual. On the one hand, I proved that closed populations may still harbour new yet undiscovered haplotypes. On the other, that recolonization by humans plays a determinant role in forming the present-day genetic structure of the species.





**MAGYAR ÁLLATORVOSOK LAPJA**

Magyar Állatorvosok Lapja  
11. évfolyam 1. szám 2016. február

100 éves a Magyar Állatorvosok Lapja

**100**  
A lap 100 éves jubileumát ünnepelve emlékeztetünk arra, hogy az állatorvosi szakma és az állatorvosok szerepe mindig is fontos volt az országunk életében. A Magyar Állatorvosok Lapja az állatorvosi szakma és az állatorvosok közötti kommunikáció fontos eszköze. A lapban a hazai és a nemzetközi állatorvosi szakma legújabb eredményeiről, tapasztalatairól, problémáiról és megoldásairól olvashatunk. A lapban a hazai és a nemzetközi állatorvosi szakma legújabb eredményeiről, tapasztalatairól, problémáiról és megoldásairól olvashatunk.



100 éves a Magyar Állatorvosok Lapja

**HUNGARIAN AGRICULTURAL RESEARCH**

Magyar Állatorvosok Lapja  
11. évfolyam 1. szám 2016. február

**PROB CONTENTS**

Magyar Állatorvosok Lapja



**HERMAN OTTÓ INTÉZET HALÁSZAT**

Magyar Állatorvosok Lapja  
11. évfolyam 1. szám 2016. február

**HERMAN OTTÓ INTÉZET**

Magyar Állatorvosok Lapja



**HERMAN OTTÓ INTÉZET NÖVÉNYTERMELÉS**

Magyar Állatorvosok Lapja  
11. évfolyam 1. szám 2016. február

**HERMAN OTTÓ INTÉZET**

Magyar Állatorvosok Lapja



**HERMAN OTTÓ INTÉZET a falu**

Magyar Állatorvosok Lapja  
11. évfolyam 1. szám 2016. február

**HERMAN OTTÓ INTÉZET**

Magyar Állatorvosok Lapja



**HERMAN OTTÓ INTÉZET ÁLLATTENYÉSZTÉS TAKARMÁNYOZÁS**

Magyar Állatorvosok Lapja  
11. évfolyam 1. szám 2016. február

**HERMAN OTTÓ INTÉZET**

Magyar Állatorvosok Lapja



**HERMAN OTTÓ INTÉZET GAZDÁLKODÁS**

Magyar Állatorvosok Lapja  
11. évfolyam 1. szám 2016. február

**HERMAN OTTÓ INTÉZET**

Magyar Állatorvosok Lapja



**HERMAN OTTÓ INTÉZET KERTGAZDASÁG HORTICULTURE**

Magyar Állatorvosok Lapja  
11. évfolyam 1. szám 2016. február

**HERMAN OTTÓ INTÉZET**

Magyar Állatorvosok Lapja




**HERMAN OTTÓ INTÉZET**

NONPROFIT KFT.

## ÁLLATTENYÉSZTÉS ÉS TAKARMÁNYOZÁS

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

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

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

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

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

MANABE, N. (Japán),

HULLÁR István (Budapest),

SZABÓ Ferenc

ROSATI, A. (EAAP, Olaszország),

HUSVÉTH Ferenc (Keszthely),

(Mosonmagyaróvár),

ANTON István (Herceghalom),

KOMLÓSI István (Debrecen),

URBÁNYI Béla (Gödöllő),

BALOGH Krisztián (Gödöllő),

KOVÁCSNÉ GAÁL Katalin

WAGENHOFFER Zsombor

BODÓ Imre (Szentendre),

(Mosonmagyaróvár),

(Budapest),

DUBLECZ Károly (Keszthely),

MIHÓK Sándor (Debrecen),

ZSARNÓCZAI Gabriella (Szeged)

HIDAS András (Gödöllő),

PÓTI Péter (Gödöllő),

HOLLÓ István (Kaposvár),

RÁTKY József (Budapest),

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

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

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences Institute of Physiology

and Nutrition Group of Nutrition physiology

2053 Herceghalom, Gesztenyés út 1.

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

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

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

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

HU ISSN: 0230-1814

A lap az Agrárminisztérium tudományos folyóirata

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

(„Állattenyésztés”) by Prof. József Czakó

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

MTA Könyv- és Folyóiratkiadó Bizottsága

---

### Megjelenik évente négyszer

A folyóiratokra a kiadónál fizethet elő az alábbiak szerint.

Előfizetési szándékát kérjük, jelezze az [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu) címen, vagy az alábbi postacímen:

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

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

Az előfizetési díjat a Herman Ottó Intézet Nonprofit Kft. 10032000-00286662-00000017 számlaszámára való utalással egyenlítheti ki. Az átutalás közlemény rovatában szíveskedjen a folyóirat és az előfizető nevét feltüntetni. Előfizetési díj: 8500Ft/év

Bármely más információért forduljon bizalommal kollégáinkhoz a lenti elérhetőségek bármelyikén:

e-mail: [info@agrarlapok.hu](mailto:info@agrarlapok.hu), telefon: 06-1/362-8100

Nyomta: OOK Press Kft.

8200 Veszprém, Pápai út 37/A